

# 2010

## Guía rápida de uso del modelo SLAMM 6 para el cambio climático



Responsable: Xicoténcatl Vega Picos

Manomet Center for Conservation

Sciences

Red Hemisférica de Reservas par alas Aves

Playeras (RHRAP)

Subdirector RHRAP

[xicovega@manomet.org](mailto:xicovega@manomet.org)

## Contenido

I. Introducción.....	3
II. Metodología.....	5
a. Selección de sitio:.....	5
b. Datos sobre proyecciones de incremento en el nivel del mar.....	5
c. Mapas Digitales de Modelos de Elevación.....	5
d. Escenarios de los Cambios en los Niveles de Mar .....	5
e. Modelo para Efectos de Marea del Nivel del Mar (SLAMM con sus siglas en inglés) .....	5
III. Referenciass.....	10

## I. Introducción

Existe una creciente preocupación por el efecto que el cambio climático pueda ejercer sobre nuestro medio. La influencia del cambio climático en los organismos se predice que afectará fundamentalmente a aspectos de su biología tales como su distribución, fenología y fisiología. En el caso concreto de los organismos que habitan zonas costeras, los efectos del cambio climático pueden incidir directamente en una pérdida de hábitat debido a las previsiones en el aumento del nivel del mar. Las aves playeras son importantes componentes de la biodiversidad de las zonas húmedas costeras y juegan un importante papel en los flujos de masa y energía de las redes tróficas estuarinas.

El efecto del cambio climático es aún desconocido en las aves playeras debido a que puede tener impactos positivos o negativos en la distribución, poblaciones y fisiología. Los estudios para determinar estas tendencias son requeridos para la conservación, manejo y protección de estas especies migratorias, sobre todo porque un gran número de ellas son migratorias de larga distancia y en sus periplos migratorios enfrentan diversas condicionantes.

Las tendencias poblacionales de diversas especies de aves playeras van a la baja y ponen en entredicho la vulnerabilidad de las mismas a todos estos cambios y efectos negativos asociados al cambio climático y pérdida de hábitat, entre otras. A nivel global el 47% de las especies de aves playeras están en franco descenso y lo más preocupante es que las perspectivas futuras para revertir estas tendencias no son del todo favorables, sobre todo para aquellas especies dependientes de ambientes acuáticos y de las que se espera un continuo declive hasta finales del siglo 21; de nuevo, las mismas se atribuyen al impacto del cambio climático. Por tal razón la conservación de estas especies y los ecosistemas de los cuales dependen debe de ser una suma de diferentes actores, que incluyen científicos, técnicos, gestores, políticos y la sociedad en general para que sean garantes en la protección y adaptación a las necesidades biológicas de todos estos organismos, incluyendo aquellos que requieren áreas geográficas extensas.

Uno de los aspectos más relevantes e importantes que en la actualidad se vienen desarrollando para predecir los impactos del cambio climático en los ecosistemas costeros es el modelaje computacional y las formas en cómo se pueden predecir y

mitigar dichos impactos. Estos modelos, aún y cuando son predecibles, deben de ser consideradas como una herramienta fundamental en la conservación de diversas especies y sobre todo, si tomamos en cuenta, los aspectos económicos, sociales y ambientales asociados a los centros poblados y de desarrollo que se dan en zonas adyacentes.

El Modelo para Efectos de Marea del Nivel del Mar (SLAMM 6 con sus siglas en inglés) es uno de los modelos más utilizados en la actualidad para predecir los efectos de los incrementos de mareas en zonas costeras y cuáles son los procesos dominantes que involucran la conversión de humedales y las modificaciones costeras durante un incremento en el nivel del mar a largo plazo (Park et al. 1989; [www.warrenpinnacle.com/prof/SLAMM](http://www.warrenpinnacle.com/prof/SLAMM)).

El uso de este Modelo requiere de ciertos parámetros y datos que deben de ser incorporados en estas simulaciones, los cuales son incorporados en la sección de metodología.

## **II. Metodología**

### **a. Selección de sitio:**

Este programa es utilizado principalmente en regiones costeras y las mismas deben de tener ciertas características, sobre todo en el manejo o disponibilidad de la base de datos que se describe más adelante.

### **b. Datos sobre proyecciones de incremento en el nivel del mar**

Estos datos son necesarios ya que es precisamente este factor el que se espera modelar con el SLAMM. La obtención de estos datos puede ser a través de las estaciones meteorológicas o en institutos donde se obtengan los niveles diarios de marea. Un ejemplo de estos pueden ser aquellos del U.S. Fish and Wildlife Service's National Wetlands Inventory

### **c. Mapas Digitales de Modelos de Elevación**

Aquellos derivados de los sistemas de información geográfica que cada usuario pueda tener disponibles y estos deben de tener la distribución y extensión de las áreas intermareales a modelar, las cuales se preparan con fotografías aéreas y facilitan o ayudan a delinear los tipos de hábitats intermareales en los sitios a modelar. La clasificación de cada uno de los tipos de hábitats se da en base a los mismos datos y estos deberán de ser tomados en consideración.

