

# Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo

De México

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor de la publicación

Efecto del cambio climático en el nivel medio del mar en México

La Paz, B.C.S., a 16 de agosto de 2009



Sara Cecilia Díaz Castro  
CIBNOR, S.C.  
(Centro Público CONACYT)



## Proyecto

El proyecto denominado “Escenarios de vulnerabilidad por ascenso del nivel medio del mar en el Golfo de California” financiado por el fondo sectorial SEMARNAT-CONACYT tuvo como objetivo identificar las regiones vulnerables en el Golfo de California ante el incremento del NMM y realizar un análisis espacial específico para identificar los sitios de mayor riesgo.

Para lograr el objetivo se hizo un análisis general considerando información de altimetría, geomorfología, uso de suelo y vegetación, así como de densidad poblacional. En este punto es importante señalar que las costas de Sonora y Sinaloa son muy bajas y tan sólo por esta característica tienden a ser más vulnerables. Considerando las variables antes mencionadas, fue posible identificar 13 zonas con mayor vulnerabilidad a un incremento del NMM.: Corredor Los Cabos, La Paz, Loreto, Santa Rosalía (Baja California Sur), San Felipe (BC) y el Alto Golfo (BC-Sonora), Puerto Peñasco, Bahía Quino, Guaymas-Yavaros (Sonora), Agiabampo-Ceuta (Sonora-Sinaloa), Mazatlán, Hizache-Caimanero, y la Laguna Grande-Teacapán (Sinaloa) (Fig. 2).

Al evaluar variables físicas, biológicas y socioeconómicas en cada una de estas regiones se pudo calcular un índice de vulnerabilidad que permitió jerarquizarlas. La región con mayor vulnerabilidad resultó ser el Alto Golfo.- Esta región es la que presenta mayor amplitud de marea, se trata de una playa muy baja, su acuífero ya presenta intrusión salina; respecto a las variables biológicas, en esta región se encuentra una área natural protegida denominada Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, en reconocimiento a la biodiversidad y por ser un área trascendente en la reproducción, crianza y desarrollo de especies marinas, tanto de importancia para la conservación (vaquita y totoaba), como de importancia económica como el camarón y especies de escama. De las variables socioeconómicas, la que resalta por su mayor valor de vulnerabilidad es la infraestructura costera.

En segundo lugar quedaron empatadas en vulnerabilidad las regiones de Los Cabos y Mazatlán. La región de Los Cabos la comprenden las poblaciones de San José del Cabo, Cabos San Lucas y el corredor turístico que las une; su costa tiene pendiente pronunciada, por lo que la superficie inundable no es grande; sin embargo, gran parte de su importancia radica en la actividad económica que se realiza debida a sus playas. Esta región es impactada frecuentemente por ciclones y tormentas tropicales que se originan en el Pacífico Nororiental y por ello esta expuesta al oleaje de marea que se viene con estos meteoros. Respecto a las variables biológicas en San José del Cabo se localiza el estero de San José, una zona sujeta a conservación ecológica por la riqueza de especies que alberga y la función de este sitio dentro de los ciclos reproductivos de diversas especies entre las que resaltan aves migratorias. Las variables socioeconómicas de esta región son las que presentan índices de vulnerabilidad muy altos, dada su densidad poblacional, por ser un destino turístico de importancia mundial, infraestructura vial y moderada infraestructura costera.



Figura 1. Imagen de satélite que muestra la extensión máxima del hielo sobre el mar en el periodo 2008-09 (Efe/NASA).

Dicho cambio se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que ha alterado la composición de la atmósfera mundial y esto se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables. Se ha llegado a la conclusión de que el calentamiento global es producto, en gran medida a la actividad humana, como el uso intensivo de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gasolinas, diesel, gas natural y otros combustibles derivados del petróleo) y la quema y pérdida de bosques (deforestación) son dos de las principales fuentes de este problema.

En otros tiempos, cuando ha habido glaciaciones el agua del mar se concentra congelada en las regiones de grandes latitudes y partes altas de las montañas. La última glaciación ocurrió hace aproximadamente 20,000 años, y es cuando el nivel medio del mar (NMM) estaba aproximadamente 120 m por abajo de su registro actual. Posteriormente el NMM fue incrementándose, estabilizando su tasa de incremento hace unos 2,000 a 3,000 años.

