



# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES

## Tropical Journal of Environmental Sciences



### Cambio climático y recursos marino-costeros

#### *Climate Change and Marine-Coastal Resources*

*Alejandro Gutiérrez<sup>a</sup> y Silvia Chacón<sup>b</sup>*

<sup>a</sup> y <sup>b</sup> Los autores, climatólogo marino y oceanógrafa física -respectivamente-, son investigadores en el Instituto Internacional del Océano para el Gran Caribe, adscrito a la Universidad Nacional, y en el programa climatológico centroamericano Ronmac, y son integrantes del Comité Asesor Técnico en Amenazas Marino-Costeras (Catamac) de la Comisión Nacional de Emergencias. Gutiérrez es director del mencionado Instituto y coordinador de Ronmac y de Catamac, Costa Rica.

#### Director y Editor:

Dr. Eduardo Mora-Castellanos

#### Consejo Editorial:

Enrique Lahmann, UICN, Suiza

Enrique Leff, UNAM, México

Marielos Alfaro, Universidad Nacional, Costa Rica

Olman Segura, Universidad Nacional, Costa Rica

Rodrigo Zeledón, Universidad de Costa Rica

Gerardo Budowski, Universidad para la Paz, Costa Rica

#### Asistente:

Rebeca Bolaños-Cerdas





# Cambio climático y recursos marino-costeros

por ALEJANDRO GUTIÉRREZ y SILVIA CHACÓN

## RESUMEN

El cambio climático y sus efectos en la biosfera preocupan actualmente incluso a aquellos científicos y tomadores de decisiones que tiempo atrás se negaron a reconocerlos en su gravedad. Y entre ellos están destacadamente interesados los del mundo desarrollado, que temen que su calidad de vida, y la de la humanidad en general, se vea seriamente dañada en el futuro. En este artículo, que es el resultado de una indagación sobre el impacto del cambio climático en los recursos marino-costeros en Costa Rica, se procura poner en claro tal impacto a partir de la información científica disponible.

*Climate change and its effects on the biosphere are now of World interest for both, scientists, some of them reluctant time ago to accept the relevancy of its effects, as for decision makers, mainly those from the privileged World now effectively interested on this argument that seems will drastically restrain our quality of life in the future. This essay is the result of a query on the climate change impact on the coastal marine resources in Costa Rica; therefore, in the following we have tried to answer such a question using the scientific information available.*

Cuando nos referimos a cambio climático, lo primero que debemos hacer es traducirlo en términos de las variables medibles a las que debemos apuntar. Y, por ello, diremos que cuando el experto en la materia piensa en esta expresión, por lo general señala la deposición exacerbada de los llamados gases de efecto invernadero en la atmósfera, el derretimiento consecuente de los casquetes polares, el aumento de la temperatura superficial del aire y del agua, el ascenso del nivel relativo del mar y sus efectos consecuentes sobre la biosfera, entendida ésta como “el espacio dentro del cual se desarrolla la vida, o sea, el conjunto de la litosfera, hidrosfera y la atmósfera” (Wikipedia 2008).

Asimismo, si pensamos en recursos marino-costeros, debemos incluir todo aquel recurso dentro de un contexto de rayo de acción marina, de potencial utilidad para el ser humano capaz de beneficiarse de éste; y, por tanto, es preciso pensar no solo en el recurso vivo (animales y plantas marinas que conforman la cadena alimenticia), sino en los recursos no vivos, como lo son los minerales en las cordilleras submarinas, los gases extraíbles del subsuelo marino, el paisaje o recurso escénico y hasta la morfología costera, parte de éste y eventualmente afectada por los efectos consecuentes del cambio climático.

## La problemática

Si consideramos las variables asociadas directamente al cambio climático, debemos apuntar que en los últimos decenios se ha efectuado una inmensa cantidad de estudios que ratifican su intensa manifestación. No obstante debemos reconocer que existen ciclos naturales, como los ciclos geológicos, los astronómicos y los geomorfológicos, capaces de magnificar, en el peor de los casos, las variaciones de esas variables en desfavor de la calidad de vida del ser humano, esos ciclos se encuentran diferenciados por completo de los efectos consecuentes del cambio del clima a partir de la *era industrial*, y se superponen (en ambas direcciones) a éstos. Los resultados de la variación del clima, tanto a escala divulgativa como en documentos especializados, resultan fácilmente consultables en la red internet, e inteligentemente resumidos en el nuevo y muy difundido libro de Al Gore *Una verdad incómoda* (2007).

