

AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

CAMBIO CLIMÁTICO, ECOSISTEMAS Y ECONOMÍA COSTERA EN COSTA RICA



Editorial

Cambio climático, ecosistemas y economía costera en Costa Rica

Angela Chévez y Fernando Campos
Repercusiones del cambio climático en la pesca artesanal

Enrique Ramírez
Impacto del cambio climático en la pesquería

Juan C. Picón,
Aurora Hernández y
Juan Bravo

Cambio climático, transformaciones en la línea costera y turismo de sol y playa en la costa pacífico-norte costarricense

Omar Lizano
Algunos impactos costeros del calentamiento global en Costa Rica

Lenin Corrales
Adaptación al cambio climático en zonas costeras de Costa Rica: tarea pendiente

Rodrigo Villate
Aumentar la resiliencia de los arrecifes de coral ante el cambio climático en Costa Rica

AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

CAMBIO CLIMÁTICO, ECOSISTEMAS Y ECONOMÍA COSTERA EN COSTA RICA



Director y editor: Eduardo Mora
Consejo editor: Manuel Argüello, Wilberth Jiménez, Sergio Molina, Luis Poveda
Asistencia y administración: Rebeca Bolaños
Diseño, diagramación e impresión: Programa de Publicaciones, UNA
Fotografía de portada: Alessandra Baltodano. Isla Chira, Costa Rica
Teléfono: 2277-3688. **Fax:** 2277-3289
Apartado postal: 86-3000, Costa Rica
Correo electrónico: ambientico@una.cr
Sitio web: www.ambientico.una.ac.cr

Ambientico, revista mensual sobre la actualidad ambiental costarricense, nació en 1992 como revista impresa, pero desde hace varios años también es accesible en internet. Si bien cada volumen tiene un tema central, sobre el que escriben especialistas invitados, en todos ellos se trata también otros temas. *Ambientico* se especializa en la publicación de análisis de la problemática ambiental costarricense -y de propuestas sobre cómo enfrentarla- sustentados en información primaria y secundaria, aunque asimismo se le da cabida a ejercicios meramente especulativos. Algunos abordajes de temas que trascienden la realidad costarricense también tienen lugar.



Sumario

Editorial	2
Cambio climático, ecosistemas y economía costera en Costa Rica	
Angela Chévez y Fernando Campos	4
Repercusiones del cambio climático en la pesca artesanal	
Enrique Ramírez	8
Impacto del cambio climático en la pesquería	
Juan C. Picón, Aurora Hernández y Juan Bravo	16
Cambio climático, transformaciones en la línea costera y turismo de sol y playa en la costa pacífico-norte costarricense	
Omar Lizano	23
Algunos impactos costeros del calentamiento global en Costa Rica	
Lenin Corrales	29
Adaptación al cambio climático en zonas costeras de Costa Rica: tarea pendiente	
Rodrigo Villate	36
Aumentar la resiliencia de los arrecifes de coral ante el cambio climático en Costa Rica	
Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico	43

Cambio climático, ecosistemas y economía costera en Costa Rica

El acelerado cambio climático global no es un problema ambiental más que venga a sumarse a la larga y penosa ristra de los ya existentes, sino que es algo más grave: constituye un redimensionamiento de toda la problemática ambiental mundial. El cambio climático actual, presuntamente debido a excesivas emisiones de gases de efecto invernadero por actividades humanas, viene, pues, a redefinir cada uno de los problemas ambientales que nos acogen desde hace rato, viene a ponerlos en una nueva dimensión, acaso más acongojante. El cambio climático configura un nuevo y más escalofriante escenario en que los añejos problemas ambientales pasan a existir, redefiniéndose.

El calentamiento global, motor del resto de las perturbaciones del clima, parece transformar, poquito a poco, el funcionamiento de todos los ecosistemas. Primero aumenta la temperatura y, después, muda el régimen de lluvias y todo el ciclo del agua, cambian los vientos, se redirigen las corrientes marinas, sube el nivel de las aguas oceánicas y se calientan las superficiales, se acidifica el océano... Y, en consecuencia, todas las relaciones ecológicas, poquito a poco, se trastocan, y se trastorna la vida de los humanos que, aunque dominen a los ecosistemas, dependen de ellos, y nunca los dominan totalmente.

Toda la vida humana se afecta, pero las prácticas humanas que más se resienten –o cuya afectación la sociedad más resiente– son las económicas. Tierra adentro, principalmente son impactadas la agricultura y la ganadería, pero,

por ser actividades productivas muy artificializadas (ellas funcionan con base en muchísimos insumos y artefactos producidos industrialmente), en ellas son relativamente más sorteables o mitigables los cambios climáticos y ecosistémicos.

En contraste, en las áreas marinas y marino-costeras, donde pervive significativamente el aprovechamiento de fauna silvestre en un medio no artificializado (sigue siendo salvaje o semisalvaje), los cambios climáticos y ecosistémicos tienen un impacto mayor sobre la economía. En esas áreas, el aprovechamiento de los recursos sigue estando muy a merced de los “caprichos” de las leyes naturales, mucho más que tierra adentro, a pesar de que, cada día, aquel aprovechamiento marino-costero esté más mediado por artilugios humanos.

Igualmente, la suerte del negocio turístico costero es mucho más dependiente del clima que el negocio turístico de tierra adentro. El incremento de lluvias o el alargamiento del periodo seco pueden dar al traste o, por el contrario, revitalizar la actividad turística playera. Mientras, el turismo de montaña y el urbano sentirán muy poco las perturbaciones del clima, que ocasionarán muy escasas modificaciones en el comportamiento de los flujos de visitantes.

La actividad económica en las costas costarricenses parece ya empezar a sufrir los embates del cambio climático, que nos cogen desarmados. Esta edición de *Ambientico* examina los efectos, ya documentados, de tal cambio sobre los ecosistemas y también sobre algunas actividades económicas y sectores sociales.



A. Baltodano. Isla Chira, Costa Rica.



Bióloga marina
especialista en
sostenibilidad social y
ambiental.

Repercusiones del cambio climático en la pesca artesanal

..... || **Angela Chávez y Fernando Campos** ||



Biólogo marino
especialista en gestión
integral de áreas
costeras tropicales.
Investigador en la
Universidad Nacional.

La zona costera puede ser percibida como el sistema formado por la interconexión de diversos ecosistemas (terrestres, dulceacuícolas, estuarinos, costeros y oceánicos) y sistemas humanos (comunidades, grupos, culturas, actividades económicas). En Latinoamérica, una parte significativa de la población vive en asentamientos costeros, altamente vulnerables ante el cambio climático, tanto por su ubicación geográfica como por sus medios de vida. Algunos de los efectos más notables del cambio climático sobre los ambientes marinos y costeros son la erosión costera, el aumento del nivel del mar, la mayor frecuencia y magnitud de eventos climáticos como tormentas, la acidificación del océano, la pérdida de biodiversidad (por ejemplo, blanqueamiento de corales) y el cambio en los patrones globales de circulación oceánica. Las evidencias ecológicas son claras (Walther et al., 2002), pero para entender las repercusiones sobre el complejo ecosistema-comunidades costeras se debe hacer un examen integral.

La comprensión de los efectos del cambio climático en ambientes marinos es vital para entender la afectación a las comunidades costeras. Los ecosistemas costeros y marinos

prestan servicios muy importantes, como de protección ante inundaciones (los manglares) y de captación de carbono (los océanos) (Emerson et al., 2001), además de ser fuente de recursos, como de madera y peces. Algunos problemas, como la contaminación costera, el sobre-uso de recursos y la destrucción de hábitats, se conjuntan potenciándose y se ven incrementados por el cambio climático.

Una actividad económica costera que se ha visto modificada por el cambio climático de manera significativa es las pesquerías. De acuerdo con un estudio del estado de ellas a nivel mundial, realizado por Fao (2014), el cambio climático merma la producción del recurso. La pérdida de zonas de importancia, como manglares, pastos

marinos y corales, afecta la complejidad de esos ecosistemas y la productividad pesquera (Grimm et al., 2013). La acidificación de las aguas y la interferencia en la captación de carbonato de calcio por parte de organismos importantes ha impactado negativamente pesquerías como la de mejillones (Bednaršek et al., 2014). Muchos microorganismos del plancton también precisan fijar este compuesto, alterándose así las cadenas tróficas en los ecosistemas y, por ende, perjudicándose todas las especies de manera indirecta. Un estudio reciente de Cheung et al. (2013) ha mostrado cómo los rangos espaciales de especies se han modificado a causa del calentamiento del agua, afectando a las de latitudes altas y a las de zonas tropicales (figura 1).

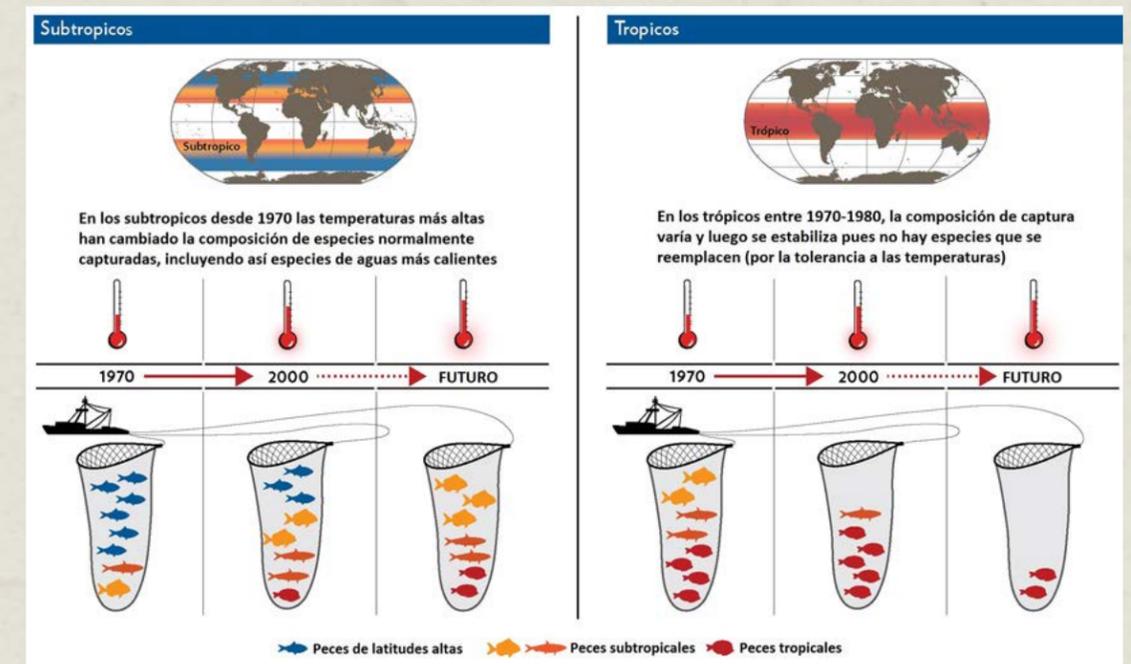


Figura 1. Cambios en la distribución de peces, según regiones, por el calentamiento del agua oceánica. (Tomado de The Pew Charitable Trusts' ocean science division, basado en datos de Cheung et al. (2013). En <http://news.ubc.ca/2013/05/15/fish-thermometer-reveals-long-standing-global-impact-of-climate-change-2/>.)

La pesca artesanal es una de las actividades económicas más importantes de las zonas costeras y del país en general. Ella provee empleo directo a 14.600 pescadores (Ospesca, 2009) e indirecto a unas 16.500 personas (Fao, 2004), y, además, es motor de las economías locales costeras, contribuyendo enormemente al desempeño de uno de los sectores más importantes en la economía nacional, el turístico. En efecto, surte de productos del mar a restaurantes y hoteles de las costas, y muchos pescadores fungen como tour-operadores o auxiliares de estos.

