

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente



## **Peligros y Vulnerabilidad Costera (2050-2100)**

**Resumen anual del Macroproyecto:  
“Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona  
costera cubana, asociados al ascenso del nivel del mar  
para los años 2050 y 2100”**

La Habana, 25 de febrero del 2017  
“Año 59 de la Revolución”

## Peligros y vulnerabilidad costera (2050-2100)

---

### I. Introducción.

En cumplimiento del Lineamiento 107 del Séptimo Congreso del Partido Comunista de Cuba y los respectivos acuerdos del Consejo de Ministros para el enfrentamiento al cambio climático priorizando la zona costera, continúan las investigaciones científico-tecnológicas del Macroproyecto organizadas en 12 proyectos y 1 servicio científico-tecnológico.

En este informe se exponen los resultados alcanzados hasta el 11 de enero del 2017, agrupados por **bloques integrados de resultados**<sup>1</sup> según las ramas. Como acumulado en cuanto al conocimiento a lo largo de 10 años hay 29 bloques. Con relación al cierre del 2015, 19 bloques se han ratificado con 5 nuevos aportes, 6 se rectificaron con 9 nuevos aportes y 4 bloques se consideran novedosos, con 8 contribuciones.

Al resumen anual se acompaña la novena versión del Mapa de Alerta sobre el ascenso del **nivel medio del mar** debido al cambio climático, a escala 1:500 000 (1cm⇒5 000m) en una cartografía mural a modo de mapa-informe para la

---

<sup>1</sup> Todo lo señalado en **negrita** tiene una definición en el Glosario de Términos.

exposición. Está en proceso de edición el Álbum a escala 1:250 000 (1cm $\Rightarrow$ 2 500m) para el trabajo con las zonas de detalle.

## II. Resultados del Macroproyecto<sup>2</sup>.

1. Se ratifican las proyecciones de la elevación del **nivel medio del mar** para el país de 27 y 85 centímetros, para los años 2050 y 2100 en correspondencia con los rangos de valores probables estimados por el **IPCC** para todo el planeta.
2. Se ratifican las estimaciones para la elevación del **nivel del mar relativo** con el completamiento de las **mediciones mareográficas**. Los valores máximos alcanzan 31,34 centímetros para el 2050 y 84,92 centímetros en el 2100; y estos validan las proyecciones del bloque anterior.
  - Se estima que la elevación del **nivel mar relativo** ha transcurrido de forma acelerada durante los últimos cinco años, según las **mediciones mareográficas** en 5 puntos del archipiélago: Los Morros (Oeste de Pinar del Río), La Isabela (Norte de Villa Clara), Gibara (Norte de Holguín), Cabo Cruz (Suroeste de Granma)

---

<sup>2</sup> Todo lo subrayado es un nuevo aporte científico tecnológico.

y Cayo Loco (bahía de Cienfuegos). En los dos últimos lugares la velocidad promedio del ascenso fue de 3,33 y 2,57 mm/año<sup>3</sup> respectivamente, valores superiores al registrado por la estación de Siboney en La Habana, de 2,14 mm/año hasta el 2005 (Anexo 1, Figura 1, Tabla 1).

3. A partir del conocimiento de la **variabilidad climática regional** y las nuevas **mediciones mareográficas**, se ratifica el pronóstico para el **escenario** actual de los **valores extremos de la marea**, lo que contribuye a la caracterización de la costa en las zonas de detalle.

- Los días 1 y 2 de octubre de 2015, las estaciones mareográficas de la costa Norte en El Mariel, La Isabela, Punta de Prácticos, Gibara, Puerto Padre, y Manzanillo de la costa Sur; registraron los valores extremos de las **pleamares** máximas de ese año, producidos por el **huracán** Joaquín de categoría 4. Fue significativa la elevación de 227 centímetros que se midió en Manzanillo.

4. Se ratifica la estimación de los **movimientos tectónicos verticales recientes** en ambas costas que

---

<sup>3</sup> Se lee: milímetros por año.

complementan lo proyectado anteriormente en cuanto al **nivel del mar relativo**.