En cuanto a los autores de este artículo compete directamente, el ascenso del nivel relativo del mar y la temperatura superficial del agua en la región del Gran Caribe y la parte del Pacífico Tropical Este que nos atañe, nos interesa especificar dos estudios que evidencian el sostenido (no necesariamente acelerado) ascenso del nivel

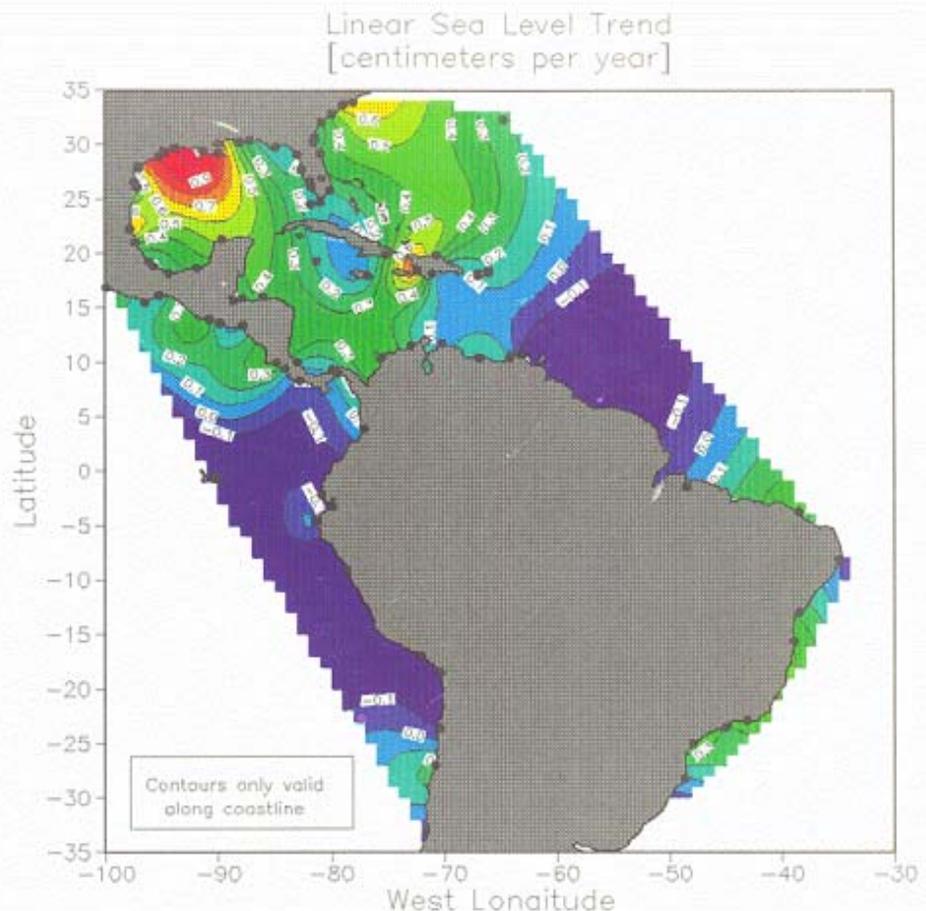
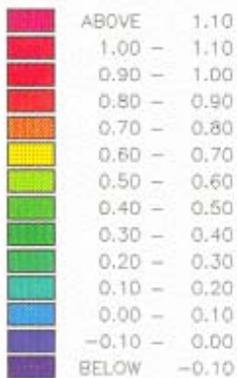
---

Los autores, climatólogo marino y oceanógrafa física -respectivamente-, son investigadores en el Instituto Internacional del Océano para el Gran Caribe, adscrito a la Universidad Nacional, y en el programa climatológico centroamericano Ronmac, y son integrantes del Comité Asesor Técnico en Amenazas Marino-Costeras (Catamac) de la Comisión Nacional de Emergencias. Gutiérrez es director del mencionado Instituto y coordinador de Ronmac y de Catamac.