La industria pesquera artesanal de Costa Rica es muy vulnerable ante el cambio climático, y tanto más vulnerables son las regiones pesqueras cuanto más pobres y menos empoderadas sean respecto de su recurso y actividad económica (Daw et al., 2009). Esto se recrudece por la gestión inefectiva de los recursos marinos (Comisión Nacional del Mar, 2013) y la falta de diversificación productiva. La pesca artesanal es poco adaptativa ante cambios en la productividad o la distribución pesquera y ante los desastres naturales. ¿Con qué prontitud puede un pescador artesanal comprar una panga de mayor tamaño para hacer viajes de pesca más largos a fin de adaptarse al cambio de distribución sufrido por la especie objetivo de pesca? ¿Cuán posible es para un pescador artesanal cambiar sus artes de pesca para solventar la baja productividad, no teniendo



Figura 2. Flota artesanal de San Juanillo, Guanacaste.

certeza de que puede acrecentarla con el cambio? ¿Cuál es la capacidad de respuesta rápida de una asociación pesquera ante la necesidad de reparar infraestructura dañada por desastres naturales que ven aumentada su frecuencia debido al cambio climático? (figura 2).

Muchas son las medidas que se puede tomar para mitigar las consecuencias del cambio climático y adaptarse a él. Sin embargo, la mayoría están fuera de la realidad o posibilidad de acción de nuestras comunidades pesqueras artesanales, y otras dependen en gran medida de instituciones gubernamentales. Estas, junto con organizaciones no gubernamentales, entidades científicas y, principalmente, comunidades, deben esforzarse en el ámbito local para adoptar poco a poco sistemas de manejo pesquero adaptativo e integrado que tome en cuenta todas las actividades económicas del área, a fin de incentivar la pesca sostenible y establecer

y proteger áreas marinas de pesca responsable. En esta misma línea de trabajo se debe continuar con proyectos que permitan acceder a mercados de mayor valor para el producto pesquero, y proseguir acciones para el aumento de las ganancias sin elevar la producción actual y sin tener que acrecentar la presión sobre el recurso. Lo cual es logvable con certificaciones de producto pesquero sostenible, con reducción de costos de pesca, con disminución del número de eslabones en la cadena comercial del producto pesquero (Daw et al., 2009) y con la diversificación de la oferta del producto en los restaurantes. Esta diversificación abriría el mercado a especies no tradicionales que se están pescando y que aún no son valorizadas por la fuerza de la inercia del consumo de especies tradicionales. Además, deben diversificarse los medios de subsistencia de los pescadores.

El trabajo con las comunidades es vital para enfrentar la problemática. Solo así se puede lograr metas más ambiciosas y a largo plazo, como la protección y reacomodo de la infraestructura costera. Pero esto es algo que debe hacerse de la mano del Estado, pues significa grandes inversiones. Se debe mejorar la divulgación de las consecuencias del cambio climático en las zonas costeras, también mejorar los sistemas de alerta del clima y la elaboración de planes de respuesta, así como rehabilitar y reubicar viviendas e infraestructura pesquera (Daw et al., 2009; Biomarcc-Sinac-Giz, 2013).

Referencias

- Bednaršek, N., Feely, R. A., Reum, J. C., Peterson, B., Menkel, J., Alin, S. R. y Hales, B. (2014). *Limacina helicina* shell dissolution as an indicator of declining habitat suitability owing to ocean acidification in the California Current Ecosystem. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281(1785), 1471-2954.
- Cheung, W. L., Watson, R. y Pauly, D. (2013). Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature* 497, 365-368.
- Comisión Nacional del Mar. (2013). *Política Nacional del Mar: Costa Rica 2013-2028*. San José. 50pp.
- Daw, T., Adger, W. N., Brown, K. y Badjeck, M. (2009). Climate change and capture fisheries: potential impacts, adaptation and mitigation. En Cochrane, K., De Young, C., Soto, D. y Bahri, T (eds). *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. Fao Fisheries and Aquaculture Technical Paper. N 530. Rome: Fao. 107-150.
- Emerson, S., Mecking, S. y Abell, J. (2001). The biological pump in the subtropical North Pacific Ocean: Nutrient sources, Redfield ratios, and recent changes. *Global Biogeochemical Cycles* 15(3), 535-554.
- Fao. (2004). *Resumen informativo sobre la pesca por países: Costa Rica*. Disponible: ftp://ftp.fao.org/FI/DOCUMENT/fcp/es/FI_CP_CR.pdf.
- Fao. (2014). *The state of world fisheries and aquaculture 2014*. Fao Fisheries and Aquaculture Department. Rome. 216p.
- Grimm, N. B., Chapin, F. S., Bierwagen, B., Gonzalez, P., Groffman, P. M., Luo, Y., Melton, F., Nadelhoffer, K., Pairis, A., Raymond, P. A., Schimel, J. y Williamson, C. E. (2013). The impacts of climate change on ecosystem structure and function. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11(9), 474-482.
- Ospesca. (2009). *Cifras en cifras, pesca artesanal y acuicultura*. Sistema de Integración Centroamericana. 27pp.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J., Fromentin, J. M., Hoegh-Guldberg, O. y Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416(6879), 389-395.



Impacto del cambio climático en la pesquería

Enrique Ramírez

Biólogo. Director ejecutivo de la Federación Costarricense de Pesca.



El cambio climático está ocasionando modificaciones físicas y biológicas en la distribución de las especies marinas. En general, se registra un desplazamiento hacia los polos de las especies de aguas templadas, con los consiguientes cambios en el tamaño y productividad de sus hábitats.

Es probable que, con el calentamiento de las aguas, la productividad de los ecosistemas se reduzca en la mayoría de las partes tropicales y subtropicales de los océanos, pero que aumente en las zonas latitudinales altas



A. Baltodano. Isla Chira, Costa Rica.

Cuadro 1. Desembarcos de palangreros nacionales 2000-2009

**CAPTURA TOTAL DISMINUYÓ 51%
PERIODO 2000-2009**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Dorado	8,373	11,221	7,832	3,970	2,322	3,161	2,917	2,341	4,084	3,843
Atunes	1,134	1,163	1,585	1,436	1,725	1,816	1,429	1,243	1,254	1,430
Picudos	2,461	2,858	2,911	2,190	2,079	2,110	2,172	2,098	1,248	1,419
Tiburones	5,060	3,759	3,704	4,725	2,074	2,240	1,455	2,084	2,422	1,685
Total	17,028	19,001	16,033	12,321	8,200	9,327	7,973	7,771	9,008	8,377

CAPTURA DE DORADO DISMINUYÓ 54%

CAPTURA DE PICUDO DISMINUYÓ 42%

CAPTURA DE TIBURÓN DISMINUYÓ 67%

CAPTURA TOTAL DISMINUYÓ 51%



Fuente: Incopeca/Shigeru, K.

a través de procesos hoy impredecibles para la producción pesquera. Los cambios más rápidos afectarán a las comunidades de especies ícticas pelágicas, las que, para contrarrestar el calentamiento superficial, intensificarán los movimientos verticales (Fao, 2012a).

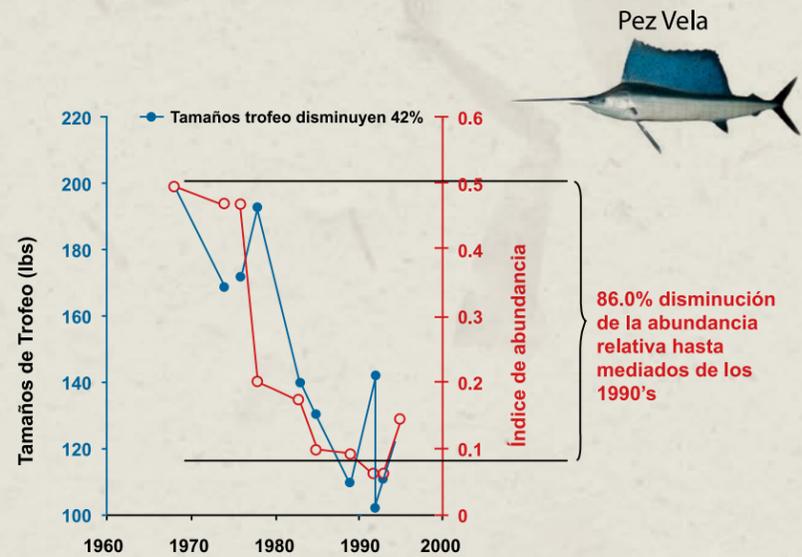
En Costa Rica, por la falta de una política pesquera en los últimos 30 años, en la década 2000-2009 el volumen de los desembarcos de la flota comercial nacional se redujo un 51 %, volviendo más vulnerable al sector pequero ante el cambio climático (cuadro 1).

En el caso de la pesca turística y deportiva, el Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas de la Universidad

de Costa Rica determinó que el efecto de la pesca deportiva en el producto interno bruto fue aproximadamente de US\$599,1 millones (2,13 % del PIB en el 2008), pudiendo haberle generado al fisco US\$77,8 millones, considerando una carga tributaria general de 13 % (Yong et al., 2010). A pesar de la importancia de este sector, la Universidad de Miami determinó una disminución en la abundancia relativa de las poblaciones de pez vela de 86 %, lo cual tiene un impacto directo en la disminución de las capturas para captura y liberación del sector de pesca turística (gráfico 1) y, por lo tanto, en el grado de satisfacción del pescador deportivo, que ha disminuido su visitación a Costa Rica.

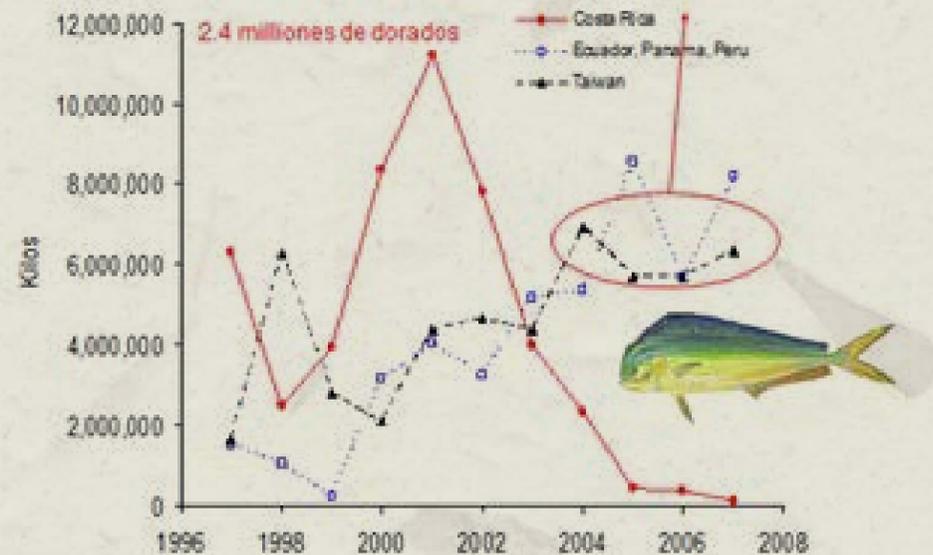


Gráfico 1. Abundancia relativa y tamaño trofeo de capturas de pez vela en la pesca turística deportiva. 1960-2000



Fuente: Erhardt, Nelson. Universidad de Miami, 2011.

Gráfico 2. Caída de la pesquería de dorado en Costa Rica. 1996-2008



Fuente: Ehrhardt, Nelson, 2012

Gráfico 3. Conflictos por uso de los recursos pesqueros en Costa Rica



Fuente: Fecop, 2013

Esto vuelve más vulnerable a este sector económico ante los cambios en distribución, aglomeración y abundancia de las especies de interés turístico por efecto del cambio climático (Yong et al., 2010)

Las reducciones en abundancia relativa de las poblaciones de pez vela están relacionadas con captura incidental de picudos por redes de cerco atuneras, con captura incidental de palangreros y con capturas dirigidas de palangre de escala media al haber una merma del 50 % en las capturas de especies comerciales, especialmente de dorado (gráfico 2).