5. Se incorporan al análisis **variables geomorfológicas** que indican tendencias observadas en varios sectores costeros del archipiélago; a saber:

- El movimiento promedio de la **línea de costa** estimado para 12 sectores a partir del análisis combinado de fotografías aéreas digitalizadas correspondientes a 1956, con imágenes satelitales del 2013. Lo anterior demuestra que los procesos de **erosión** predominan sobre los de **acreción**. Se calculó que el mar inundó 9,85 kilómetros cuadrados de la tierra, mientras que la tierra sólo ocupó 1,72 kilómetros cuadrados del mar (Anexo 2, Figuras 2.1, 2.2 y 2.3).
- Se completó el mapa de Cuba y la Isla de la Juventud con los tipos de costa a escala 1:25 000 (1cm⇒250m); que ratifica como predominante, la costa baja de manglar con una extensión de 78,72%, y en menor grado la terraza baja con 9,44% y playa con 6,23% (Anexo 2, Figura 3).

6. Se ratifica que la superficie terrestre que quedaría sumergida de forma permanente para el 2050 abarcaría un área estimada en 2 mil 691,47 kilómetros cuadrados del territorio emergido (2,45%); y crece en el 2100 hasta 6 mil 371,05 kilómetros cuadrados (5.80%). Estas cifras serán mayores en la medida que se concluyan los estudios de las islas, cayos y cayuelos del archipiélago.
  
7. Se rectifican de forma preliminar las afectaciones esperadas para la población y el patrimonio construido ubicados hoy en 119 **asentamientos humanos costeros**<sup>4</sup>, de no tomarse medidas de adaptación ante la pérdida de tierra firme (Anexo 3, Figura 4, Tabla 2).
  - Para el año 2050 desaparecerían 14 asentamientos, de estos 11 rurales y 100 tendrían afectaciones parciales. Se estima que se afectarían totalmente 388 manzanas y 841 de forma parcial; 14 mil 195 viviendas de uso permanente y 3 mil 168 de uso temporal; así como mil 367 instalaciones. Lo anterior implicaría 41 mil 310 personas desplazadas.
  
  - Para el año 2100 desaparecerían otros 6 asentamientos, de estos 5 rurales y 99 serían

---

<sup>4</sup> En este caso, aquellos actualmente a más de un metro de altura y hasta mil metros de la línea de costa. No se incluye la ciudad de La Habana.

afectados. Se perderían en total mil 710 manzanas y de estas 904 parcialmente afectadas; 28 mil 792 viviendas de uso permanente y 2 mil 952 de uso temporal; así como mil 624 instalaciones. En base a lo anterior, la cantidad de personas desplazadas aumentaría hasta 83 mil 621.

8. Se ratifican las áreas de **tierras de la zona costera** que se afectarían por la elevación paulatina del **nivel medio del mar**, así como el impacto que ocasionarían sobre la **agroproductividad** de los suelos y las pérdidas estimadas de las cosechas para los cultivos fundamentales<sup>5</sup>.
9. Se ratifican las áreas y el alcance tierra adentro de las **inundaciones temporales** costeras de 12 y 24 horas, provocadas por **huracanes categoría 5** para los **escenarios**: actual, 2050 y 2100; mediante la generalización y el acople de los modelos físico-matemáticos que simulan los procesos fundamentales que tienen lugar.
10. Se actualizan, en consecuencia, las posibles afectaciones parciales o totales, por **inundaciones temporales** costeras provocadas por **huracanes**

---

<sup>5</sup> Arroz, caña de azúcar y cultivos varios (tubérculos y raíces).

**categoría 5** durante 12 y 24 horas respectivamente, en los **escenarios:** actual, 2050 y 2100 (Anexo 4, Tablas 3, 4, 5 y 6).

Los cálculos preliminares para los 119 **asentamientos humanos costeros** identificados como vulnerables ante la elevación del **nivel medio del mar**, considerando el evento de 12 horas, indican lo siguiente:

- En la actualidad quedarían afectadas totalmente 3 mil 243 manzanas y 855 de forma parcial; se afectarían 103 mil 560 viviendas de uso permanente, de estas 8 mil 714 de forma total; 298 mil 824 personas estarían en riesgo y de ellas, 24 mil 978 perderían sus viviendas.
- Para el año 2050, las pérdidas se estiman en 3 mil 467 manzanas totales y 749 de forma parcial. Se afectarían 108 mil 501 viviendas de uso permanente, de estas 9 mil 552 totalmente. Por su parte el riesgo se elevaría hasta 313 mil 832 personas, de ellas 27 mil 317 quedarían sin viviendas.
- Para el año 2100, las posibles pérdidas ascenderían hasta 3 mil 320 manzanas afectadas totalmente y 741 de forma parcial; 107 mil 511 viviendas de uso



permanente, de estas 8 mil 141 totalmente. Por su parte estarían en riesgo 311 mil 101 personas, de ellas 23 mil 370 perderían sus viviendas.