relativo del mar en esas áreas (Maul 1993, IMN 2007). Según el procesamiento de secuencias temporales entre los años cuarenta y finales de los sesenta, existe un ascenso del nivel relativo del mar (o descenso relativo de la corteza terrestre) de 1,6 y 6,5 mm/año en Limón y Puntarenas, respectivamente (ver figura 1, tomada de Maul 1993) (IMN 2007). En otro estudio reciente (véase figura 2) se refleja una variación de entre 2 y 3 mm/año de ascenso del nivel relativo del mar en esos mismos puertos y el puerto de Quepos, en el Pacífico costarricense. Queda claro, por tanto, que a escala regional el ascenso del nivel relativo del mar se ha venido manifestando en el área del mar intertropical americano, ascenso que sin duda guarda una relación (por no decir correlaciona, debido a la falta de información) con la variación de la temperatura superficial del mar, aunque no existen estudios conclusivos que así lo ratifiquen en nuestra región. No obstante, de acuerdo con las observaciones de la variabilidad cuasi-periódica climática (fenómenos *El Niño* y *La Niña*), es bien sabido que las variaciones del nivel relativo del mar en nuestra región guardan una relación aproximada con aquéllas de la temperatura superficial del mar como sigue:  $27 \text{ cm}/^\circ \text{C}$ ; lo que de otro modo significa una variación de  $0,004 \text{ }^\circ \text{C}/\text{mm}$  de ascenso del nivel relativo del mar que nos obliga a esperar aproximadamente unos 100 años (según un modelo no pesimista como el que consideramos aquí) para ver un cambio permanente en la temperatura superficial del mar de  $1 \text{ }^\circ \text{C}$ , en coincidencia con la variación de la temperatura superficial del mar en Limón (ver figura 3). Este panorama, lo subrayamos de nuevo, es alterable y es de hecho alterado por fenómenos como la variabilidad climática y la actividad tectónica, que pueden magnificar en ambas direcciones las variaciones del nivel relativo del mar o de la temperatura superficial del mar de manera 100 veces mayor, en cosa de meses o segundos, por unos cuantos meses o de manera permanente (terremoto del valle de la Estrella de 1991).

Figura 1:  
variaciones del  
nivel relativo del  
mar en el Gran  
Caribe (en cm/año)

Fuente: Maul, G.,  
Ed, 1993.



