

Anexo 4. Caracterización de la intrusión salina en acuíferos costeros, por tramos según humedales de interés

Tramo	Situación actual	Caracterización hidrogeológica del tramo y recomendaciones hasta el 2100
Tramo III. Península de Hicacos Nuevitas Archipiélago Sabana-Camagüey Sub-Tramo III-1 Península de Hicacos	En la península las aguas subterráneas presentan alta salinización por sobreexplotación, con SST > 1 G/L. No son utilizables “de forma natural”. Hay presencia de contaminación biológica, también.	En la península de Hicacos, en las formaciones acuíferas de ambas costas, se presentan aguas salobres y muy salobres, de SST > 1 G/L, con muy escaso horizonte local de agua “dulce” (“lente” o “burbuja casi plana”), de equilibrio químico muy inestable. <i>Con la elevación del nivel del mar la mineralización de estas aguas se incrementará de forma natural, y la explotación del acuífero será aun más difícil de realizar (solo para “desalinizadoras”).</i>
Tramo III. Península de Hicacos Nuevitas Archipiélago Sabana-Camagüey Sub-Tramo III-2 de Camajuaní a Remedios	Sector muy explotado, con presencia de aguas con intrusión, con SST>1 G/L en las zonas más costeras.	Existen aguas a presión debido a la capa potente de sedimentos que cubren el acuífero subyacente (calizas y conglomerados, y areniscas), que a veces hace surgir sus aguas de forma espontánea. Vulnerables en general por extracciones sensibles. <i>Es una parte importante del Tramo, de buena acuosidad, pero no exenta del peligro de ser intrusionada por acciones naturales (CC) y de origen antrópico (extracciones grandes, fundamentalmente). Valen las recomendaciones dadas anteriormente en cuanto a las extracciones.</i>
Tramo III. Península de Hicacos Nuevitas Archipiélago Sabana-Camagüey Sub-Tramo III- 3 de Remedios a Yaguajay	Sector muy explotado, con presencia de intrusión marina, con SST>1 G/L en las zonas más costeras	El acuífero está conformado por areniscas, conglomerados, brechas, calizas y margas del cretácico, y calizas del jurásico, cubiertos por sedimentos arcillosos de variada potencia. <i>Acuosidad baja</i> en la parte superior y de <i>acuosidad alta</i> en la parte inferior. En general son acuíferos con cierta presión. Está siendo explotado con gran intensidad. <i>Valen las recomendaciones dadas anteriormente en cuanto a las extracciones, pues el peligro de incremento en la mineralización de sus aguas subterráneas está latente.</i>
Tramo III. Península de Hicacos Nuevitas Archipiélago Sabana-Camagüey Sub-Tramo III-4 Sub-Tramo de Yaguajay a Esmeralda	La intrusión salina se ha hecho sentir ya, con entradas de aguas salobres, de SST > 1G/L.	El acuífero micénico (calizas carsificadas) es potente, de gran acuosidad, altamente explotado, cubierto por sedimentos arcillosos de considerable también, y en parte cenagosos, que le concede cierta presión local. <i>Como en todas las formaciones acuíferas costeras, hay que extremar los cuidados sobre la acción del hombre sobre ella, para “impedir” el avance salino por esta causa, y “mitigar” los efectos del CC.</i>