### **d. Escenarios de los Cambios en los Niveles de Mar**

Estos cambios de escenarios se hacen en base a los datos históricos de los niveles de mar, los mismos que pueden ser sobrepuestos utilizando las predicciones o los niveles determinados por el panel de expertos en Cambio Climático (IPCC 2001) respecto al incremento de temperatura y nivel de mar, dicho aumento se proyectó en 2° C con una posibilidad del 50% de que esto ocurra y otro aumento proyectado de 4.7°C con un 5% de posibilidades. El incremento del nivel del mar en estos dos escenarios es de 34 cm y 77 cm respectivamente.

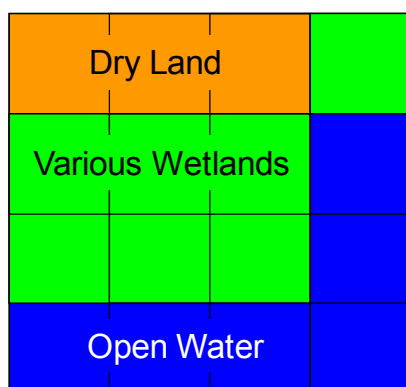
### **e. Modelo para Efectos de Marea del Nivel del Mar (SLAMM con sus siglas en inglés)**

Los cambios de hábitat en respuesta a los incrementos en los niveles de mar pueden ser modelados utilizando SLAMM. Este modelo utiliza un árbol de decisiones y algebraico

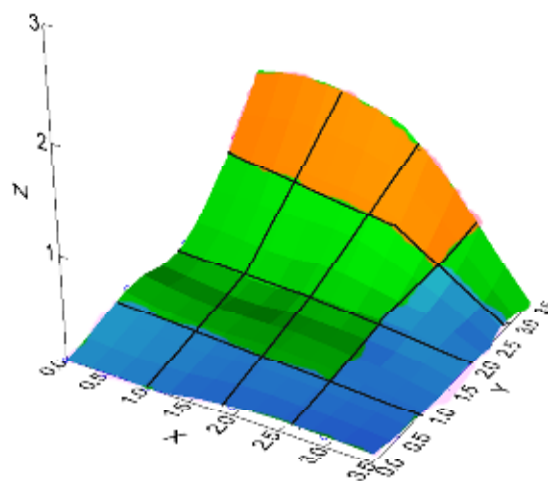
con tiempos que oscilan entre los 25 y 30 años. Este árbol de decisiones convierte los cambios en el hábitat que ocurren en celdas de 30 metros comparadas con otras en los cambios en los regímenes de inundaciones. Las variables que serán requeridas en este modelo son: elevación, tipo de hábitat, nivel de mar, sedimentación, grados de erosión, tipos de sustratos, grado de exposición de aguas marinas, salinidad, superficie en áreas afectadas y barreras de protección.

El Modelo para Efectos de Marea del Nivel del Mar (SLAMM 6 con sus siglas en inglés) es uno de los modelos más utilizados en la actualidad para predecir los efectos de los incrementos de mareas en zonas costeras y cuáles son los procesos dominantes que involucran la conversión de humedales y las modificaciones costeras durante un incremento en el nivel del mar a largo plazo (Park et al. 1989; [www.warrenpinnacle.com/prof/SLAMM](http://www.warrenpinnacle.com/prof/SLAMM)).

SLAMM simula el proceso dominante involucrado en la conversión de los humedales y las costas durante estos cambios o incrementos del nivel del mar en el largo plazo- Un complejo árbol de decisiones donde se incorporan las relaciones geométricas y cualitativas que son usados para representar las transferencias en las clases de costas. Cada sitio es dividido en celdas de áreas similares, cada celda tiene su elevación, pendiente y otra información.



2D Representation



3D Representation

Dentro del área contigua de los Estados Unidos, la mayoría de los datos requeridos para el modelo (NAOAA datos de marea, datos del inventario nacional de humedales del Servicio de Pesca y Vida Silvestre y los datos del USGS) se encuentran disponibles en la Red. Si los datos de elevación LiDAR se encuentran también disponibles estos pueden ser utilizados por el modelo y estos datos de alta calidad se recomiendan ampliamente para reducir los errores del modelo.