11. Se ratifican las áreas de **tierras de la zona costera** que estarían en peligro potencial por **inundaciones temporales** provocadas por **huracanes categoría 5** en los **escenarios**: actual, 2050 y 2100; así como el impacto que ocasionaría en la **agroproductividad**, lo cual implicaría una disminución de los niveles de producción en cultivos permanentes y temporales, principalmente de la caña de azúcar.
12. Se actualizan las medidas generales de adaptación para disminuir la vulnerabilidad costera de los **asentamientos humanos** amenazados a partir de los nuevos Planes de Ordenamiento Territorial y Urbano; así como de otros estudios de planeamiento ejecutados.
13. Se rectifica el avance de la **intrusión marina** en los **acuíferos costeros** del archipiélago para el **escenario** actual, a partir del muestreo sistemático de la calidad de las aguas en todos los pozos de la **red batométrica**, e incorporando procedimientos para el control de la precisión en las mediciones.

- Se estima que existen 574 **asentamientos humanos** vulnerables a la **intrusión marina** (Anexo 5, Figura 5).

14. Se rectifican, aplican y validan los modelos físico-matemáticos integrados para el pronóstico a corto plazo y la simulación del comportamiento actual y futuro de las variables meteorológicas, oceanográficas, **hidrológicas** y **ecológicas** para las zonas de detalle.

- Se estimaron y validaron las corrientes marinas en los golfos de Ana María, Guacanayabo y en los canales de intercambio entre las aguas interiores y el mar Caribe, mediante el análisis comparativo de mediciones e imágenes satelitales<sup>6</sup> en diferentes años (Anexo 6, Figura 6).
- Se verifica que tanto la temperatura del agua, como la salinidad de las regiones mencionadas, muestran valores mayores con respecto a observaciones anteriores, lo que pudiera relacionarse con la elevación de la temperatura del aire debido al cambio climático.

---

<sup>6</sup> Las imágenes de tipo **Landsat** son suministradas por el Servicio Geológico de los EE.UU. y están disponibles en la Internet.

- Se elabora el algoritmo matemático para estimar la capacidad protectora de las **crestas de arrecifes de coral** a partir de las mediciones del **oleaje** observado en las imágenes satelitales de alta **resolución espacial**.
15. Se ratifica la estimación del comportamiento de las corrientes marinas en la región occidental de Cuba para el **escenario** 2100, considerando las variables meteorológicas y oceanográficas actuales.
16. Se ratifican los principales elementos naturales de protección costera: **playas arenosas, humedales (bosques y herbazales de ciénaga, manglares) y crestas de arrecifes de coral**; que de modo integrado amortiguan el impacto del **oleaje** provocado por eventos meteorológicos extremos.
17. Se rectifica el inventario de **playas arenosas** del archipiélago cubano con un total de 499. Se han evaluado 257 playas y se ha comprobado que 210 (82%) presentan indicios de **erosión**. Las evidencias demuestran que 23 playas arenosas tienen **erosión** intensa y 187, moderada.

- Se dispone de información sistemática de los cambios observados en 49 **perfiles de playa** y sus **dunas**, correspondientes a 37 **playas arenosas** seleccionadas; así como de estudios específicos de la vegetación y la dinámica de las **dunas** en las playas del Este de La Habana, vinculado a su recuperación integral.

18. Se ratifica el ritmo de la **erosión** de las **playas arenosas** en el archipiélago, que se estima en 1,2 metros de retroceso de la **línea de costa** como promedio cada año; que puede ser superior, puntualmente, en algunas playas y sus sectores debido a los ciclones tropicales, los frentes fríos, entre otros eventos.