<p>Tramo III. Península de Hicacos Nuevitas y Archipiélago Sabana-Camagüey Sub-Tramo III-5 de Esmeralda a Nuevitas</p>	<p>Están influenciados por la intrusión salina de origen antrópico.</p>	<p>Están presentes calizas del mioceno cubiertas en parte por depósitos cuaternarios arcillosos. También son potentes <i>Como en todas las formaciones acuíferas costeras, hay que extremar los cuidados sobre la acción del hombre sobre ella, para “impedir” el avance salino por esta causa, y “mitigar” los efectos del CC.</i></p>
<p>Tramo III. Península de Hicacos Nuevitas y Archipiélago Sabana-Camagüey Sub-Tramo III-6 Archipiélago Sabana-Camagüey</p>	<p>Con mineralización atrapada en condiciones naturales, y muy influenciados por la acción del hombre y la naturaleza.</p>	<p>Agua en depósitos de origen calcáreo, <i>Son muy inestables químicamente, e incrementan la salinidad de sus aguas rápidamente bajo acciones antrópicas aún “muy leves” o “poco perceptibles”. Serán cualitativa y cuantitativamente muy afectados por el CC y ascenso de mar.</i></p>
<p>Tramo IX. Cabo Cruz a Cayo la Salina y Archipiélago de los Jardines de la Reina Sub-Tramo IX-1 del Golfo de Guacanayabo</p>	<p>Muy influenciada por las condiciones naturales y acciones antrópicas. Existencia de Intrusión Salina.</p>	<p>En el borde más costero del tramo se localizan depósitos areno-arcillosos, guijarros arenosos, de edad cuaternario que sobreyacen los depósitos carbonatados del mioceno (cabo Cruz a Manzanillo, con aguas de calidad química muy inestable, sobrayaciendo las salinas que se encuentran en el mioceno; y Guayabal a Santa Cruz del Sur, de mayor potencia acuífera, donde producto de las extracciones se ha producido desequilibrios químicos, con intrusión salina marina). Son prácticamente acuíferos “libres”. En la parte central del tramo se encuentran depósitos deltaicos del río Cauto. La formación acuífera es del tipo estratificado, con alternancias de arenas, linos, gravas, etc. El acuífero superior presenta intrusión salina extendida por toda la formación. <i>Es de pronosticar movimientos “tierra adentro” de la intrusión salina marina aun cuando no se incrementasen las extracciones de agua subterránea en la zona costera. El ascenso del nivel de mar seguramente afectara de forma negativa este territorio, tanto por la entrada de agua salobre por las descargas superficiales, como por la permanencia de las extracciones programadas.</i></p>
<p>Tramo XI. Boca del Guaurabo a Playa Larga (Bahía de Cochinos) Sub-Tramo XI-1 Desde Casilda (Guaurabo) hasta</p>	<p>Son acuíferos altamente vulnerables a la intrusión salina marina, y en algunas partes presentan elevada mineralización (SST > 1 G/L).</p>	<p>Los acuíferos de este tramo están expuestos plenamente a la acción de las aguas marinas, y están generalmente salinizados naturalmente, tanto en las formaciones granulares como en las calizas carsificadas. Los acuíferos son libres y abiertos al mar, con muy poca potencia de agua “dulce”, que los hacen prácticamente no útiles para abastecimientos de importancia,</p>