La falta de una política pesquera y de un ordenamiento pesquero ha ocasionado conflictos sociales por el uso de los

recursos. En Costa Rica, en los últimos dos años son evidentes los conflictos entre la flota cerquera-atunera internacional y los sectores de pesca comercial de palangre, entre el sector de palangre y el de pesca turístico-deportiva, y entre el camaronero semi-industrial y el artesanal de pequeña escala (gráfico 3).

Además de enfrentarse a la falta de políticas pesqueras, los sectores que dependen de la pesca tendrán que adaptarse a los cambios en la distribución y productividad de las especies de pesca y a las pérdidas en el valor del turismo de pesca y en el valor de las descargas en muelle de la pesca comercial. Dentro de las estrategias para disminuir la vulnerabilidad ante el cambio

climático, la capacidad de adaptación de los sectores pesqueros es una de las más importantes. Debido a su escasa movilidad, los pescadores de pequeña escala suelen no estar en condiciones de adaptarse para seguir a las especies que han modificado sus zonas de distribución, lo que se viene a sumar a las ya conocidas y lesivas variaciones en los

precios de mercado, a los intermediarios, a la competencia con otras flotas, a la marginación y a la deficiente gobernanza. Para mitigar los efectos del cambio climático en la pesca son necesarias las prácticas de captura responsable y mejorar los planes de gestión actuales para adaptarlos a la nueva realidad climática. Algunas repercusiones

Cuadro 2. Repercusiones potenciales del cambio climático en las pesquerías

Tipo de cambio	Cambio físico	Procesos	Repercusiones en pesquería
Medio ambiente físico.	Aumento en la concentración de CO ₂ Aumento en la acidificación del océano. Calentamiento de las capas superiores. Subida del nivel del mar	Efectos en animales calcíferos. Especies de aguas templadas reemplazan a las de aguas frías. Pérdida de hábitats de cría.	Reducción potencial de la producción. Desplazamiento hacia los polos (plancton, invertebrados y peces) y reducción de biodiversidad en los trópicos. Producción y rendimiento reducido en pesquerías costeras.
Poblaciones ícticas, cambios ecológicos.	Aumento en la temperatura del agua. Modificación de corrientes oceánicas.	Cambios en la proporción de sexos, alteración de épocas de desove, alteración de periodos migratorios, alteración de periodos de abundancia. Aumento de especies invasivas, enfermedades y proliferación de algas. Cambios en el reclutamiento.	Reducción de la productividad. Reducción de la productividad. Abundancia de juveniles, reducción de la productividad.
Ecosistemas, cambios ecológicos.	Mayor frecuencia en los fenómenos de oscilación de El Niño.	Cambios en la periodicidad y latitud de los fenómenos de surgencia. Blanqueamiento y muerte de corales.	Cambio en la distribución de las pesquerías pelágicas. Reducción de productividad en arrecifes.

Fuente: Fao, 2012a.

potenciales del cambio climático en las pesquerías se nombran en el cuadro 2.

El análisis de vulnerabilidad del Programa Regional para el Manejo de los Recursos Acuáticos y Alternativas Económicas, que realizó USAID (2012)

recientemente, detectó posibles afectaciones en los sistemas sociales por obra del cambio climático, como se observa en el cuadro 3, y también afectaciones en las poblaciones de peces costeros y pelágicos, como se ve en el cuadro 4.

Cuadro 3. Posibles impactos del cambio climático en los sistemas sociales

Componente	Efecto del cambio climático	Afectación posible
Atracciones turísticas.	Aumento del nivel de mar. Aumento en la intensidad de tormentas. Aumento en la temperatura del mar.	Afectación de arrecifes, bancos de peces y playas. Afectación de muelles y atractivos turísticos.
Infraestructura turística.	Aumento del nivel de mar. Aumento en la intensidad de tormentas.	Daño a la infraestructura. Aumento de costos de mantenimiento.
Comunidades costeras, comunicación, transporte, puertos, marinas y muelles.	Aumento del nivel de mar. Aumento en la intensidad de tormentas.	Daño a la infraestructura. Aumento de costos de mantenimiento.

Fuente: USAID, 2012.

Cuadro 4. Posibles impactos del cambio climático en poblaciones de peces costeros y pelágicos

Componente	Efecto del cambio climático	Afectación posible
Peces costeros / pelágicos.	Aumento de la temperatura del agua.	Blanqueamiento y mortalidad de corales, proliferación de algas y disminución de la densidad de peces y biomasa de arrecifes. La migración de algunas especies hacia aguas más frías o la extinción de poblaciones debido a su poca capacidad de dispersión o por ausencia de hábitat. Impactos en la distribución y abundancia de poblaciones de peces.
Peces costeros / pelágicos.	Incremento en la concentración de CO ₂ en el mar.	La acidificación afecta el proceso de calcificación necesario para moluscos, crustáceos y corales.
Peces costeros / pelágicos.	Aumento en la intensidad de tormentas y huracanes.	Reducción de hábitats críticos afectando las poblaciones que los utilizan.

Fuente: USAID, 2012

Entre las medidas indispensables para la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático y para el incremento de la adaptación a este están:

1. Recopilación y análisis de datos de las capturas (observadores a bordo), datos oceanográficos y climáticos y su interrelación en el comportamiento de las poblaciones pesqueras de interés.
2. Implementación de un ordenamiento de las pesquerías como producto de una política pesquera responsable y sistémicamente concebida.
3. Implementación de artes de pesca selectiva que minimicen el daño ambiental a especies no objetivo de la pesca.

4. Seguimiento satelital de las embarcaciones para evitar sobrepesca, trasbordos y pesca ilegal.
5. Establecimiento de cuotas de captura según la mejor información científica disponible.
6. Zonificación, establecimiento de cuotas y control de la pesca internacional en aguas nacionales.
7. Establecimiento y preservación de áreas de reproducción y reclutamiento para las poblaciones que se adapten al cambio para la repoblación.

Y otras recomendaciones de USAID para la adaptación se detallan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Recomendaciones para la adaptación

Objetivo	Recomendación para la adaptación
Reducir la exposición y sensibilidad de las pesquerías.	Disminuir la dependencia de las pesquerías capturando diferentes especies en diferentes sitios dispersando el riesgo ante la crisis. Enfatizar el manejo de las pesquerías en sitios de agregaciones reproductivas y de reclutamiento. Mantener las capturas a niveles de rendimiento sostenible. Minimizar el impacto de las pesquerías sobre el ecosistema. Establecer el acceso regulado a las pesquerías. Fortalecer la institucionalidad y la legislación para regular adecuadamente la pesca. Incentivar la pesca sostenible y responsable.
Mejorar la capacidad adaptativa.	Mejorar la comercialización de los productos pesqueros. Capacitar a pescadores y mejorar la organización local y regional. Diversificar las pesquerías. Identificar fuentes alternativas de ingresos para las comunidades pesqueras. Utilizar la información climática de mediano plazo para planificar la actividad pesquera.

Fuente: USAID, 2012.

Finalmente, la acidificación de los océanos y su impacto en las pesquerías hacen imperativa la preservación de la mayor cantidad y variedad posible de peces, para que los que sean capaces de adaptarse al cambio puedan desarrollarse y propagarse hacia las nuevas pesquerías y formas marinas. Hay evidencia que sugiere que grandes cantidades de biomasa de peces podría atenuar la acidificación oceánica (Pauly, 2009).

Referencias

Fao. (2009). *Hay sobrepesca y urge practicar pesca responsable en previsión del cambio climático*. Disponible en: <http://www.ecologiablog.com/post/759/fao>

Fao. (2012a). *Consecuencias del Cambio Climático para la Pesca y la Acuicultura No. 530. Visión de Conjunto del Estado Actual de los Conocimientos Científicos. Documento Técnico de Pesca y Acuicultura*. Roma: Fao.

Fao. (2012b). *Estrategia para la pesca, la acuicultura y el cambio climático. Marco de trabajo y objetivos 2011-2016*. Roma: FAO.

Fecop. (2013). *Análisis e la Pesquería de Atún en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico de Costa Rica*. Costa Rica: Fecop.

Pauly, D. (2009, October 7). *Aquacalypse Now: The end of fish*. *The New Republic*. 24-27.

USAID, Catie y The Nature Conservancy. (2012). *Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático del Caribe de Belice, Guatemala y Honduras*. Washington: USAID.

USAID, Catie y The Nature Conservancy. (2012). *Estrategias de Adaptación para Zonas Marino Costeras Frente al Impacto del Cambio Climático en el Caribe de Belice, Guatemala y Honduras*. Washington: USAID.

Yong, C. M., Gutiérrez, A., Fernández, C., Lucke, R., Rojas, F. y González, G. (2010). *Análisis de la Contribución Económica de la Pesca Deportiva y Comercial a la Economía de Costa Rica*. San José: HCE-UCR.



A. Baltodano. Puntarenas, Costa Rica.



Especialista en desarrollo sustentable y en turismo de naturaleza. Investigador en la Universidad Nacional.

Cambio climático, transformaciones en la línea costera y turismo de sol y playa en la costa pacífico-norte costarricense

..... || **Juan C. Picón, Aurora Hernández y Juan Bravo** ||



Especialista en gestión y cultura ambiental. Investigadora en la Universidad Nacional.



Especialista en humedales marino-costeros. Investigador en la Universidad Nacional.

Las playas constituyen un espacio social y económico de mucha importancia, local y nacionalmente, en países como Costa Rica. Son lugares de acceso libre para el esparcimiento y generan oportunidades de negocio con turistas e inversionistas nacionales y extranjeros. Pero con el auge turístico mundial, y sobre todo con el crecimiento de la función turística de las playas debido a sus virtudes, se consolidaron dinámicas sociales y económicas que, además de beneficios, han traído problemas a los entornos costeros de alta atracción de visitantes. Allí, los modelos de desarrollo turístico de sol y playa han acelerado los impactos ecológicos, sociales y económicos debido a la aglomeración de personas en áreas costeras reducidas.

El cambio climático ha venido a agravar la situación. Este modifica la forma en que se desarrolla la actividad turística de sol y playa e, incluso, puede aumentar la competencia entre, por un lado, los usos que pretende realizar la industria turística sobre la playa y, por otro, los usos de los pobladores locales, lo que también conduce a transformaciones morfológicas y ecológicas de la línea costera (aumento

de la erosión, achicamiento de playas). En consideración de todo lo anterior, a continuación se procurará identificar y explorar algunas de las interacciones dadas en los espacios turísticos de sol y playa entre el cambio climático y la dinámica comercial, social y cultural que ocurre en ellos.

Según un informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, “más de la mitad de la población del mundo y las más grandes e importantes industrias se encuentran en las costas” (TNC, 2007, pág. 2). Centroamérica no es la excepción: en las últimas dos décadas la región ha experimentado un crecimiento vertiginoso de las actividades turísticas y residenciales en sus costas. Las características geográficas de Centroamérica potencian esta condición, pues posee 6.603 km de costas, que representan alrededor de un 12 % de las costas de Latinoamérica y el Caribe (Ramos & Guerrero, 2010, pág. 76).

A partir de la ventaja comparativa de contar con el recurso costero para el desarrollo turístico, los países de Centroamérica han apostado al crecimiento del turismo de sol y playa basados en la estrategia de atracción de inversión extranjera directa. El potencial turístico marino-costero de la región es incalculable, dada la belleza escénica, los diversos hábitats naturales y el rico acervo cultural propio de la región (ibid.). En efecto, en las costas centroamericanas se hallan comunidades afrocaribeñas, garífunas, kuna yala y misquitos; y en ellas hay una

gran cantidad de inmigrantes, provenientes de todo el mundo en busca de oportunidades económicas.