19. Se ratifica la desaparición de diez **playas arenosas**; siendo estos los reportes más significativos en cuanto a la **erosión**<sup>7</sup> provocada por la acción combinada de la actividad del hombre y el efecto destructivo final de los **oleajes** generados por los **huracanes**.

- Se verifica que el **huracán** Mathew a su paso por las cercanías de playa Santa Lucía, al Norte de Camagüey, provocó retrocesos significativos en la

---

<sup>7</sup> Hoy se consideran estos sectores como “sitios de baño” y no playas arenosas.

**línea de costa, afectaciones a la duna, así como mayor destrucción en los frentes de playa no protegidos por crestas de arrecifes de coral** (Anexo 7, Figura 7).

20. Se ratifica la hipótesis de un cambio en la dinámica de las **playas arenosas** con pérdida irreversible de la arena y afectaciones evidentes en los **humedales** costeros, y aún en las **playas de origen terrígeno**; así como los cinco tipos de **perfiles de playas** propuestos para modelar los cambios de la dinámica costera, debido a la elevación del nivel del mar.
21. Se ratifica que los **manglares**, como parte de los **humedales** costeros, están presentes en más del 50% de las costas del archipiélago cubano con una extensión del 5,1% de la superficie del país y el 20,1% del área cubierta de bosques.
22. Se rectifican las evaluaciones realizadas acerca de la capacidad protectora de los **manglares** a partir de su estado de salud y del ancho de la franja que ocupan, mediante observaciones sistemáticas en zonas de detalle seleccionadas.

- Se continúa profundizando en la caracterización de estos bosques en los sectores más afectados: desde playa Majana hasta El Cajío en el Sur de Artemisa; mediante la interpretación de imágenes satelitales validadas en el terreno y con evaluaciones semi-cuantitativas de la capacidad para su recuperación natural (Anexo 8, Figura 8).

23. Se ratifican las áreas costeras cubiertas de **bosques y herbazales de ciénaga** en el archipiélago y se incorporan en el análisis como elementos protectores.
24. Se ratifica el deterioro de las **crestas de arrecifes de coral**. Se mantienen: buenas, el 3%; poco deterioradas, 5%; deterioradas, 23%; muy deterioradas, 40% y extremadamente deterioradas, el 29%.
25. Se ratifica el **cubrimiento de las crestas por corales** de 13,67% como promedio actual para todo el archipiélago, así como el ritmo estimado de su disminución anual de 0,3%. Estas proyecciones coinciden con las tendencias calculadas para la región del Caribe, que estiman la persistencia de su máxima **capacidad protectora** por no más allá de 31 años.

- Para el 2100, se pronostica una disminución apreciable del grado de saturación de la **aragonita** presente en las **crestas de arrecifes de coral** ubicadas en los archipiélagos de Sabana-Camagüey, Jardines de la Reina y en el golfo de Cazones; lo que sugiere afectaciones notables en la velocidad de **calcificación de los corales** y cambios en los procesos de formación de las crestas.

26. Se actualiza el mapa de las **crestas de arrecife de coral** a escala 1:5 000 (1cm⇒50 m), mediante la aplicación de la metodología de localización automatizada de las crestas por interpretación de imágenes satelitales de alta **resolución espacial** (Anexo 9, Figura 9).

- Se rectifica que las **crestas de arrecifes de coral** se extienden de manera discontinua a lo largo de 655 kilómetros y ocupan un área aproximada de 91,5 kilómetros cuadrados de la plataforma insular.

27. Se dispone de una nueva metodología para identificar las **crestas de arrecifes de coral** con posibilidades para su restauración, mediante la integración de series cronológicas de imágenes satelitales con las variables

físico-biológicas que caracterizan la alimentación y reproducción de los corales.

28. Se actualizan las mediciones para la caracterización sistemática de la **composición química de las aguas oceánicas** y de la plataforma insular, como indicador de los efectos del cambio climático y la **acidificación**; y se comparan con los datos regionales que se utilizan en los modelos de pronóstico para este siglo.

- Los resultados de las observaciones no indican una tendencia hacia la **acidificación** de las aguas oceánicas y de la plataforma insular en la actualidad, excepto al Oeste del litoral de La Habana y en la bahía de Santiago de Cuba donde se han medido valores de **pH** entre 6,9 y 7,5 (Anexo 10, Figura 10).