<p>la Bahía de Cienfuegos.</p>		<p>hidrogeológicamente hablando.</p> <p>En la franja este de la Bahía de Cienfuegos se encuentra desarrollado un acuífero en rocas de areniscas, conglomerados, calizas y brechas del paleógeno y del cretácico, de baja acuosidad y poco potentes, con explotación para agricultura. Se encuentra intrusión marina por factores naturales y antrópicos.</p> <p><i>Es de esperar que la influencia del CC y ascenso del nivel del mar deterioren aun más la calidad de las aguas del Sub-Tramo, debido a su alta vulnerabilidad (SST >> 1G/L en escenarios futuros).</i></p>
<p>Tramo XI. Boca del Guaurabo a Playa Larga (Bahía de Cochinos)</p> <p>Sub-Tramo XI-2 De Bahía de Cienfuegos a Este de Bahía de Cochinos.</p>	<p>Este Sub-Tramo es complejo, pues existen partes con intrusión salina evidente (SST>1G/L) y otras con surgencias de agua “dulce” (SST<1 G/L). En este tramo hay surgencias de agua relativamente “dulce” en la costa y en la plataforma somera marina.</p>	<p>Los acuíferos que aparecen en este tramo son carbonatados-cálcicos (altamente carsificados), muy vinculados al mar, donde descargan sus aguas. Existen salidas importantes de manantiales cársticos en gran parte de su zona litoral. La mineralización de las aguas subterráneas sobrepasa con creces el 1G/L. En condiciones naturales y bajo la acción del hombre, se han podido detectar horizontes salinos importantes, vinculados a la relación agua dulce/agua de mar, en el curso. En la zona de Jaragua existió una gran explotación de agua subterránea para uso agrícola, fundamentalmente, que puso en peligro todo ese tramo. En general el equilibrio químico de las aguas subterráneas es endeble, y se afecta muy fácilmente, lo que influye en el avance tierra adentro de la intrusión salina.</p> <p><i>Mientras no se produzcan “acciones antrópicas mayores que las actuales”, sería posible mitigar en algo el efecto del CC y el ascenso del nivel del mar. Toda acción humana deberá resultar “positiva”, tanto usan la Recarga Artificial de Acuíferos, como formas horizontales de extracción.</i></p>
<p>Tramo XII. Playa Larga (Bahía de Cochinos) a Cabo Francés y Archipiélago de los Canarreos</p> <p>Sub-Tramo XII-1 de Playa Larga (Bahía de Cochinos) a Punta Mogote</p>	<p>Poco explotados en estos momentos, realmente, y mucho menos con tecnologías especiales.</p>	<p>Los acuíferos que aparecen en este tramo son carbonatados cálcicos (altamente carsificados), muy vinculados al mar, donde descargan sus aguas. Existen salidas importantes de manantiales cásticos como en de Caleta Coletón, en Bahía de Cochinos. Sobre las rocas acuíferas sobreyacen un humedal, el de la Ciénaga de Zapata, el más grande de Cuba, y sitio Ramsar (área protegida). Existen corrientes fluviales con aguas salobres (rio Salado) y aguas dulces como en parte las de rio Hatiguanico. La mineralización de las aguas subterráneas sobrepasa con creces el 1G/L, siendo de 3 a 10 G/L. En condiciones naturales y bajo la acción del hombre, se han podido detectar horizontes salinos importantes, vinculados a la relación agua dulce/agua de mar, en el curso. Muchas</p>

		<p>captaciones presentan aguas de mineralización elevada. No existen muchas captaciones en este tramo.</p> <p><i>Muy vulnerable a los CC y en peligro siempre por las acciones antrópicas, estas últimas deberán ser incrementadas en el futuro, debido al desarrollo de la Capital y el local. Debe estudiarse la forma de “proteger realmente” los acuíferos que en ella se encuentran, deteniendo “dentro de lo factible” las descargas al mar de agua subterránea “dulce”.</i></p>
<p>Tramo XV. Francés a Punta del Este. Isla de la Juventud. Costa Norte</p>	<p>Intrusión Salina a través del rio Las Casas (aporte).</p>	<p>La intrusión salina está presente en este tramo en el rio Las Casas, que afecta el acuífero de Gerona, que abastece a Nueva Gerona.</p> <p><i>Existen otros puntos asociados a intrusión salina, como los de Cocodrilo (suroeste) y al oeste de Lanier. Faltan por realizar investigaciones más precisas en este sentido. Son muy vulnerables las formaciones acuíferas a la contaminación marina.</i></p>

Fuente: Arturo González Báez y Ernesto Flores Valdés, Grupo Empresarial de investigaciones y Empresa de Investigaciones Proyectos Hidráulicos de la Habana, GEIPI, ajustado.

Anexo 5. Efectos de la variabilidad natural y el cambio del clima en los humedales

Las sequías y los ciclones tropicales son eventos meteorológicos asociados a la variabilidad natural del clima. Aunque en el planeta existen diversos tipos de climas con características muy diferentes, condicionadas por los llamados factores climáticos de cada zona o región del mundo, el clima de la tierra es muy dinámico y ese dinamismo es expresado por la variabilidad climática.

La variabilidad en ocasiones está marcada por las anomalías climáticas o eventos extremos que pueden devenir en desastres, lo que ha sido motivo de preocupación para la Comunidad Científica Internacional, al considerar que si cambia el clima, la variabilidad también pudiera cambiar. (Paz, 2012)

Hoy los pronósticos relacionados con los cambios climáticos refieren una tendencia al aumento en la frecuencia e intensidad de tales eventos. Estos pueden ocasionar desastres capaces de superar la capacidad de respuesta de cualquier región del mundo, por sus efectos pueden morir miles de personas, otros tantos quedar sin hogar, sin agua potable, sin alimentos y los daños a la naturaleza y la economía son cuantiosos como para hacer que colapse la estabilidad de un país.