Versiones sucesivas del modelo se han utilizado para estimar los impactos en el incremento del nivel del mar en las costas de los Estados Unidos, por favor ver (Titus et al., 1991; Lee, J.K., R.A. Park, and P.W. Mause. 1992; Park, R.A., J.K. Lee, and D. Canning 1993; Galbraith, H., R. Jones, R.A. Park, J.S. Clough, S. Herrod-Julius, B. Harrington, and G. Page. 2002; National Wildlife Federation et al., 2006; Glick, Clough, et al. 2007; Craft et al., 2009).

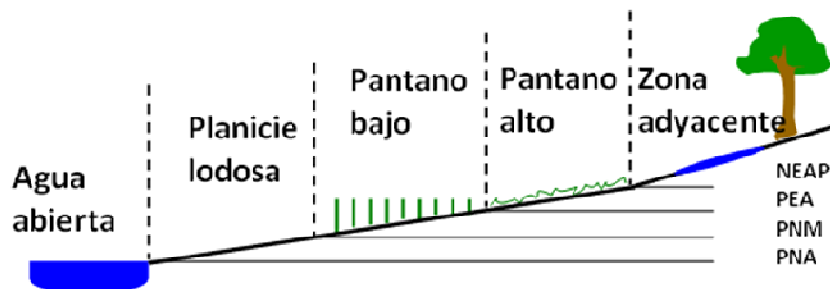
Los cambios relativos del nivel del mar es computado para cada sitio por cada tiempo, es la suma de las tendencias eustáticas históricas, los cambios específicos de elevaciones en sitio debido a los ajustes isostáticos y el acelerado incremento depende del escenario seleccionado (Titus et al. 1991, IPCC, 2001).

Dentro del SLAMM existen cinco procesos primarios que afectan la veracidad de los humedales bajo diferentes escenarios de un incremento en el nivel del mar:

- **Inundación:** El incremento en el nivel del agua y de la salinidad es evaluada por la reducción en las elevaciones de cada celda conforme se incrementa el nivel del mar, por tanto se mantiene el nivel medio de la marea de manera constante en cero. Los efectos variables espaciales de los terrenos o los rebotes isostáticos son incluidos en estos cálculos de la elevación. Los efectos en cada celda son calculados basados en la elevación mínima y la pendiente de cada celda.
- **Erosión:** La erosión se dispara en base a un umbral de máximo traído y en la proximidad del pantano al agua del estuario o al océano abierto. Cuando estas condiciones son reunidas la erosión horizontal ocurre a un rango basado en los datos específicos del sitio.

- **Sobrelavado:** Las islas de barrera con más de 500 metros de anchura se asumen que sufren un lavado a intervalos específicos. La migración de las playas y el transporte de sedimentos son calculados.
- **Saturación:** Los pantanos costeros y los estuarios de agua dulce pueden migrar a áreas más altas cercanas como una respuesta de los niveles de agua dulce a los incrementos del nivel del mar cercanos a la costa.
- **Adición:** El incremento en el nivel del mar es sobrepasado por la sedimentación y la adición vertical usando un promedio o los valores específicos del sitio para cada categoría del humedal. Los valores de adición pueden variar espacialmente dentro del dominio de un modelo dado.

## Zonificación de una Marisma Salada



### Pantano Bajo

*Spartina alterniflora*

### Pantano Alto (a menudo salobre)

*Spartina patens, Distichlis spicata*

NEAP – Nivel Elevado de Agua en primavera

PEA – Promedio Elevado de Agua

PNM – Promedio del Nivel de Marea

PNA – Promedio Bajo de Agua



La versión 6.0 de SLAMM es la más nueva del modelo SLAMM, desarrollada en 2009 y se basa en el SLAMM 5. SLAMM 6 es la primera fuente abierta de SLAMM y también tiene las siguientes mejoras:

- Adición del Componente de Consulta: la retroalimentación a la adición vertical de los humedales basados en la altura, distancia a canales y salinidad debe de ser especificada.
- Modelo de Salinidad: variables múltiples de tiempo del flujo de agua dulce pueden ser especificadas. La salinidad es estimada y mapeada en los NEAP, PEA y PNM. El cambio en hábitats puede ser específica en función de la salinidad.
- Análisis Integral de Elevación: SLAMM realizará un resumen específico del sitio sobre los rangos de elevación para los humedales derivado de los datos de LiDAR u otra fuente confiable de datos de alta resolución.
- Rangos de Elevación Flexibles para las categorías de suelos: Si los datos específicos indican que los rangos del humedal más allá de omitir los diferentes rangos del SLAMM estos pueden ser especificados dentro de la interface.
- Mejora en el Manejo de la Memoria: SLAMM ya no requiere de una memoria contigua la cual mejora considerablemente el manejo de la memoria.
- SLAMM 6 permite al usuario el importar mapas espaciales .
- Mejoras y adiciones graficas para los usuarios fueron incorporadas y terminadas.