A pesar de la importancia ecológica, social y económica de sus costas, Costa Rica adolece de muy mala planificación en ellas (Windelvoxhel et al., 1998, citado en el informe mencionado), habiendo “definido su zona costera a partir de límites arbitrarios, desde el límite promedio de marea alta hasta 200 metros tierra adentro” (TNC, 2007, pág. 2). En esa misma dirección, Ramos y Guerrero (2010, pág. 53) manifiestan que estas delimitaciones “facilitan o dificultan el manejo de los recursos costeros al establecer límites artificiales que no corresponden a la distribución de ecosistemas ni de las áreas de influencia de las actividades que tienen lugar allí”. Al respecto, esos mismos autores demuestran que, entre muchos países, Costa Rica es el que tiene menor suelo costero (cuadro 1).

En Centroamérica, Costa Rica fue el primero en disponer de una ley específica sobre manejo de la zona costera (ley 6043, de la Zona Marítimo Terrestre), pero el enfoque espacial de dicha ley es muy limitado (Ramos & Guerrero, 2010, pág. 77). Resultando, entonces, muy preocupante el tema del espacio destinado a uso público, especialmente el destinado a la recreación de pobladores y turistas. “A pesar de que las leyes nacionales son tan claras en cuanto al uso público de las playas, se presentan en Costa Rica problemas en el acceso a ellas. Actualmente, en distintas zonas costeras de nuestra nación, la gente



Cuadro 1. Países con distintas delimitaciones oficiales de las zonas marítimo-terrestres.

País	Límite terrestre	Límite oceánico
Brasil	2 km del LPMA	12 km del LPMA
China	10 km del LPMA	15 m de profundidad
Costa Rica	200 m del LPMA	Línea de PMB
Ecuador	Variable según el caso	
España	500 m del LPMM	12 millas náuticas
Israel	1-2 km variable	500 m PMB
Sri Lanka	300 m del LPMA	2 km de PMB

LPMA: Límite promedio de marea alta
 PMB: Promedio de marea baja

LPMM: Límite promedio de marea máxima

Fuente: Duarte. M. A., Kohane S. I., Ramos A., Ruiz. G. M. y Sandoval J. H. (1998), citados en Ramos y Guerrero, 2010, pág. 53.

común no puede del todo acceder a ciertas playas, o su acceso se le hace muy difícil” (Carranza, 2009, pág. 96). Cabrera y Sánchez (2009, pág. 129) afirman que los objetivos de la zona marítimo terrestre pueden no cumplirse en su totalidad y que las tendencias en ella reflejan una dinámica no contemplada (turismo; modalidades inmobiliarias, un alto porcentaje sin planes reguladores; debilidades en planificación y ausencia de criterios de ordenamiento territorial; crecimiento acelerado; dualidad de mercado e inversión) (Cabrera & Sánchez, 2009, pág. 129).

Tal y como se identifica en la figura 1, en la zona marítimo terrestre es común que el área concesionada para uso residencial y comercial sea muy próxima al área pública, lo que favorece las invasiones directas o indirectas de estos espacios por los desarrolladores turísticos. Lo que se agrava por el aumento constante del nivel medio del mar, que produce achicamiento

y erosión de la zona pública ya establecida, fenómenos manifiestos en pendientes pronunciadas en la playa, en caída de árboles, en desbordamiento del mar hacia zonas con infraestructura e, incluso, en amenaza a los usuarios de la zona pública y de la zona concesionada. Playas como Brasilito y Marbella, en Guanacaste, han sufrido achicamiento por causa del cambio climático (Soto, 2014).

Los flujos turísticos se movilizan hacia los sitios que cuentan con los mejores atractivos turísticos, entre los que las playas destacan por la combinación de clima y mar, dando como resultado el producto turístico de mayor popularidad en el mundo: el “turismo de sol y playa”. Este dirige sus productos al consumo masivo y aglomerado de visitantes, constituyendo el clima un indicador de calidad: se prefiere la mayor cantidad de horas de

características de la playa: longitud, ancho, pendiente, temperatura y pureza del agua y tipo de arena.

Pero tales factores de calidad son alterados por el cambio climático que impacta los ecosistemas costeros. A lo que se asocian El Niño y La Niña, afectando el clima y la morfodinámica litoral: producen sequías prolongadas y periodos de inundaciones. Las primeras prolongan la temporada alta del turismo de sol y playa, pero causan estrés hídrico; los segundos ahuyentan al turismo.

Con el aumento de los efectos del cambio climático global, las playas pueden presentar transformaciones geomorfológicas que reconfiguran la dinámica de uso turístico del litoral. Siendo que el incremento del nivel del mar es el resultado más cierto del cambio climático (Ivanova & Gámez, 2012, pág. 47), el estrechamiento del área de playa usado por los

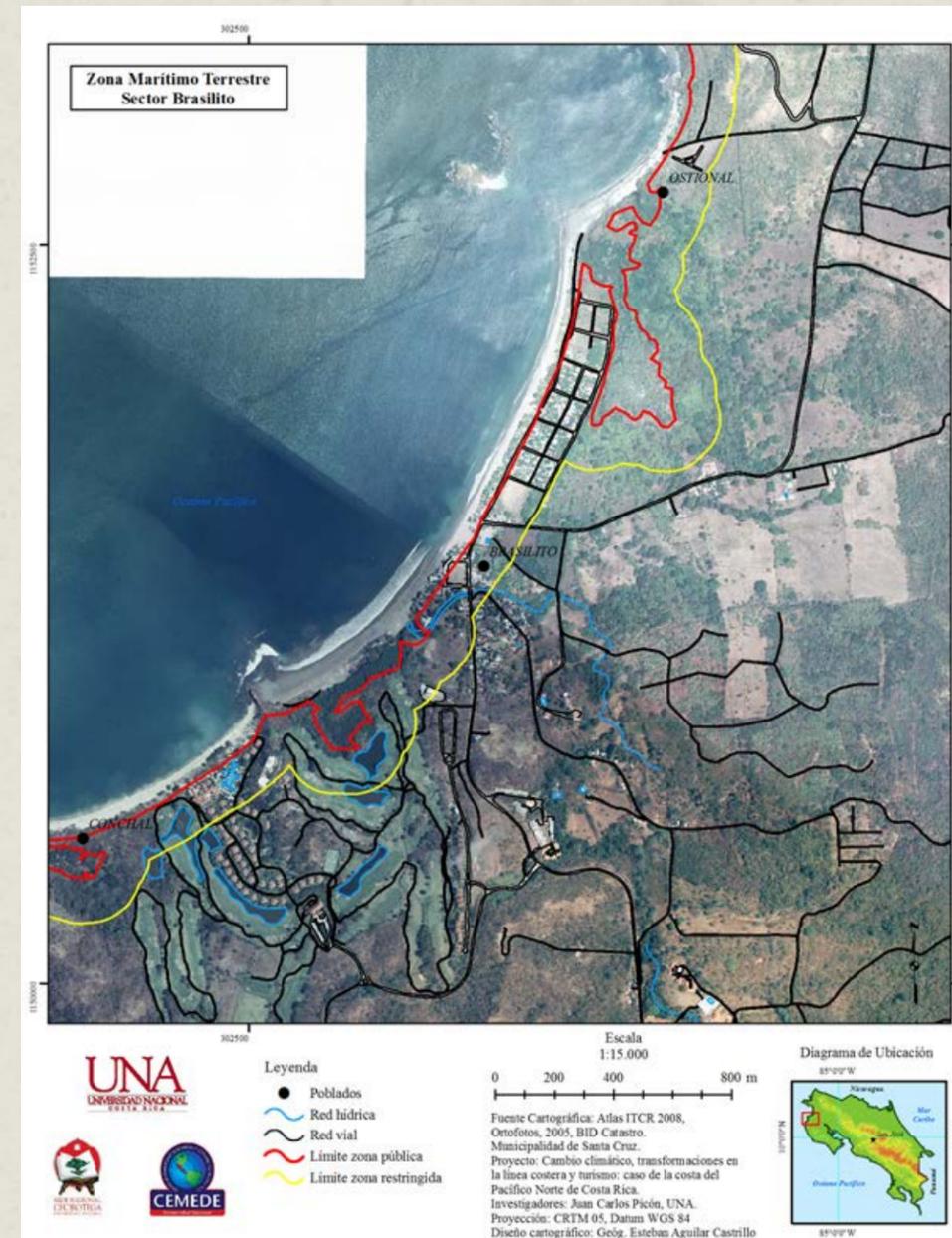


Figura 1. Delimitación aproximada de la zona marítimo-terrestre en el sector de Brasilito.

sol al día, idealmente a una temperatura entre 20 y 25 °C y una humedad relativa entre 18 y 75 % (Vargas, 2000, pág. 7). Otros indicadores de calidad son ciertas

crecimiento del nivel del mar es el resultado más cierto del cambio climático (Ivanova & Gámez, 2012, pág. 47), el estrechamiento del área de playa usado por los

visitantes –principalmente los que no cuentan con espacios concesionados o privados- es un destacado efecto negativo del cambio del clima sobre el turismo. Sumado a lo anterior, la competencia por el poco espacio de uso público disponible lleva a las empresas comerciales y residencias colindantes a impulsar prácticas que limitan el acceso y la estancia en la zona pública, con prácticas como la de instalación de pequeñas infraestructuras fijas (ranchos, toldos), de cercos y de mobiliario para uso privado (figura 2).



Figura 2. Playa Matapalo, Guanacaste.

La zona pública costera ha desempeñado un papel clave en el modo de vida de los pueblos del litoral costero-marino. Tradicionalmente sirve de acceso a los recursos marinos y es en este espacio donde se dan las condiciones para la recreación de los habitantes cercanos al mar (figura 3). Asimismo, sobre la costa -por ejemplo en manglares y esteros- se establecen especies de flora que cumplen una función ecológica,



Figura 3. Uso público de la playa en el golfo de Nicoya durante la marea alta.



Figura 4. Erosión de la línea costero-marina en Cangrejal -Sámara, Guanacaste-.



Figura 5. Extrema proximidad entre edificaciones y el mar en la costa de Guanacaste.

paisajística y social de mucha importancia. Esa flora permite mantener niveles apropiados de temperatura en la arena para distintas formas de vida, y también ofrece a los visitantes protección del sol fuerte. Pero en las playas costarricenses hay erosión muy acelerada, asociada por algunos investigadores al cambio climático (figura 4). Otros factores, como la gran proximidad al mar de negocios y residencias, ejercen presión sobre la playa y afectan sus usos (figura 5).

La competencia por el espacio de la playa entre unos y otros usos genera un descontento social que se hace sentir sobre todo en los sitios donde el sector empresarial mantiene el control de acceso y estancia, con base en conceptos capitalistas que legitiman el uso turístico de la playa a partir del poder de compra de un visitante, es decir, del turista como consumidor con poder de compra.

Es evidente que el cambio climático afecta directa e indirectamente la vida

social, la economía y la cultura locales en las áreas marino-costeras. Las comunidades costeras, en primer lugar, ven limitado el tradicional uso recreativo de sus playas y, también, el uso económico (pesca y aprovechamiento de otros recursos). Asimismo, se ve perjudicada la actividad turística, pues la erosión de la playa, las frecuentes marejadas, la sedimentación por sustratos lodosos, el depósito de materia orgánica vegetal por las crecidas de los ríos y el achicamiento de la playa, son efectos negativos. Sin embargo, el prolongamiento de la época seca, con más días y horas de sol, eleva el valor turístico de la playa, atrayendo más inversión, principalmente extranjera, y ocasionando mayor derrame económico por aumento en las estadías de los turistas.