29. Se ratifica la metodología para ejecutar **diagnósticos socio-demográficos** asociados a la determinación de la vulnerabilidad costera.



## **GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

### **Acidificación de los océanos:**

Aumento de la concentración de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en el agua de mar, que conlleva un aumento medible de su acidez. Esta puede disolver el carbonato de calcio presente en las estructuras protectoras (por ej., conchas) de la mayor parte de los organismos marinos (corales, moluscos, algas y crustáceos). Este proceso va comprometiendo la vida de los océanos.

### **Acreción:**

Término que se aplica para indicar que la tierra ha ocupado territorio del mar, mediante proceso de acumulación de sedimentos y otros materiales.

### **Acuíferos costeros:**

Capa permeable de roca capaz de almacenar, filtrar y liberar agua, situada debajo de la plataforma insular o cerca de la línea de costa. La capa de roca (o estrato) contiene muchos poros interconectados, que forman una red que permite el

paso del agua a través de las rocas. Cuando el acuífero se dispone sobre un nivel de roca impermeable, el agua no pasará a los niveles inferiores desplazándose lateralmente.

**Agroproductividad:**

Clasificación de los suelos elaborada a partir de la unificación y organización de los conocimientos sobre su potencial productivo en un sistema específico para cada cultivo, en el que son conocidas las relaciones entre las unidades clasificadas y la influencia de sus propiedades sobre los rendimientos. Se usa para predecir el comportamiento de los suelos, estimar la productividad y establecer relaciones útiles con fines de aplicación a partir de una fuente científica razonable y un nivel de agrotecnia determinado.

**Aragonita (aragonito):**

Es un mineral compuesto de cristales romboédricos de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), aspecto que lo diferencia de otros minerales carbonatados como la calcita y la vaterita. Puede encontrarse en las cuevas, formando las estalactitas

y también en la concha de casi todos los moluscos y en el esqueleto de los corales.

**Asentamientos humanos costeros:**

Sitios poblados ubicados en la franja contigua a la línea de costa, donde se ejerce la máxima interacción entre la tierra y el mar, y donde los efectos directos producidos por éste repercuten en la vegetación, las prácticas económicas y la calidad de las aguas subterráneas.

**Bloques integrados de resultados:**

Es la síntesis e integración de los resultados científico-tecnológicos de las especialidades de una o varias ramas asociadas que participan en el Macroproyecto, de cuya resultante se obtiene un nuevo conocimiento cualitativamente superior. Permite a la Dirección medir con efectividad el avance de la investigación y los aportes al conocimiento acumulado.

**Bosque de ciénaga:**

Es una formación vegetal que tiene árboles entre 8 y 15 metros de altura y crece sobre suelos ricos en materia orgánica con inundaciones temporales o permanentes (ciénagas costeras).

**Calcificación de los corales:**

Proceso de origen bio-químico mediante el cual los corales sintetizan el carbonato de calcio que conforma su esqueleto. Esta sustancia, al depositarse en el fondo marino, se acumula y forma los arrecifes coralinos.

**Capacidad protectora:**

Es el conjunto de características distintivas de las crestas de arrecifes coralinos que facilita la disipación de la energía de las olas antes de su arribo a la orilla de la costa. Entre estas se señala: la presencia de corales vivos, altos y ramificados; la forma del fondo marino, su rugosidad; entre otras.

**Crestas de arrecifes de coral:**

Extensión de relieve coralino marcadamente alargado y muy poco profundo que produce rompientes de olas y está separada de la orilla de la costa por una laguna poco profunda (plataforma insular). Comúnmente conocidas como restingas.

**Composición química de las aguas oceánicas:**

La composición química de las aguas varía como consecuencia de ciertos procesos físicos y biológicos. Para el caso que nos ocupa, está referida a la cantidad de carbono inorgánico presente en el agua de mar. Una parte es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) libre y disuelto, que reacciona con el agua formando el ácido carbónico y sus especies iónicas (bicarbonato y carbonato). La otra parte son sustancias y elementos como el carbonato de calcio presente en formas minerales: aragonita y calcita. Todas estas sustancias participan en las reacciones químicas según sus concentraciones y la temperatura del medio; como resultado del equilibrio se regula el PH del agua de mar, o grado de acidez.