Todos los resultados del modelo están sujetos a la incertidumbre debido a las limitaciones en el manejo de los datos, conocimiento incompleto de factores que controlan el comportamiento de los sistemas que serán modelados y las simplificaciones del mismo sistema (CREM 2008).

### III. Referenciass

- Craft C, Clough J, Ehman J, Guo H, Joye S, Machmuller M, Park R, and Pennings S. Effects of Accelerated Sea Level Rise on Delivery of Ecosystem Services Provided by Tidal Marshes: A Simulation of the Georgia (USA) Coast. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2009; 7, doi:10.1890/070219
- Council for Regulatory Environmental Modeling, (CREM) 2008. *Draft guidance on the development, evaluation, and application of regulatory environmental models*. P Pascual, N Stiber, E Sunderland - Washington DC: Draft, August 2008
- Galbraith, H., R. Jones, R. A. Park, J. S. Clough, S. Herrod-Julius, B. Harrington, and G. Page. 2002. Global climate change and sea level rise: potential losses of intertidal habitat for shorebirds. *Waterbirds* 25: 173-183.
- IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.
- Lee, J. K., R. A. Park, and P. W. Mausel. 1992. Application of Geoprocessing and Simulation Modeling to Estimate Impacts of Sea Level Rise on the Northeast Coast of Florida. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 58: 1579-1586.
- Lee, J. K., R. A. Park, P. W. Mausel, and R. C. Howe. 1991. GIS-related Modeling of Impacts of Sea Level Rise on Coastal Areas. Pages 356-367. *GIS/LIS '91 Conference*, Atlanta, Georgia.
- McKee, K. L. and W. H. Patrick, Jr. 1988. The relationship of smooth cordgrass *Spartina alterniflora* to tidal datums: A review. *Estuaries*. 11:143-15
- NWF, 2006. *An Unfavorable Tide -- Global Warming, Coastal Habitats and Sportfishing in Florida*, National Wildlife Federation, Florida Wildlife Federation, June 2006. 56 pages.
- Park, R. A. 1991. Global Climate Change and Greenhouse Emissions. Pages 171-182. *Subcommittee on Health and Environment, U.S. House of Representatives*, Washington DC.
- Park, R. A., T. V. Armentano, and C. L. Cloonan. 1986. Predicting the Effects of Sea Level Rise on Coastal Wetlands. Pages 129-152 in J. G. Titus, ed. *Effects of Changes in Stratospheric Ozone and Global Climate, Vol. 4: Sea Level Rise*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- Park, R. A., J. K. Lee, and D. Canning. 1993. Potential Effects of Sea Level Rise on Puget Sound Wetlands. *Geocarto International* 8: 99-110.
- Park, R. A., J. K. Lee, P. W. Mausel, and R. C. Howe. 1991. Using Remote Sensing for Modeling the Impacts of Sea Level Rise. *World Resource Review* 3: 184-205.

- Park, R. A., M. S. Trehan, P. W. Mausel, and R. C. Howe. 1989a. The Effects of Sea Level Rise on U.S. Coastal Wetlands. Pages 1-1 to 1-55. in J. B. Smith and D. A. Tirpak, eds. *The Potential Effects of Global Climate Change on the United States, Appendix B - Sea Level Rise*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- Park, R. A., M. S. Trehan, P. W. Mausel, and R. C. Howe. 1989b. The Effects of Sea Level Rise on U.S. Coastal Wetlands and Lowlands. Pages 48 pp. + 789 pp. in appendices. Holcomb Research Institute, Butler University, Indianapolis, Indiana.
- Titus, J. G., R. A. Park, S. P. Leatherman, J. R. Weggel, M. S. Greene, P. W. Mausel, M. S. Trehan, S. Brown, C. Grant, and G. W. Yohe. 1991. Greenhouse Effect and Sea Level Rise: Loss of Land and the Cost of Holding Back the Sea. *Coastal Management* 19: 171-204.
- Titus, J.G., and Narayanan, V. K., 1995. *The Probability of Sea Level Rise*, Washington, D.C., Environmental Protection Agency.
- Titus, J.G. and C. Richman, 2001: Maps of lands vulnerable to sea level rise: modeled elevations along the U.S. Atlantic and Gulf coasts. *Climate Research*, 18(3): 205-228.
- US Climate Change Science Program, 2009, [\*Synthesis and Assessment Product 4.1, Coastal Sensitivity to Sea Level Rise: A Focus on the Mid-Atlantic Region\*](#), January 15, 2009, U.S. Climate Change Science Program And the Subcommittee on Global Change Research, Lead Agency U.S. Environmental Protection Agency.
- Vermeer, M., and Rahmstorf, S. 2009. Global sea level linked to global temperature. *Proceedings of the National Academy of Science*