En la región pacífico-norte costarricense aún no se han concretado suficientes medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Estas, por venir, debieran garantizar a la población local, a los inversionistas y a los turistas, un modelo turístico que armonice los intereses y prioridades de todos ellos. Mientras, el conflicto regional entre pobladores y empresas de turismo de sol y playa por el acceso desigual al escaso recurso hídrico sigue sin resolverse.

Referencias

Cabrera, J. & Sánchez, S. (2009). *Marco Legal y Estructura Institucional del Desarrollo Turístico e Inmobiliario en la Costa Pacífica de Costa Rica*. San José: Center for Responsible Travel.

Carranza, E. (2009). Problemas graves en las costas de Costa Rica. *Revista de Ciencias Jurídicas* 120, 89-108.

Ivanova, A. & Gámez, A. (2012). *Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur*. Disponible en: http://www.spyde.bcs.gob.mx/cgds/files/proyectos/PEACC/foros/PLAN_ESTATAL_DE_ACCION_ANTE_EL_CAMBIO_CLIMATICO-BCS_documento_para_consulta_publica.pdf

Ramos, A. & Guerrero, D. (2010). *El suelo costero: propuestas para su reconocimiento*. Bogotá: Mar Viva.

Soto, M. (2014, junio 4). Cambio climático acorta las playas de Costa Rica. *La Nación*. Disponible en: http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Cambio-climatico-acorta-Costa-Rica_0_1418858105.html.

TNC. (2007). *Evaluación ecorregional para la conservación de la biodiversidad marina en el Pacífico Oriental Tropical*. San José: The Nature Conservancy.

Vargas, G. (2000). *Geografía turística de Costa Rica*. San José: Euned.



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).



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).



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).

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

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

La región del Humedal Nacional Térraba-Sierpe (HNST) 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 HNST 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



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

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 estuariales, como la HNST, 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

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.
- Cárdenas, G. (2003). Evolución de los sistemas sedimentarios costeros y aluviales de la región de Parrita,

Pacífico Central de Cota 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/ElPais/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 (HNNTS) 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 Internacional. pp. 23-40.



Biólogo especialista en cambio climático y adaptación basada en ecosistemas. Investigador en el proyecto Estado de la Nación y en Catie y profesor en la Universidad Latina (lening@ice.co.cr).

Adaptación al cambio climático en zonas costeras de Costa Rica: tarea pendiente

..... | **Lenin Corrales** |



El ascenso del nivel del mar constituye uno de los indicadores más importantes del cambio climático, porque incorpora la variación de diferentes componentes del sistema climático. Este proceso de ascenso puede incrementar varios impactos físicos en las costas, entre ellos la trasgresión o retroceso de la línea de ribera (erosión de playas y retroceso de acantilados), la ampliación o migración tierra adentro de los terrenos sujetos a inundación mareal, o marismas, con posibilidad de provocar salinización de humedales costeros y acuíferos y de perder hábitats costeros, como playas de anidación de tortugas marinas, por ejemplo (Andrade, 1996; Klein & Nicholls, 1999; Fish et al., 2005). Las inundaciones causadas por tales procesos pueden ser temporales o permanentes, lo que depende de la combinación del ascenso del nivel del mar con otros factores como las mareas meteorológicas y astronómicas y los cambios en el oleaje, conduciendo a que las costas sean particularmente vulnerables a dicho proceso porque la mayoría de la actividad económica, la infraestructura y los servicios están localizados en la costa o muy cerca de ella, y las



economías locales están concentradas en pocos sectores, como el turismo (Nicholls et al., 1999; Cepal et al., 2012).

Desde mediados del siglo XIX, el ritmo de elevación del nivel del mar ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores. Durante el período 1901-2010, el nivel medio global del mar se elevó 0,19 metros (entre 0,17 y 0,21 m) (IPCC, 2013). En análisis de las tendencias de aumento del nivel medio del mar en el Caribe centroamericano, realizados a partir de mareógrafos, se observó un cambio de $-1,38 \pm 2,01$ mm/año en Santo Tomás, Guatemala, $9,23 \pm 1,05$ mm/año en Puerto Cortés, Honduras, y $3,13 \pm 2,12$ mm/año en Puerto Castilla, Honduras. Más al sur, la tendencia lineal de cambio del NMM evaluada para el intervalo 1948-1968 en Limón, Costa Rica, refleja un aumento de 1,68 mm/año, mientras que utilizando datos del mareógrafo de San Cristóbal, en Panamá, el cual tiene una de las series de tiempo más extensas de la región, desde 1907 hasta 2010 muestra tendencias lineales del NMM en esta estación, evaluada entre 1907 y 1978 es de 1,44 mm/año (Ballester y Salazar, 2012).

La tendencia anterior también es observada a la hora de utilizar datos provenientes de satélites altimétricos (<http://www.aviso.oceanobs.com>), que muestran que en toda la parte costera del Caribe centroamericano, a lo largo de la barrera de corales desde Yucatán hasta Panamá, hay una tendencia al aumento del nivel del mar para el período 1992-2012, con máximos extremos en el Caribe de Costa Rica y en el Caribe norte de Panamá (figura 1). Los valores de aumento del nivel del mar obtenidos de satélite en algunas estaciones evaluadas son de 1,79 mm/año en Santo Tomás (Guatemala), de 1,76 mm/año en Puerto Cortés (Honduras) y de 4,40 mm/año en Puerto Castilla (Honduras) (Ballester et al., 2011); mientras que en

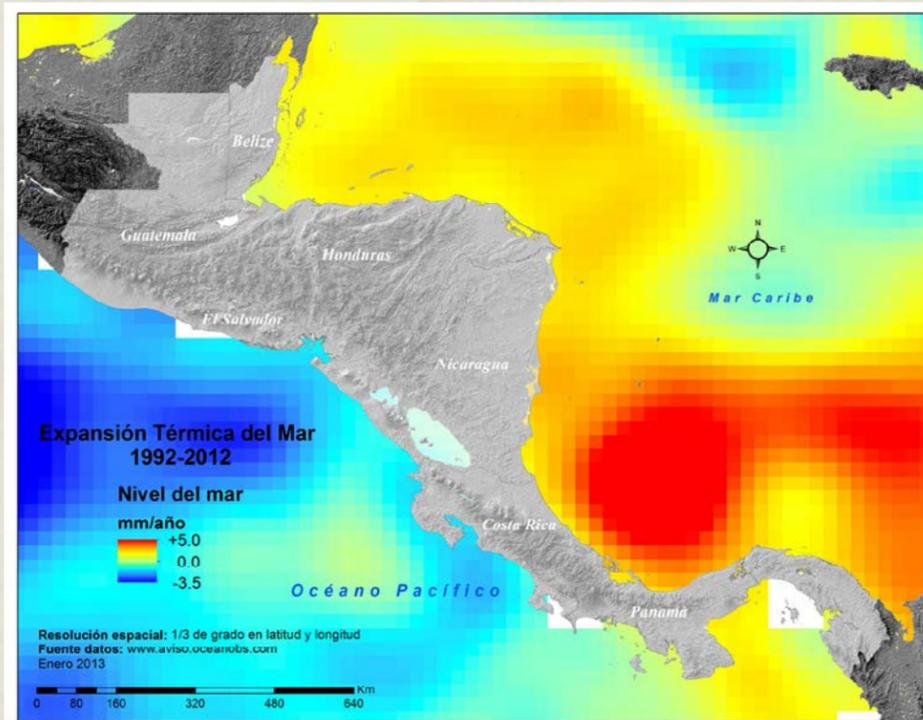


Figura 1. Tendencia de aumento del nivel medio del mar. 1992-2012 (datos de Aviso, 1992-2012).

el Caribe Sur de Costa Rica (Barra Colorado, Limón, Cahuita) y en Panamá (San Cristóbal), utilizando estas mismas series de tiempo altimétricas, muestran una tendencia de aumento de ~ 2 mm/año, con un mínimo de 1,87 mm/año en Barra del Colorado y un máximo de 2,3 mm/año en San Cristóbal (Ballester y Salazar, 2012).

En el caso del Pacífico, las mediciones mareográficas y altimétricas del nivel del mar, relativo y absoluto, respectivamente, muestran una importante variabilidad

interanual que se asocia principalmente al fenómeno climático ENOS, que, por ejemplo durante el fenómeno de El Niño de 1987-1988, por calentamiento del océano produjo una elevación promedio del nivel del mar por expansión térmica de 30 cm, con un máximo de 60 cm medido en 1987 (Lizano, 1997; Protti et al., 2010). Durante el período 1992-2010, el Pacífico de Costa Rica mostró una tendencia promedio de disminución de ~ -1 mm/año (cuadro 1) (Biomarcc-Sinac-Giz, 2013).

Cuadro 1. Anomalías de nivel medio del mar, período 1992-2012.

Caribe	mm/año
Barra Colorado	+1,87
Limón (puerto)	+2,16
Cahuita	+2,02
Pacífico	
Bahía Santa Elena	-0,96
Golfo de Papagayo	-0,92
Cabo Blanco	-0,98
Chira-Tempisque	-1,18
Quepos	-1,22
Isla del Caño	-0,88
Golfo Dulce	-0,22

Fuente: Biomarcc-Sinac-Giz, 2013.

En síntesis, se concluye que en el período 1992-2012 ha existido una tendencia positiva de aumento del nivel del mar en la costa del Caribe cercana a la tendencia global, que es de 3,26 mm/año (Beckley et al., 2014), mientras que en la costa del Pacífico se observa una disminución (Protti et al., 2010).

Los anteriores datos de expansión térmica del mar muestran que nuestro país no escapa del impacto del aumento del nivel de las aguas oceánicas, y esto es debido a que se encuentra en un istmo con costas en ambas vertientes (pacífica y caribeña) (Lizano, 1997; Lizano y Salas, 2001). Costa Rica tiene 1.086 km de línea de costa en

el Pacífico y 212 km en el mar Caribe (Andrade, 1999), y, hasta ahora, en el ámbito nacional político-administrativo y social en general hay poca conciencia sobre la vulnerabilidad de la costa ante el cambio climático y sus efectos sobre la población y el uso de la tierra, a pesar de que los expertos científicos y técnicos del país vienen desde hace décadas advirtiendo del problema e, incluso, sugiriendo medidas que fueron incorporadas en documentos oficiales del Estado en el año 2000, pero sin llegar a formar parte de la planificación del territorio costero en los últimos 14 años.

Estudios realizados en el país sobre un eventual impacto del aumento del nivel del mar muestran retrocesos de la línea ribereña en playas del Pacífico en valores que van de 22 a 167 metros

(Andrade, 1996 y 1999) (cuadro 2). Y algunos informes señalan que un ascenso significativo del nivel del mar podría hacer inhabitable gran parte de las ciudades de Puntarenas, Quepos y Golfito -en el Pacífico-, por afectar drásticamente la capacidad de las instalaciones portuarias actuales, además de provocar conflictos por la tenencia de la tierra en la franja próxima a playas y ecosistemas costeros (Minae, 2000). En especial para Puntarenas, se han efectuado estudios combinando cuatro fenómenos que pueden aumentar el nivel del mar: cambio climático, fenómeno de El Niño, apilamiento de oleaje y mareas astronómicas. Los resultados sugieren que Puntarenas podría ser totalmente inundada en algún momento (Lizano y Lizano, 2010).

Cuadro 2. Retroceso de la línea ribereña en playas del Pacífico ante un aumento del nivel del mar de 1 metro en 100 años.