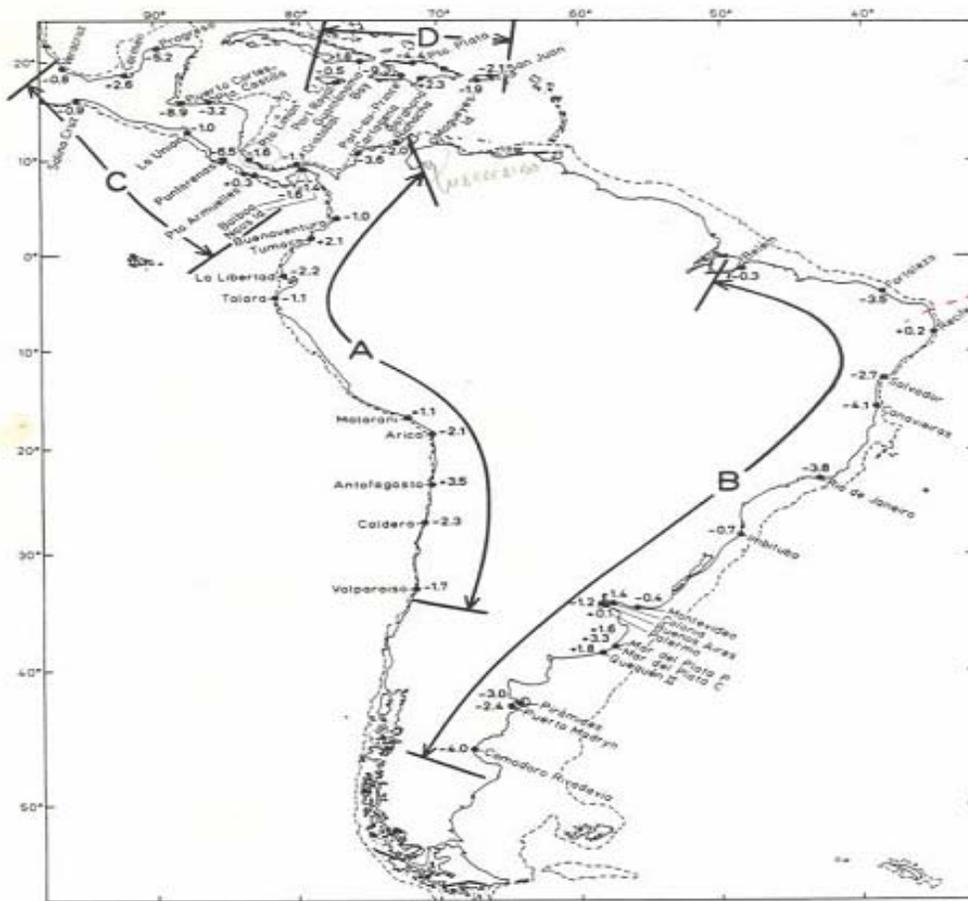


Figura 2: variaciones del nivel relativo de la superficie terrestre en Centro y Sur América. Tomado de Aubrey et al., 1988.

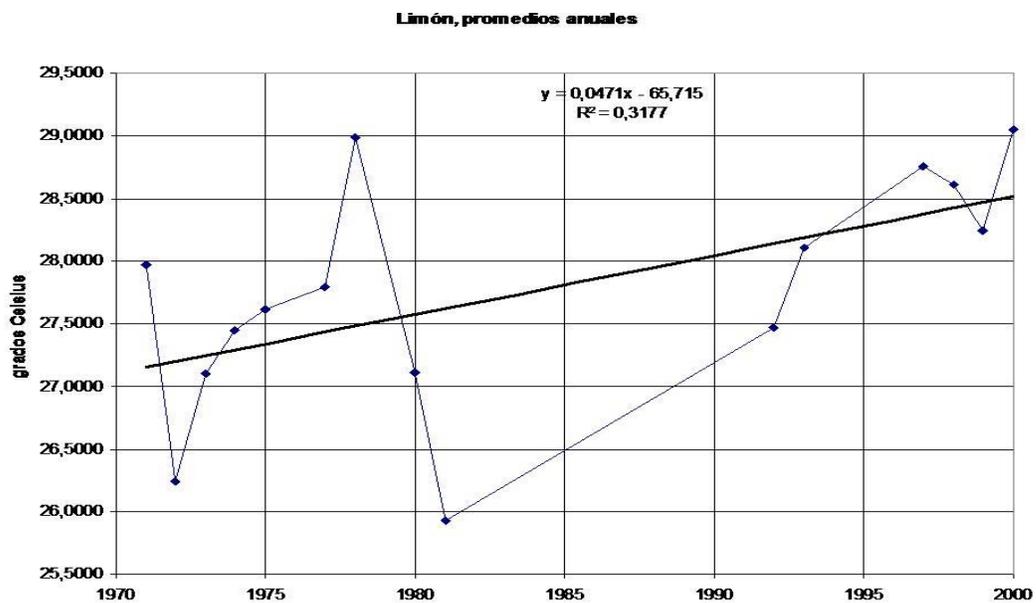


Figura 3

Contrario a la situación planteada referida a la temperatura superficial del mar, sí existe información, a partir de modelos corridos para nuestra zona, sobre la variación futura de la temperatura superficial del aire, lo que se refleja en proyecciones (Estado de la Nación 2007) (véase cuadro 1).