**Cubrimiento de las crestas por corales:**

Área de las crestas de arrecifes coralinos cubiertas por corales vivos. Su valor se expresa en porciento, relativos a la superficie total de la cresta.

**Diagnósticos socio-demográficos:**

Recogida de datos y análisis de las variables demográficas para evaluar problemas de índole social en la población y los asentamientos humanos.

**Dunas:**

Montículos de arena sujetos principalmente a la acción del viento, de diversas formas y tamaños. Forman parte de las playas y en general de las costas arenosas, participando en la dinámica costera, casi siempre durante las tormentas y los huracanes. Las plantas que las habitan presentan adaptaciones únicas y especiales para tolerar el movimiento de las arenas y la falta relativa de agua y nutrientes. La disposición de los estratos de vegetación presentes en las dunas forma un complejo con capacidad para retener la

arena, que contribuye a su desarrollo y estabilidad.

**Ecológicas:**

Relativo a la ecología, que es la rama de las ciencias naturales dedicada al estudio de las relaciones de los seres vivos entre sí y con su entorno.

**Erosión:**

Desgaste causado por la acción mecánica del agua de mar y del viento, cuya violencia y efectos acumulativos pueden provocar la destrucción de la superficie terrestre en la costa.

**Escenario:**

Descripción argumentada y frecuentemente simplificada de un futuro verosímil, basada en un conjunto consistente y coherente de supuestos sobre las fuerzas que lo determinan (el desarrollo demográfico y socioeconómico, la evolución tecnológica) y las principales relaciones entre estos.

**Herbazal de ciénaga:**

Es una formación vegetal formada principalmente por especies herbáceas, con abundancia de gramíneas y ciperáceas que crecen en terrenos con inundaciones temporales o permanentes (ciénagas).

**Hidrológicas:**

Relativo a la hidrología, que es la rama de las ciencias naturales que se ocupa de estudiar la distribución espacial, temporal y las propiedades del agua presente en la atmósfera y la corteza terrestre. Examina las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evaporación y las masas de hielo (glaciares).

**Humedales:**

Ecosistemas en la frontera entre el agua y la tierra. Comprende las zonas de marismas, pantanos, turberas; y en general, las superficies cubiertas de agua de forma permanente o temporal; ya sean estancadas o corrientes; dulces, salobres o saladas. Incluye las



extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no excede los 6 metros.

### **Huracanes:**

Ciclón tropical migratorio, con fuertes vientos y lluvias, que se origina sobre los océanos en algunas regiones próximas al ecuador, en particular aquel que surge en las Antillas, incluso en el golfo de México. Está formado por una masa de aire húmedo caliente que gira alrededor de un centro de bajas presiones en sentido contrario a las manecillas del reloj. Los huracanes se clasifican en 5 categorías (escala Saffir-Simpson) según la intensidad del viento, medida como su velocidad promedio durante 1 minuto. Ellas son: Categoría 1, entre 119 y 153 km/h; Categoría 2, entre 154 y 177 km/h; Categoría 3, entre 178 y 209 km/h; Categoría 4, entre 210 y 249 km/h; Categoría 5, más de 250 km/h.

### **Huracanes Categoría 5:**

Clasificación máxima para los huracanes de gran intensidad, capaces de ocasionar daños catastróficos

producto de la acción combinada de los fuertes vientos, las intensas lluvias y las penetraciones del mar tierra adentro. Las inundaciones pueden llegar a las plantas bajas de los edificios cercanos a la costa y requieren la evacuación masiva de las áreas residenciales en peligro.

**Intrusión marina:**

Es aquella situación estable en que bajo un espesor de agua dulce se encuentra agua de composición marina, pura o diluida por mezcla; así como su progresiva mineralización por aumento del volumen de agua marina en el sistema subterráneo a causa de la penetración tierra adentro del mar.