Playa	Retroceso en metros
Sector Pacífico Norte-Guanacaste (playas Potrero, Conchal, Grande, Avellanas, Ostional, Sámará, Jabilla)	Promedio 42 metros
Sector golfo de Nicoya	
Playa Cabuya	94
Playa Cocal de Puntarenas	87
Playa El Roble	167
Playa Tivives	28
Playa Bajamar	22
Playa Guacalillo	167
Playa Tárcoles	165
Agujas	100
Mantas	100
Sector Pacífico Central (Quepos, Jacó, Hermosa, Palo Seco, Damas, Savegre, Matapalo, Guapil)	Promedio 42 metros

Fuente: Andrade, 1996 y 1999.



L. Corrales. Cahuita, Costa Rica.

Otro de los fenómenos que puede ocasionar problemas a las poblaciones es el causado por las tormentas lejanas y/o locales, que provocan el apilamiento del oleaje, las cuales, sumadas a un período de marea alta, podrían provocar inundaciones (Lizano y Lizano, 2010), como sucedió recientemente en la zona de Caldera en el golfo de Nicoya (*The Tico Times*, 2014), o provocar eventos más extremos, como el aumento del nivel del mar por un tsunami: el ocurrido en Japón en 2011 hizo que en Quepos el nivel del mar subiera 18 cm, según datos del Centro de Alerta de Maremotos del Pacífico (Lizano y Lizano, 2010). Todo lo anterior en el Pacífico, y en el litoral Caribe habría que agregar los efectos directos e indirectos de los ciclones tropicales, frecuentes anualmente.

Se prevé que, en el año 2040, el nivel del mar en la costa pacífica del país pueda haberse elevado entre 52,2 y 58,5 mm, y con un El Niño como el de 1998 podría llegar a 166,08 mm. Mientras, en la costa caribeña los valores previstos para ese año oscilan entre 81,0 y 84,9 mm (Cepal et al., 2012). Debe tomarse en cuenta que, a partir de 2003, la contribución del deshielo al aumento del

nivel del mar absoluto global supera a la contribución de la dilatación térmica, lo que implica que, si la rapidez del deshielo aumentara, como parece estar ocurriendo en los últimos años, el aumento del nivel del mar global podría acelerarse y superar los efectos locales, resultando en un aumento del NM geográficamente generalizado (Protti et al., 2010).

Lo anterior sugiere que las zonas bajas con fuerte desarrollo podrían experimentar cambios, limitaciones y daños con un elevado costo económico y social, por lo que es urgente que las autoridades locales y nacionales planifiquen el desarrollo costero tomando en consideración los probables daños para disminuir el impacto sobre las inversiones financieras, la infraestructura y el desarrollo local (Minae, 2000). Ya en el año 2000, en la

Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Cambio Climático, se dio una serie de recomendaciones generales que hasta ahora no parecen haber sido tomadas en cuenta en la planificación territorial; ellas son (Minae, 2000):

- No construir en el rango de los 200 m de los manglares.
- Elevar los diques de los estanques según los nuevos niveles mareales.
- Ubicar los desarrollos futuros más allá de los 600 m de la costa.
- Reducir ciertas áreas de cultivo y pastoreo y compensar esto con la explotación intensiva de los restantes.
- Buscar mecanismos para mantener una zona restringida de amortiguamiento entre las áreas explotadas y las de conservación.
- Evitar desarrollos en las áreas susceptibles de inundación.
- Estimular los desarrollos a mediano y largo plazos y elaborar un plan regulador que considere la reubicación de las zonas residenciales a áreas de mayor altitud.
- Mantener un control efectivo de las variaciones del nivel del mar en las áreas de riesgo.



L. Corrales. Parque Nacional Manuel Antonio, Costa Rica.

- Lograr una estrategia efectiva de apropiación en cuanto a la información de este reporte por parte de todos los actores sociales.

Referencias

Andrade, J. M. (1996). *Análisis de la vulnerabilidad de la zona costera ante el ascenso del nivel del mar por un cambio climático global. Costa del Pacífico de Costa Rica. Informe final. Proyecto Centroamericano sobre Cambio Climático-Comité Regional de Recursos Hidráulicos*. 34 pp.

Andrade, J. M. (1999). *Determinación de las zonas de riesgo ante un ascenso del nivel del mar: Punta Morales-Tárcoles (Informe Final)*. San José: Minae-IMN. 59p.

Ballester, D., Murillo, G. y Salazar, P. (2011). *Variabilidad y Cambio del Nivel del Mar en el Golfo de Honduras. Informe Técnico preparado por el Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero de la Universidad Nacional*. Costa Rica: UNA. 20 pp.

Ballester, D. y Salazar, P. (2012). *Variabilidad y Cambio del Nivel del Mar en Costa Rica. Informe Técnico*



L. Corrales. Playa Hermosa, Costa Rica.

preparado por el Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero de la Universidad Nacional. Costa Rica: UNA. 31 pp.

Beckley, N. P., Zelensky, S. A., Holmes, F. G., Lemoine, R. D., Ray, G. T., Mitchum, S., Desai, D. y Brown, S. T. Assessment of the Jason-2 Extension to the TOPEX/Poseidon, Jason-1 Sea-Surface Height Time Series for Global Mean Sea Level Monitoring. *Marine Geodesy* Vol 33, Suppl 1, 2010. DOI: 10.1080/01490419.2010.491029.

Biomarce-Sinac-Giz. (2013). *Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino-costeras de Costa Rica frente al cambio climático*. San José. 103 pp.

Cepal, Masee, IH-UC. (2012). *Dinámicas, tendencias y variabilidad climática. Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe*. Santiago: Comisión Económica para América Latina (Cepal), Ministerio de Asuntos Exteriores de España (Masee), Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria. 263 pp.

Fish, M., Coté, J. A., Gill, A., Jones, P., Renshoff, S. y Watkinson, A. R. (2005). Predicting the impact of sea-level rise on Caribbean sea turtle nesting habitat. *Conservation Biology* 19, 482-491.

IPCC. (2013). *Cambio Climático 2013 – Bases Físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del IPCC*. Ginebra: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. 34 pp.

Klein, R. J. T. y Nicholls, R. J. (1999). Assessment of change climate coastal vulnerability to climate change. *Ambio* 28, 182-187.

Lizano, O. G. (1997). Las Mareas Extraordinarias de 1997 en la Costa del Pacífico de Costa Rica. *Top. Meteor. Oceanogr.* 4(2), 169-179.

Lizano, O. G. y Salas, S. (2001). Variaciones geomorfológicas en los últimos 50 años de la Isla

Damas, Quepos, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 2, 171-177.

Lizano, M. y Lizano, O. (2010). Creación de escenarios de inundación en la Ciudad de Puntarenas ante el aumento del nivel del mar. *InterSedes*. Vol. XI. (21-2010) 215-229. ISSN: 2215-2458.

Minae. (2000). *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Cambio Climático*. San José: Minae. 178 pp.

Nicholls, R. J., Hoozemans, F. M. J. y Marchand, M. (1999). Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses. *Global Environmental Change* 9, Supplem: p.S69-S87. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378099000199>.

Protti, M., Ballester, D. y Fonseca, A. (2010). *Tectónica, nivel del mar y ciclo sísmico en playa Junquillal y el Pacífico Norte costarricense*. San José: Ovsicori, Una, WWF. 16 pp.

The Tico Times. (2014, julio 4). Disponible en <http://www.ticotimes.net/2014/07/04/big-waves-cause-flooding-along-costa-ricas-central-pacific-coast>



Impacto del cambio climático en la pesquería

..... || **Rodrigo Villate** ||

Ecólogo marino. Asesor principal en ciencias marinas y cambio climático en el Proyecto Biomarcc-Sinac-Giz, de la Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (Giz).



Los ecosistemas de arrecife de coral están entre los más biodiversos y productivos del planeta; cubren menos del 1 % de los fondos oceánicos, y son hábitat crítico de, aproximadamente, el 25 % de las especies marinas (Buddemeier et al., 2004). Se ha estimado que, anualmente, generan \$375 billones en servicios ecosistémicos, protección de línea de costa, turismo y pesquerías, entre otros (Constanza et al., 1997). Particularmente, se ha valorado que la actividad turística alrededor de estos ecosistemas genera \$30 billones anuales (Millenium Ecosystem Assesstment, 2005). Alrededor de 500 millones de personas en el mundo tienen algún nivel de dependencia y 30 millones dependen directamente de estos ecosistemas (Wilkinson, 2008).

Entre 1959 y hoy, hemos perdido el 19 % de la superficie original de los arrecifes de coral. El 15 % de estos ecosistemas está en estado crítico con posibilidad de pérdida en los próximos 10-20 años, y 20 % está severamente amenazado con pérdida prevista para los siguientes 20-40 años. Aunque 46 % de esos ecosistemas se consideran saludables, todos los arrecifes de coral del mundo están amenazados

por el cambio climático (Wilkinson, 2008). Asimismo, debemos considerar las presiones impuestas por actividades humanas como sobreexplotación, desarrollo costero, contaminación terrestre y marina (sedimentación, sobrecarga de nutrientes, tóxicos y bioactivos, residuos sólidos y líquidos, derrames de petróleo), especies invasoras e incidencia de enfermedades que son amenazas antropogénicas que actúan en combinación con las climáticas (Buddemeier et al., 2004).

La alta vulnerabilidad de esta biodiversidad marina depende, tanto del grado de exposición y sensibilidad de los ecosistemas ante los estímulos climáticos, como de la capacidad adaptativa de los sistemas sociales y de los ecosistemas. La capacidad adaptativa es entendida como el potencial, habilidad o capacidad que tiene un

sistema (social y ecológico) para ajustarse a la variabilidad climática y los eventos extremos y así reducir y atenuar posibles daños e impactos, mejorando la resiliencia de los ecosistemas (Williams et al. 2008; Engle, 2011). Y, precisamente, el proyecto Biomarcc-Sinac-Giz busca incrementar las capacidades de adaptación de los ecosistemas marino-costeros de Costa Rica ante el cambio climático para, con particular énfasis, mejorar la resiliencia de los arrecifes de coral (figura 1).

Resiliencia es la habilidad de los ecosistemas para resistir sin cambiar de estado o de recuperarse luego de una perturbación (Williams, 2008; reefresilience.org, sf.). Esta capacidad les permite adaptarse a los cambios manteniendo sus funciones

y procesos ecológicos, que son esenciales para la resiliencia. Por ejemplo, los arrecifes de coral resilientes son capaces de recuperar su función, estructura y productividad después de sufrir un evento de estrés térmico que causa blanqueamiento. Para mejorar esta capacidad trabajamos sobre los principios de la resiliencia (reefresilience.org, sf.) en áreas marinas

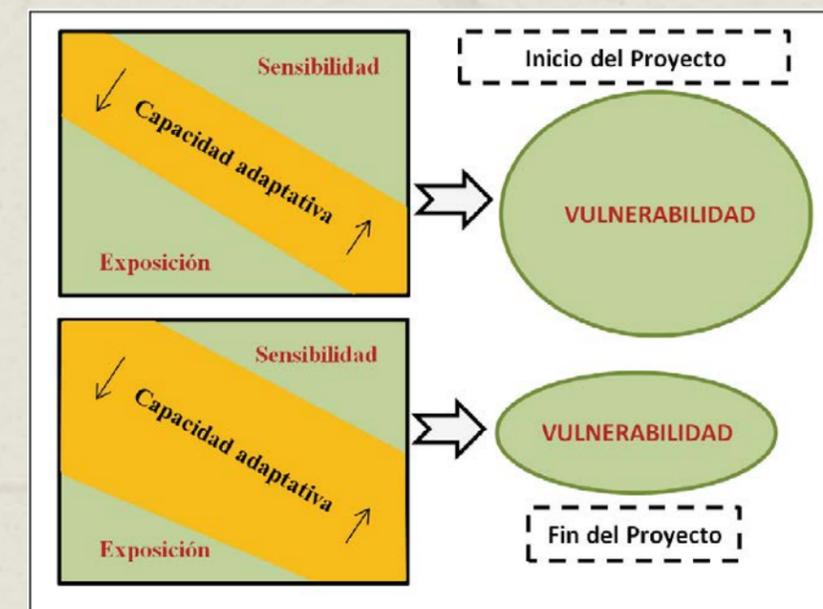


Figura 1. Marco conceptual del proyecto Biomarcc-Sinac-Giz. Basado en Engle 2011.

protegidas: representatividad y replicación, áreas críticas, conectividad y efectividad de manejo (figura 2).