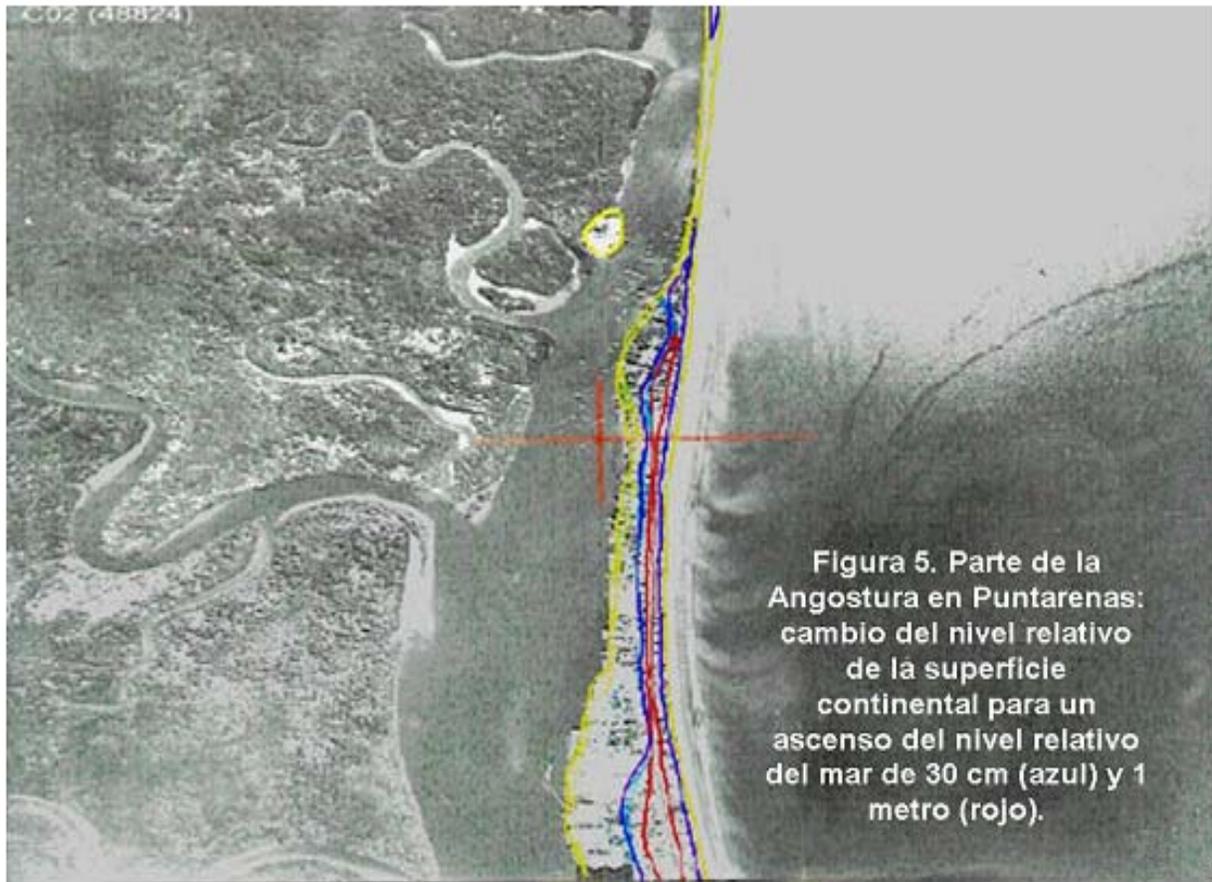
**Proyecciones climáticas en la costa, ante el peor escenario (IMN/MINAE 2007; IPCC 2007)**

Región	Temperatura	Precipitación
Pacífico norte	+5°	-20%
Pacífico central	+3.5°	+1.4%
Pacífico sur	+4°	+1.5%
Caribe norte	+3.5°	+48%
Caribe sur	+3.5°	+26%

Con lo anterior en mente, podemos anotar algunos resultados y, asimismo, extrapolar otros acerca del posible impacto del cambio de esas variables físicas sobre el recurso marino-costero en Costa Rica.