**Inundaciones temporales:**

Son consecuencia de la elevación del nivel medio del mar y la penetración continua del agua tierra adentro en zonas costeras, producidas por los efectos del oleaje y la surgencia asociada a los huracanes, en caso de que estos u otros sistemas meteorológicos se trasladen más o menos próximos a la zona afectada. Se agravan por las

deficiencias del drenaje natural, la deforestación, la presencia de terrenos bajos, y la ausencia, deficiencia u obstrucción de los drenajes en los asentamientos. En los pronósticos y avisos de alerta temprana ante eventos meteorológicos, las inundaciones costeras temporales suelen clasificarse, según la altura significativa de las olas que las origina, de esta forma: Ligera, entre 3 y 4 metros; Moderada, entre 4 y 5 metros y Fuertes, mayor de 5 metros.

**IPCC:** Ver Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

**Landsat:**

Serie de satélites de observación de los recursos naturales de la Tierra. Se agrupan en un programa espacial dirigido por la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio de los EE.UU., NASA por sus siglas en inglés, cuyo objetivo es proporcionar imágenes que cubren alrededor de 32 mil 400 kilómetros cuadrados cada una, en varias bandas del espectro electromagnético, desde el visible hasta el infrarrojo. La resolución espacial varía desde los 15

metros (banda pancromática) hasta los 30 metros (banda multiespectral). Hoy sólo opera el Landsat-8, puesto en órbita el 11 de febrero de 2013.

### **Manglares:**

Bosques siempre verdes de las zonas tropicales y subtropicales del planeta. Se desarrollan principalmente en las costas bajas interiores, asociadas a oleaje con baja energía, o a los deltas de los ríos; donde se reciben aportes abundantes de agua dulce y acumulaciones de fango rico en materia orgánica como sustrato. Las variaciones permanentes de salinidad son superiores a 5 ‰ y no mayores de 40 ‰, las lluvias muy frecuentes y las temperaturas altas y estables.

### **Mediciones mareográficas:**

Registros seriados de las variaciones del nivel del mar (mareas) que se obtienen a través de un instrumento de medición denominado mareógrafo; que constituyen la base para referenciar las altitudes de los lugares y los accidentes geográficos a nivel local, nacional y global. Por

regla general, los mareógrafos se colocan a la entrada de los puertos e informan a los barcos la disposición del calado. Forman parte de las redes meteorológicas y oceanográficas de ayuda a la navegación.

### **Movimientos tectónicos verticales recientes:**

Son los movimientos de la corteza terrestre, de períodos cortos, con intervalos de tiempo de decenas y centenas de años, incluyendo los actuales. Se manifiestan desde los últimos 6000 años, durante los cuales el nivel medio del mar se ha establecido relativamente.

### **Nivel medio del mar:**

Es el valor promedio del nivel del mar durante un período lo suficientemente largo para que los valores temporales (como las olas, mareas, etc.) se cancelen estadísticamente entre sí. No debe confundirse este término con el de nivel del mar relativo, que miden los mareógrafos.

**Nivel del mar relativo:**

Es el nivel del mar medido mediante un mareógrafo con respecto a la tierra firme en que está situado.

**Línea de costa:**

Línea de coincidencia de la costa con el nivel medio del mar. También se define como el límite variable entre la tierra firme y el mar. Es uno de los elementos principales que registra la cartografía en los mapas.

**Oleaje:**

Se denomina así a las olas que se han movido o trasladado desde la región que las engendró. El efecto acumulativo del oleaje sobre la orilla de la costa origina una elevación adicional del nivel medio del mar.

**Panel Intergubernamental de Cambio Climático:**

También se conoce como Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Es una organización internacional ratificada por la Asamblea General de las Naciones Unidas, que fue constituida en 1988 por

la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Su misión consiste en analizar la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático y evaluar sus consecuencias medioambientales y socioeconómicas; así como formular estrategias de respuesta realistas. El IPCC se organiza en tres grupos de trabajo independientes, cuyas unidades técnicas de apoyo son financiadas por los países desarrollados y tiene una Secretaría con sede permanente en Ginebra, Suiza. Se dirige a través de un Buró de 30 miembros que preside el Dr Rajendra K. Pachauri, elegido en mayo del 2002. El panel ha venido desempeñando un papel primordial de ayuda a los gobiernos para adoptar y aplicar políticas de respuesta al cambio climático y particularmente, de asesoramiento fidedigno a la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, constituida en 1992, y de su Protocolo de Kyoto de 1997; para lo cual ha publicado cinco Reportes de Evaluación en 1990, 1995, 2001, 2007 y 2014.