Asegurar que dentro de los sistemas de áreas marinas protegidas estén bien representados y replicados ecosistemas clave reduce y reparte el riesgo de deterioro ante diferentes perturbaciones. La protección estricta de áreas críticas asegura la provisión de larvas y propágulos y, en conjunto con el concepto de conectividad para el diseño de redes y sistemas de áreas marinas protegidas, favorece el intercambio de genes, la repoblación y el reabastecimiento para una apropiada recuperación de los ecosistemas. La efectividad en el manejo es la base para una conservación exitosa.

En los arrecifes de coral las amenazas climáticas y no climáticas generan las mismas consecuencias: pérdida de productividad, de biodiversidad y disminución de la resiliencia (figura 3). El cambio climático y las amenazas antrópicas actúan en consonancia, siendo el primero un activo

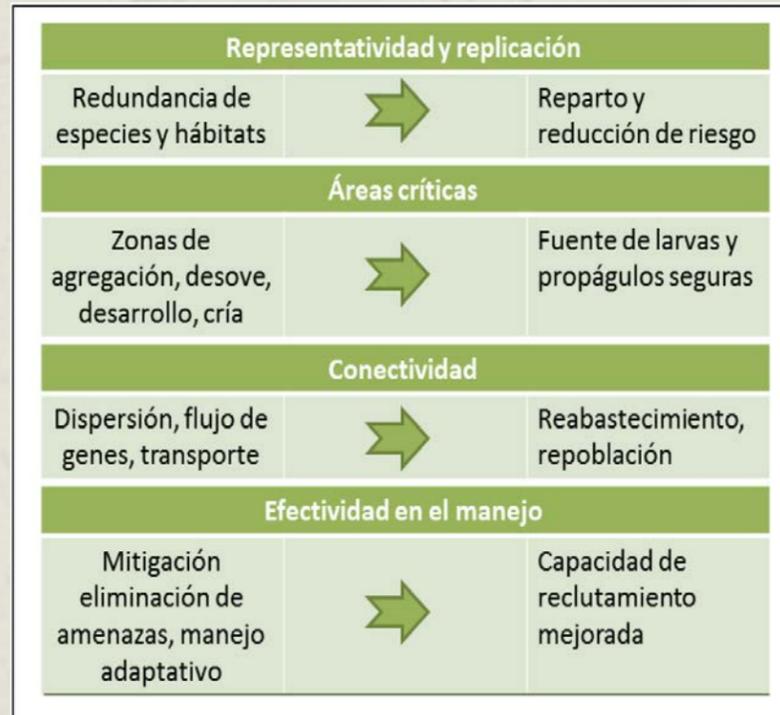


Figura 2. Principios de la resiliencia ecológica. Basado en www.reefresilience.org

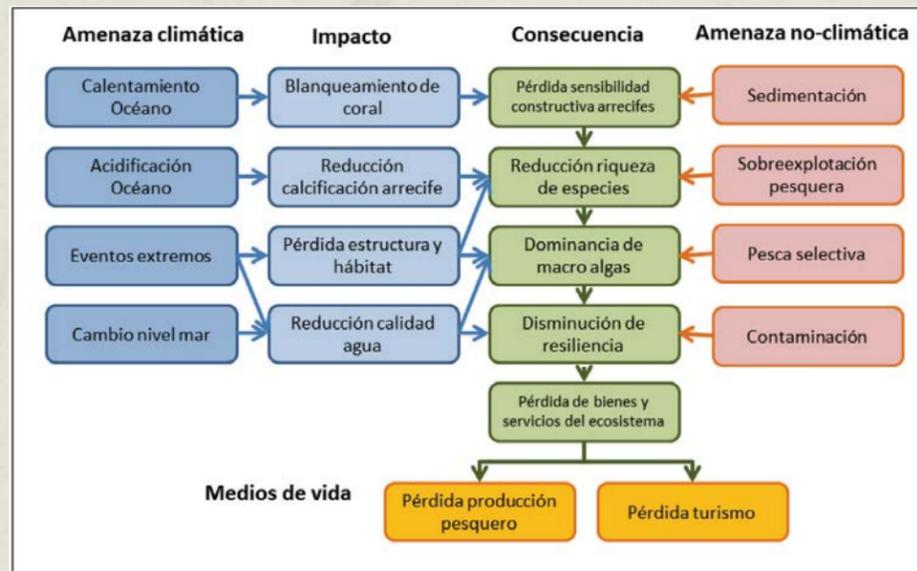


Figura 3. Análisis de amenazas para ecosistemas de arrecifes de coral. Basado en: Anthony y Marshal 2009

catalizador (acelerador) del segundo. Esto tiene un efecto negativo sobre los servicios que percibimos de estos ecosistemas, con consecuencias para los medios de vida y el bienestar humano.

La adaptación basada en ecosistemas comprende medidas para conservar, restaurar y gestionar de manera sostenible los ecosistemas y los recursos naturales, utilizando intencionalmente los servicios ecosistémicos y la “infraestructura verde” para fomentar la resiliencia de las sociedades humanas (Olivier et al., 2012). Estas soluciones basadas en los ecosistemas tienden a generar valiosos beneficios adicionales, como la fijación de carbono, la conservación de la biodiversidad y la producción de alimentos y, con frecuencia, son más costo-eficientes. En todos los casos el

objetivo es reducir la vulnerabilidad de las personas frente a los efectos del cambio climático. Para mejorar la resiliencia de ecosistemas clave, estas medidas de adaptación se deben acompañar de acciones orientadas a mantener los esfuerzos de conservación dirigidos a la reducción y la eliminación de amenazas no climáticas.

Inicialmente, en Costa Rica se realizó un análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino-costeras (Biomarcc-Sinac-Giz, 2013). Esta información, en conjunto con los análisis de vacíos de conservación, permite definir áreas prioritarias de intervención. En particular, nos centramos en el sistema nacional de áreas marinas protegidas, por su claridad como herramienta para la conservación y por ser un elemento clave para nuestra respuesta ante el cambio climático.

Con la atención e incorporación de los vacíos de conservación dentro del sistema de áreas marinas protegidas del país, se mejora la representatividad ecológica y se favorece la conectividad para los arrecifes (figura 4). Igualmente, con la formulación y

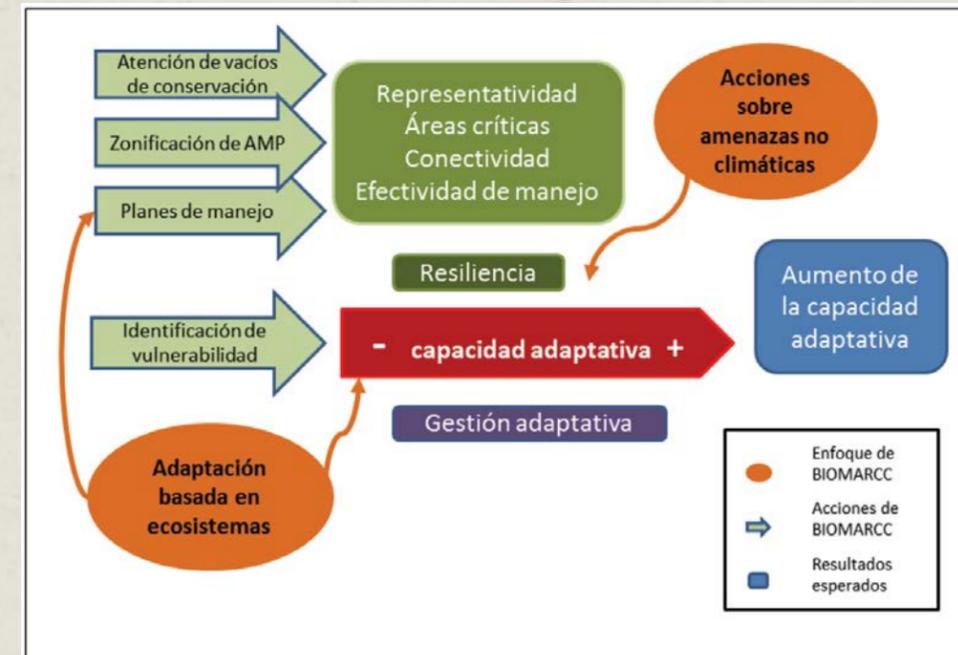


Figura 4. Estrategia de conducción proyecto BIOMARCC-SINAC-GIZ.



A. Baltodano. Cahuita, Costa Rica..

actualización de planes generales de manejo con enfoque de *adaptación basada en ecosistemas*, para nuevas y tradicionales áreas marinas protegidas, se favorece la efectividad de manejo. Durante estos procesos de planificación se define una zonificación orientada a la protección estricta de áreas críticas, con lo cual se trabaja sobre los principios de resiliencia. Adicionalmente, estos procesos contemplan el componente de cambio climático al incorporar en su fase de diagnóstico los análisis de vulnerabilidad a nivel nacional, realizando análisis locales por medio de la metodología *marisco (adaptive Management of vulnerability and RiSk at COnservation sites)*, y en su fase

de planificación se adopta un enfoque de adaptación basado en ecosistemas.

Por otra parte, Biomarcc-Sinac-Giz realiza esfuerzos directos para mitigar el efecto de amenazas tradicionales como la pesca ilegal. Con la donación de equipos especializados y la capacitación de funcionarios se fortalece la capacidad y la velocidad de respuesta de los funcionarios de las áreas marinas protegidas ante eventos de ilícitos relacionados con pesca. Esto permite atender un mayor número de eventos y liberar más rápido las especies capturadas, aumentando su posibilidad de recuperación y sobrevivencia.

Biomarcc-Sinac-Giz es un proyecto de apoyo al Sistema Nacional de Áreas



A. Baltodano. Cahuita, Costa Rica..

de Conservación (Sinac-Ministerio del Ambiente), ejecutado por la Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (Giz), por encargo del Ministerio Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear en el marco de su Iniciativa Protección del Clima.

Con la implementación del proyecto se espera haber mejorado la representatividad ecológica de los ecosistemas marinos dentro del sistema nacional de áreas marinas protegidas, aumentando la resiliencia de los ecosistemas ante los efectos del cambio climático. Asimismo, se habrá fortalecido la capacidad administrativa y de gestión del Sinac para un efectivo manejo de las áreas marinas protegidas.

Por otro lado, se espera haber ampliado la ventana de participación de la sociedad civil en los procesos de planificación y manejo de la conservación de la biodiversidad. En general, se habrá incrementado la capacidad adaptativa de los ecosistemas marino-costeros de Costa Rica ante los impactos del cambio climático.

Referencias

- Anthony, K. y Marshall, P. (2009) Coral Reefs and Climate Change. En: Poloczanska, E. S., Hobday, A. J. y Richardson, A. (eds.) *A Marine Climate Change Impacts and Adaptation Report Card for Australia 2009, NCCARF Publication 05/09*. ISBN 978-1-921609-03-9.
- Biomarcc-Sinac-Giz. (2013). *Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino-costeras de Costa Rica frente al cambio climático*. San José. 103pp.

Buddemeier, R. et al. (2004). *Coral reefs and global climate change. Prepared for the global Pew center on global climate change.*

Constanza, R. et al. (1997). The value of the world ecosystems services and natural capital. *Nature* 387.