Algunos años atrás, haciendo uso de secuencias temporales de nivel del mar en Puerto Quepos y Puntarenas, un equipo de trabajo coordinado por el primer autor de este documento obtuvo resultados (Campos *et al.* 1997) para la región de la llamada Gran Puntarenas (cantones de Esparza, Puntarenas y Garabito) en las que hicimos resaltar las figuras 4 y 5 y el cuadro 2, que muestran una retrogradación (o retroceso) de la playa alrededor de la espiga de aproximadamente 2/3 partes, para un ascenso de un metro de nivel relativo del mar, y una pérdida económica en terrenos, en Puntarenas y Chacarita, correspondiente al 6,8 por ciento del producto bruto nacional. La cuantificación exacta (que en todo caso no lo fue) poco importa. Lo importante es que esta válida estimación nos da una idea de las potenciales repercusiones económicas el día de mañana, según el crecimiento de las inversiones que estamos experimentando en nuestra zona costera el día de hoy.





Cuadro 2: Valoración de Infraestructura y Terrenos, Puntarenas y Chacarita

DETALLE	MONTO COLONES	MONTO DÓLARES tipo de cambio ₡261.30	PORCENTAJE INFRAESTRUCTURA Y TERRENOS
<b>Infraestructura</b>			
1.1. Construcciones en general	37.974.836.658	145.330.412	
1.2. Construcciones valoradas independientemente	9.664.882.932	36.987.684	
1.3. Otras infraestructuras y Proyectos	68.414.539.792	261.823.725	
TOTAL INFRAESTRUCTURA	116.054.259.382	444.141.821	76,61 %
<b>Terrenos</b>			
2.1. Chacarita	13.677.300.000	52.343.283	
2.2. Puntarenas	21.760.300.000	83.277.076	
TOTAL TERRENOS	35.437.600.000	135.620.359	23,39 %
TOTAL GENERAL	151.491.859.382	579.762.180	100,00 % z

Tomando como base un producto interno bruto para el año 1997 de 2.214.228.800.000<sup>2</sup>, se obtiene que el porcentaje del producto interno bruto que representa este total de valores es del 6,8%.

<sup>2</sup> estadísticas del Banco Central.



**Figura 6: estudio de la vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar de los sectores costeros de la costa del Pacífico costarricense.**

Fuente: *Estudios de vulnerabilidad ante el cambio climático. Informe Final. San José de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional, 2000.*

Previo al estudio recién citado, una investigación sobre la vulnerabilidad de la costa del Pacífico costarricense ante el ascenso del nivel relativo del mar (correspondiente con la figura 6), que sirvió para determinar los sectores prioritarios para el estudio del IMN (2000), reflejó que los sectores definidos como 12, 9, 10, 8, 5 y 1, ubicados principalmente en el Pacífico Central, golfo de Nicoya, sector superior del Pacífico Norte y anterior al golfo Dulce, presentan el mayor riesgo de inundación futura o transgresión costera.

En un sentido más general, desde la óptica de los principales ecosistemas y aspectos socioeconómicos del Gran Caribe, es oportuno echar mano del cuadro 3 (tomado de Maul 1993) y apuntar cuanto sigue: Es importante, antes que nada, hacer notar que estos niveles de vulnerabilidad se refieren a un escenario moderado de variación tanto del nivel relativo del mar como del ascenso de la temperatura superficial del aire, así como que se omite por completo los problemas derivados de este impacto directo, cuales son -entre otros- la presión poblacional, la contaminación, la subsidencia, la erosión costera, los aspectos edilicios costeros y los conflictos entre actores sociales. Nótese que hay una tendencia de impacto opuesta del ascenso del nivel relativo del mar respecto de aquél que se deriva del ascenso de la temperatura superficial del aire. Esto tiene su lógica para los deltas y las playas, en vista de que ciertamente una inundación se opone con mayor rigor al uso de estos ecosistemas que un ascenso de la temperatura superficial del aire. Lo mismo puede decirse de las pesquerías, solo que en el sentido contrario: el comportamiento del recurso vivo marino depende mucho más de las variaciones de la temperatura superficial del aire que de un ascenso del nivel relativo del mar. E igual sucede, en los sentidos que corresponde, con los aspectos económicos referidos al turismo y las tormentas tropicales: hay una muy diferenciada tendencia de cambio en ambos. Por otra parte, para las lagunas costeras, los pastos marinos y los humedales, la tendencia de cambio es la misma.