**Perfiles de playas:**

Esquema o corte perpendicular a la línea de costa en un sector de playa que muestra las dimensiones verticales y horizontales del relieve del litoral. Su extensión hacia tierra y hacia el mar, así como sus límites, se obtienen de analizar el intercambio dinámico del material (sedimentos) entre sus partes, según las condiciones de viento y oleaje. Incluye tanto las dunas como las barras de arena en la pendiente submarina.

**pH:**

Es la magnitud química que caracteriza el grado de acidez de una disolución. Su valor es un número adimensional relacionado con la concentración de los iones hidrógeno, con carga positiva, presentes en la disolución acuosa. Según la escala, el pH varía entre 0 y 14 unidades. Se clasifican como ácidas las disoluciones con pH menores que 7 y neutra, cuando el valor es igual a 7, por ejemplo el agua pura.



**Playas arenosas:**

Son lugares bajos de la costa en los que se depositan sedimentos (arena) cuyas partículas (granos) componentes no son mayores de 2 milímetros.

**Playas de origen terrígeno:**

Son las playas cuyas arenas depositadas se formaron de la tierra de cuencas hidrográficas, o durante el trayecto hacia el mar, producto del arrastre fluvial. La clasificación incluye las playas donde los sedimentos mayoritarios de tierra están mezclados con materiales de origen puramente marino.

**Pleamar:**

Fin del movimiento creciente de la marea, que es el momento cuando el agua alcanza su nivel más alto.

**Red batométrica:**

Conjunto de puntos de medición en profundidades acuáticas para conocer la calidad del agua. En este caso se refiere a la concentración de sales en un acuífero (agua subterránea), sea costero o de tierra adentro.

**Resolución espacial:**

Se refiere a la dimensión mínima del punto o píxel correspondiente a una imagen digital, expresada en unidades lineales relativas al terreno. Frecuentemente se utiliza la abreviatura GSD (ground sample distance) para su denominación.

**Tierras de la zona costera:**

Se refiere a las tierras más cercanas a la línea costera, clasificadas según su uso. Las de uso forestal están ocupadas por las siguientes formaciones vegetales: manglares, herbazales de ciénaga, bosques, matorrales que incluyen las áreas cubiertas de marabú y el resto de la vegetación asociada a otros ecosistemas naturales. Por su parte, aquellas de uso agropecuario se refieren a las áreas de cultivos temporales (arroz, tabaco, tubérculos y raíces, vegetales) y permanentes (caña, plátano, cítricos y frutales), los pastos naturales y artificiales, entre otros.

**Valores extremos de la marea:**

Valores límites, máximos o mínimos del nivel del mar, que se miden para un período determinado, normalmente un año. Están asociados a movimientos periódicos de ascenso y descenso de las aguas en las costas, por influjo de la atracción gravitatoria combinada que ejercen el Sol y la Luna sobre nuestro planeta; entre otros factores.

**Variabilidad climática regional:**

Denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, anomalías, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales (meses, años o décadas) de una extensa zona geográfica; por lo general más amplia que las referidas a los fenómenos meteorológicos. Se debe principalmente a procesos internos naturales del sistema climático, y en menor medida a la influencia del hombre y las fuerzas externas. Dos ejemplos clásicos son los fenómenos del Niño (calentamiento de las aguas en el Océano Pacífico tropical) y su fase opuesta, La Niña.

**Variables demográficas:**

Aquellas que caracterizan cuantitativamente los estudios de población; identificadas con sucesos, tales como: la fecundidad, la mortalidad, la nupcialidad, los divorcios y la migración y dentro de estos, con ciertos caracteres bien definidos (edad, sexo, número de hijos, etc.). Se utilizan según el lugar de ocurrencia, o sitio geográfico donde se produce un hecho; pero se obtienen conjuntamente por el lugar de residencia, o sea, por el sitio geográfico donde habita cada persona de manera estable.

**Variables geomorfológicas:**

Aquellas que caracterizan cuantitativamente las formas del relieve, en nuestro caso las propias de la zona costera, muy asociadas a los procesos de erosión y acreción.