El incremento del NMM es uno de los principales efectos del calentamiento global y de 1961 al 2003 el promedio global del nivel del mar se incrementó en un rango promedio de 1.8 mm por año, pero si consideramos de 1993 al 2003 el rango fue más rápido de 3.1 mm por año según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 2007). Según diferentes modelaciones de escenarios de contaminación establecidos por el IPCC (2001), se prevé que el NMM a nivel global subirá entre 9 y 88 mm entre 1990 y 2100.

Un porcentaje considerable de la población mundial, vive sobre o muy cerca de las franjas costeras. En México, las ciudades costeras han crecido aceleradamente en los últimos 10 años y se estima una tendencia positiva en las próximas décadas por lo que resulta probable que al aumentar la población asentada en zonas vulnerables, se multipliquen los efectos negativos de un incremento en el NMM, ya que aumentarían las pérdidas materiales, así como el riesgo de vidas humanas.

Por otra parte, el cambio en el NMM no es uniforme espacialmente ya que la tasa de incremento en algunas regiones puede ser incluso mayor al promedio mundial, mientras que en otras puede haber una disminución, ya que esto depende de muchos factores como lo son las corrientes marinas, forma de la cuenca y movimientos geológicos. Así también el efecto de una misma tasa de incremento puede afectar de diferente magnitud a cada región dependiendo de variables tales como altura de la costa, tipos de playa, amplitud de marea, frecuencia de huracanes, estado de los acuíferos costeros, tipo de biota, asentamientos humanos y actividades humanas que se desarrollen en la costa.

Considerando todo lo anterior, resalta la importancia de realizar estudios específicos por regiones, que nos permitan modelar escenarios en los que se identifiquen regiones vulnerables en las costas mexicanas y así tomar acciones tendientes a minimizar los posibles impactos negativos ante un incremento del nivel medio del mar. Aunque aquí se presentan los resultados del estudio para la región del Golfo de California, se hace necesario la realización de estudios similares otras zonas costeras del país, que no hayan sido estudiadas con este enfoque, a fin de tener el mapa de zonas costeras de riesgo por el incremento del NMM en México. Es importante que los fondos mixtos de los estados de la costa mexicana, los fondos sectoriales que constituyen la SEMAR, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA, con el CONACYT, y los fondos estratégicos o especiales que se constituyan tengan el respaldo que requiere a través de los Presupuestos estatales y el PEF y por supuesto la inclusión de estas demandas de CyT en las convocatorias respectivas.

## Usuarios

Los resultados de este tipo de estudios está dirigido a los tomadores de decisiones del poder ejecutivo, municipal, estatal y federal, a fin de tomar acciones con visión a futuro a fin de reducir los riesgos por la elevación del NMM. Asimismo, el poder legislativo tendrá información a fin de sustentar modificaciones a las leyes correspondientes que regulan la actividad en las costas mexicanas. La autoridad y la sociedad en general podrán tener información sobre de las zonas de riesgo futuro, a fin de tomar las medidas necesarias para determinar el uso de suelo.



Figura 2. Ubicación de las regiones más vulnerables al incremento del NMM en el Golfo de California.

Así mismo, la zona de Mazatlán es frecuentemente afectada por las tormentas tropicales y ciclones, pero presenta una pendiente suave, por lo que los modelos de inundación resultan en una superficie de afectación considerable. De hecho, en la actualidad algunas construcciones ya se ven afectadas durante las mareas vivas, lo que nos indica que fueron construidas con un NMM más bajo al actual. Respecto a la vulnerabilidad biológica es intermedia, pero respecto a las socioeconómicas su vulnerabilidad aumenta, ya que es una ciudad con alta densidad poblacional; es un destino turístico de importancia nacional e internacional; con importantes capturas pesqueras y actividad acuícola.

## Impacto socioeconómico

Los resultados encontrados en el presente proyecto indican que hay regiones en la zona del golfo con alta vulnerabilidad. Algunas de estas zonas son de fundamental importancia por sus asentamientos humanos, la densidad poblacional y por sus actividades económicas en turismo, acuicultura y pesca. La elevación del NMM sin duda afectará la actividad humana en las costas, lógicamente afectando de manera más severa a las zonas vulnerables de México. Las pérdidas económicas podrían ser incalculables, si no se llevan a cabo acciones de prevención y ordenamiento costero. Aunque el incremento del NMM no es algo que se presente de una manera repentina, si se tiene que considerar esta vulnerabilidad en los planes de desarrollo de los municipios y estados en riesgo. Así mismo, debe incluirse modificaciones en la normatividad local y federal a fin de reducir el riesgo por el incremento futuro del NMM.

Contacto sobre la PCTI: [hnolasco2008@hotmail.com](mailto:hnolasco2008@hotmail.com)