**Cuadro 3: Implicaciones del cambio climático en el Mar Intertropical Americano**

Término de referencia	(a) ascenso del nivel relativo del mar de 20 cm	(b) aumento de la temperatura superficial del agua de 1.5°C
	Nivel de vulnerabilidad (*)	Nivel de vulnerabilidad (*)
Ecosistema		
deltas	A	B
estuarios	M	M
humedales	M	M
llanuras costeras	M	B
arrecifes coralinos	B	M
lagunas	M	M
manglares	M	B
pastos marinos	M	M
pesquerías	B	M
agricultura	B	B
bosques	B	M
ríos	B	M
lagos costeros	B	B
playas	A	B
Aspectos socio-económicos		
zonas costeras	B	M
turismo	A	M
asentamientos humanos y estructuras	M	B
salud pública	B	M
tormentas tropicales	B	A
migraciones humanas	B	M
herencia cultural	M	B

(\*) (B)= impacto bajo; M= impacto medio; A= impacto alto.

Fuente: Maul, G., Ed, 1993.

## Conclusiones

Una vez presentado el panorama anterior, queremos enfocarnos en los siguientes tres puntos conclusivos:

Es preciso entender que la realidad de cambio climático está inmersa en el contexto de la dinámica de la biosfera, de las principales variables para su control y de eso que hemos llamado los problemas derivados de éstas, que en última instancia son los aspectos que reclaman atención por parte de los tomadores de decisiones.

No obstante que en nuestro caso los estudios y simulaciones del cambio climático y sus consecuencias supongan diferentes escenarios de cambio paulatino -incremento o disminución- de las variables de control, cual es el caso de la temperatura superficial del aire y el nivel relativo del mar, es fundamental tomar muy en cuenta lo señalado por Alley (2002) a favor de una planificación preventiva: “el clima puede cambiar rápidamente (hasta 16 grados centígrados en una década o dos) cuando causas graduales empujen al sistema terrestre al límite”. Y “así como la presión creciente de un dedo que llega a causar el giro intempestivo de un interruptor y prende una luz en cosa de fracciones de segundo, la mitad del calentamiento global del Atlántico Norte desde la última era del hielo se alcanzó en una década” (revistafuturos).

Tomando en cuenta la problemática expuesta, y la urgencia de planificar a favor de una prevención de impactos negativos basándose en información científica confiable, pensamos que si menos dinero se destinara a reuniones infructuosas a favor de acuerdos por irrespetar, mucho de lo cual hemos testificado en las últimas décadas, y más dinero se destinara al monitoreo de las variables clave y al análisis de los problemas derivados, la sociedad estaría mucho más preparada no solo para afrontar las consecuencias del cambio climático, sino también para disminuir su “acelerado” crecimiento.

## Referencias bibliográficas

Alley, Richard B. 2002: *Abrupt climate change (inevitable surprises)*. National Ac. Press. Washington D.C.

Aubrey, D. G. *et al.* “Changes coastal levels of South America and the Caribbean region from tide gauges records”, en *Tectonophysics* 154, 1988.

Campos, M. *et al.* “Global warming and the impacts of sea level rise for Central America -an estimation of vulnerability-“, en *International workshop: planning for climate change through integral coastal management. Feb. 24-28, 1997. Taiwan.*

Estado de la Nación. 2006. “Efectos del cambio climático en la zona marino-costera”, en *Estado de la Nación 2006*. Estado de la Nación.

Gore, Al. 2007. *Una verdad Incómoda*. Gedisa-Greenpeace.

Instituto Meteorológico Nacional. 2000. *Estudios de vulnerabilidad ante el cambio climático. Informe Final*. San José.

Instituto Meteorológico Nacional, 2007. *Proyecciones de Cambio Climático en Costa Rica*. San José.

Maul, G. (ed.). 1993. *Climatic Change in the Intra-Americas Sea*. Edward Arnold.

*Revistafuturos*. ([www.revistafuturos.info/futuros16/cal\\_global\\_dest2.htm](http://www.revistafuturos.info/futuros16/cal_global_dest2.htm)).

*Wikipedia*. 2008 ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)).



Paulo Valerio