Engle, N. (2011). Adaptive capacity and its assessment. *Global environmental change* 21, pp. 647-656.

Reefresilience.org. (sf.). *Reef resilience.* Disponible en: www.reefresilience.org

Millennium Ecosystem Assessment. (2005).

Olivier, J., Probs, K., Renner, I. y Riha, K. (2012). *Adaptación basada en los ecosistemas. Un nuevo enfoque para promover soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en diferentes*

sectores. *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.* Disponible en: <http://www.giz.de/expertise/downloads/giz2013-es-adaptacion-basada-en-los-ecosistemas.pdf>

Wilkinson, C. (2008). *Status of the coral reefs of the world: 2008. Global coral reef monitoring network & Reef and rain forest research center.*

Williams, S., Shoo, L., Isaac, J., Hoffman, A. y Langham, G. (2008). Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *Plosbiology* Vol. 6, No. 12.



A. Baltodano. Cahuita, Costa Rica..

Normas mínimas para la presentación de artículos a *Ambientico*

1. Modo de entrega

El artículo ha de ser presentado en Word y entregado vía internet.

2. Tamaño, elementos gráficos y separaciones internas

El artículo no debiera exceder las 2.000 palabras (se considera excepciones). Cada figura e ilustración que contenga debe ser entregada en alta resolución. Es importante que en el texto se señale, entre corchetes, los lugares en que deben aparecer.

Asimismo, se requiere una fotografía del rostro del autor. Los cuadros sí pueden ser incluidos en el mismo archivo del texto en Word.

Ambientico no usa subtítulos para destacar apartados, sino que, donde claramente se cierra o suspende un tema para pasar a otro, se deja un doble espacio antes del párrafo siguiente.

3. Citas textuales

Las citas textuales, que se ruega no excedan las 60 palabras, no han de ponerse en cursivas, ni usando sangría ni en párrafo aparte, sino entrecomilladas, y entreveradas en el texto.

4. Referencias bibliográficas

A partir del *Manual de la American Psychological Association (APA)* (2010), seguimos los siguientes lineamientos respecto a citación de fuentes bibliográficas. Hay dos modalidades de presentación de las referencias bibliográficas intercaladas en el texto. En una, el autor/a citado es el sujeto de la oración; en la otra, el autor citado, en tanto tal, no es parte de la oración, sino que lo que es parte de la oración es solo lo dicho o aportado por él. Ejemplo del primer caso: "... Acuña (2008) asegura que el sistema de áreas protegidas...". Ejemplo del segundo: "... Los problemas ambientales han resultado el principal foco de conflicto (Morales, 2009)...".

Obra con un autor

Entre paréntesis, se coloca el apellido del autor al que se hace referencia, separado por una coma del año de publicación de la obra. Ejemplo: "... (Pacheco, 1989) ...".

Obra con más de un autor

Cuando la obra tiene dos autores, se cita a ambos, separados por la conjunción "y". Ejemplo: "... (Núñez y Calvo, 2004) ...". Cuando la obra es de más de dos autores, se cita a todos en la primera referencia pero, posteriormente, solo se coloca el apellido del primer autor seguido de "et al.", sin cursiva y con punto después de la contracción "al.". Ejemplo: "... (Pérez, Chacón, López y Jiménez, 2009) ..." y, luego: "... (Pérez et al., 2009) ...".

Obra con autor desconocido o anónimo

Si la obra carece de autor explícito, hay que consignar en vez de él, y entre comillas, las primeras palabras del título (entre paréntesis). Ejemplo: "... ("Onu inquieta", 2011)

..."; o, alternativamente, el nombre de la obra y, después de una coma, la fecha de publicación. Ejemplo: "... *La Nación* (2011) ...".

Solo cuando se incluye una cita textual debe indicarse la(s) página(s). Ejemplo: "... (Pérez, 1999, p. 83) ...".

5. Presentación de las obras referenciadas

Al final del artículo, debajo del subtítulo **Referencias**, habrá de consignarse todas las obras referenciadas, en letra de tamaño menor a la del texto.

Libro

Primero se anotará el apellido del autor, luego, precedido de una coma, la inicial de su nombre; después, e inmediatamente luego de un punto, el año de publicación de la obra entre paréntesis; seguidamente, y en cursivas, el título de la obra; posteriormente, y después de un punto, el lugar de publicación de la obra (si la ciudad es internacionalmente conocida no hace falta señalar el país, pero, si no, solo se consigna el país), y, finalmente, antecedido por dos puntos, el nombre de la editorial. Ejemplo: Pérez, J. (1999) *La ficción de las áreas silvestres*. Barcelona: Anagrama.

Artículo contenido en un libro

En este caso, se enuncia el apellido del autor seguido de una coma, luego se pone la inicial del nombre de pila seguida de un punto; inmediatamente, entre paréntesis, la fecha. Enseguida ha de ponerse la preposición "En", y, luego, el apellido seguido de una coma y la inicial del nombre de pila del editor o compilador de la obra; indicando a continuación entre paréntesis "Ed." o "Comp.", como sea el caso; inmediatamente se señala el nombre del libro en cursivas y, entre paréntesis, las páginas del artículo precedidas por la abreviatura "p." o "pp." seguido de un punto; posteriormente, el lugar de publicación de la obra, y, antecedido por dos puntos, la editorial. Ejemplo: Mora, F. (1987). Las almitas. En Ugalde, M. (Ed.) *Cuentos fantásticos* (pp. 12-18). Barcelona: Planeta.

Artículo contenido en una revista

En este caso, se indica el apellido del autor y, luego precedido por una coma, se coloca la letra inicial de su nombre de pila; luego de un punto, y entre paréntesis, la fecha; después el título del artículo y un punto. Enseguida, va el nombre de la revista, en cursivas; inmediatamente, se indica el número de la edición o del volumen separado por una coma de las páginas que constituyen el artículo, luego se coloca el punto final. Ejemplo: Fernández, P. (2008, enero) Las huellas de los dinosaurios en áreas silvestres protegidas. *Fauna prehistórica* 39, 26-29.

Artículo contenido en un periódico

Si la referencia fuera a un diario o semanario, habría de procederse igual que si se tratara de una revista, con la

diferencia de que la fecha de publicación se consignará completa iniciando con el año, separado por una coma del nombre del mes y el día, todo entre paréntesis. Antes de indicar el número de página, se coloca la abreviatura “p.” o “pp.”. Ejemplo: Núñez, A. (2017, marzo 16). Descubren vida inteligente en Marte. *La Nación*, p. 3A.

Material en línea

En caso de que el artículo provenga de un periódico o una revista en línea, se conserva el formato correspondiente y, al final, se coloca la frase “Disponible en” seguido de la dirección electrónica, sin punto al final. Ejemplo: Brenes, A. y Ugalde, S. (2009, noviembre 16). La mayor amenaza ambiental: dragado del río San Juan afecta el río Colorado y los humedales de la zona. *La Nación*. Disponible en: http://www.nacion.com/ln_ee/2009/noviembre/16/opinion2160684.html

Autores múltiples

Cuando el texto referenciado tenga dos autores, el apellido de cada uno se separa con una coma de la inicial de su nombre de pila; además, entre un autor y otro se pondrá la conjunción “y”. Ejemplo: Otárola, A. y Sáenz, M. (1985). *La enfermedad principal de las vacas*. San José: Euned. Tratándose de tres o más autores, se coloca el apellido de cada autor separado por una coma de la inicial de su nombre de pila, luego de la que va un punto; y, entre uno y otro autor media una coma. Antes del último autor se coloca la conjunción “y”. Ejemplo: Rojas, A., Carvajal, E., Lobo, M. y Fernández, J. (1993). *Las migraciones internacionales*. Madrid: Síntesis.

Sin autor ni editor ni fecha

Si el documento carece de autor y editor, se colocará el título del documento al inicio de la cita. Al no existir una fecha, se especificará entre paréntesis “s.f.” (sin fecha). La fuente se indica anteponiendo “en”.

En caso de que la obra en línea haga referencia a una edición impresa, hay que incluir el número de la edición entre paréntesis después del título. Ejemplo: Heurístico. (s.f.). En diccionario en línea Merriam-Webster’s (ed. 11). Disponible en <http://www.m-w.com/dictionary/heuristic>. Otro ejemplo: Titulares Revista Voces Nuestras. (2011, febrero 18). *Radio Dignidad, 185*. Disponible en http://www.radiodignidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=355&Itemid=44 Puede utilizarse corchetes para aclarar cuestiones de forma, colocándolos justo después del título, y poniendo en mayúscula la primera letra: [Brochure], [Podcast de audio], [Blog], [Abstract], etcétera. Ejemplo: Cambroner, C. (2011, marzo 22). La publicidad y los cantos de sirena. *Fusil de chispa* [Blog]. Disponible en <http://www.fusildechispas.com>

6. Comunicaciones personales o entrevistas

La mención en el texto de comunicaciones personales o entrevistas se hará así: luego de una apertura de paréntesis se consigna la inicial del nombre de pila del entrevistado, después se coloca un punto y, enseguida, el apellido del entrevistado. A continuación, se pone una coma y, posteriormente, la frase “comunicación personal”; luego se coloca el nombre del mes y el día, que se separa con una coma del año

en que se efectuó la comunicación; finalmente, se pone el paréntesis de cierre. Ejemplo: “... (L. Jiménez, comunicación personal, septiembre 28, 1998) ...”.

Las comunicaciones personales no se consignan en la sección de Referencias.

7. Notas a pie de página

Podrá usarse notas a pie de página para aclarar o ampliar información o conceptos, pero solo en los casos en que, por su longitud, esos contenidos no puedan insertarse entre paréntesis en el texto.

8. Uso de cursivas y de comillas

Se usará cursivas –nunca negritas ni subrayado– para enfatizar conceptos. Vocablos en otras lenguas no aceptados por la Real Academia Española de la Lengua, y neologismos, han de escribirse también en cursivas. Asimismo, irán en cursivas nombres de obras de teatro y cinematográficas, de libros, de folletos, de periódicos, de revistas y de documentos publicados por separado. Capítulos de libros y artículos de publicaciones periódicas se pondrán entrecomillados.

9. Uso de números y unidades de medida

Cuando las cantidades sean escritas numéricamente ha de usarse un punto para separar los grupos de tres dígitos en la parte entera del número. Antes de los decimales ha de usarse coma (¡atención en los cuadros!).

Las unidades de medida, en caso de consignarse abreviadamente, habrán de escribirse en singular y en minúsculas.

10. Uso de acrónimos

Los acrónimos lexicalizados (convertidos en palabra) y devenidos nombres propios (como Unesco y Minae, por ejemplo) se escriben con solo la letra inicial en mayúscula. Los acrónimos lexicalizados que son nombres comunes (como ovni, oenegé y mipyme, por ejemplo) se escriben con todas las letras minúsculas. Los acrónimos no lexicalizados y que, por tanto, se leen destacando cada letra por separado (como UCR y EU, por ejemplo), se escriben con todas las letras mayúsculas.

11. Información del autor

En la página de apertura de cada artículo hay una muy breve presentación del autor con la siguiente información: campo de formación académica, especialidad dentro de ella, institución o entidad donde se labora o con la que se colabora y cargo que se ejerce. Además, el articulista debe adjuntar una fotografía de su rostro (o de cara y hombros) en soporte digital y en buena resolución, y su correo electrónico. En caso de varios autores, la anterior información debe ser provista para cada uno de ellos. Cuando el autor es institucional, en vez de fotografía se envía el logotipo.

12. Palabras clave

Si bien *Ambientico* no publica las palabras clave de cada artículo, se le solicitan al autor no más de cinco para usarlas en el buscador del sitio web.