A pesar de que el aporte de lluvias de un ciclón tropical pudiera tener un efecto positivo para la provisión de agua en los Humedales, al mismo tiempo ello representa la existencia de un peligro latente, expuestos, en el caso de los huracanes, al azote de los fuertes vientos, impactos de la marea de tormenta, e inundaciones por las intensas lluvias que suelen acompañar a los mismos.

Por lo devastadores que resultan los efectos asociados a estos organismos tropicales, en la región del Caribe se ha conferido mayor importancia a la vigilancia de los sistemas ciclónicos. En tanto, algunos países han puesto atención especial a la sequía, pues en las últimas décadas, semejante a lo ocurrido en otras zonas del mundo, esta área geográfica también ha sido afectada por la sequía, fenómeno que ha presentado una tendencia creciente, ocasionando daños de consideración a la naturaleza, la economía y la sociedad.

La sequía destaca por ser un fenómeno de lento desarrollo, pero no menos dañino que otros desastres, posee una mayor duración, abarca extensas áreas y afecta a mayor cantidad de ecosistemas a la vez, aunque su ocurrencia no provoca el impacto violento de los terremotos, tsunamis y huracanes, sí ocasiona una degradación lenta de la naturaleza, la economía y la calidad de vida de población.

Entre las características del clima de Cuba se destaca la presencia de ciclones tropicales y sequías; por sus impactos estos pueden ser considerados fenómenos meteorológicos extremos y requieren ser observados con atención

Por su parte el cambio climático, es el cambio del clima atribuido, directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica mundial, y se suma además a la variabilidad natural observada durante períodos de tiempo comparables, según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio (CMCC).

En resumen, es el resultado de la modificación del clima respecto a sus valores históricos a macro escala. Aunque se trate de cambios de orden natural, se les asocia directa o indirectamente con el accionar humano sobre el planeta.

Al respecto Paz (2012), plantea que en épocas tan tempranas como el año 1856, el tema fue abordado por el científico sueco Svante Arrhenius, cuando publicara en la revista *Philosophical Magazine* su artículo "Sobre la influencia del ácido carbónico en la temperatura del aire sobre la tierra". Donde trataba la relación de la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera y el incremento de la temperatura. También aquí este autor llamaba la atención sobre la contaminación atmosférica, producida por las emisiones de la quema de combustible fósil y el incremento de la temperatura de la misma.

Hoy muchas regiones del mundo se encuentran ante un enorme reto impuesto por el cambio climático, con variaciones en la temperatura, y en la precipitación, además del consenso en cuanto a que los eventos naturales extremos pudieran ser más frecuentes y catastróficos.

En tanto, en el caso de los humedales se puede esperar impactos de consideración tales como: Inundación o desplazamiento de los mismos, incremento de las inundaciones por marea de tormenta, aumento de la salinidad, erosión y retroceso de la línea costera, desecación del humedal, incremento de incendios de la vegetación, entre otros. Por su repercusión, en tal aspecto se destacan tres problemáticas básicas a tomar en consideración: la sequía, los huracanes (dentro de los ciclones tropicales) y el cambio climático.

Ello resultó elemento motivador de la presente investigación, que trata las problemáticas ambientales asociadas a la variabilidad natural y los cambios del clima, empleando como escenarios los humedales cubanos, tributando al conocimiento sobre las afectaciones ambientales producidas al respecto.

Tomando en cuenta los aspectos señalados se plantea el siguiente objetivo:

Identificar las problemáticas ambientales de los humedales asociadas a la variabilidad natural y los cambios del clima en Cuba.

Para lograr el cumplimiento del objetivo propuesto, se aborda la sequía y los ciclones tropicales como expresión severa de la variabilidad climática natural y el cambio climático visto desde sus proyecciones futuras para Cuba hasta el año 2100.

La sequía

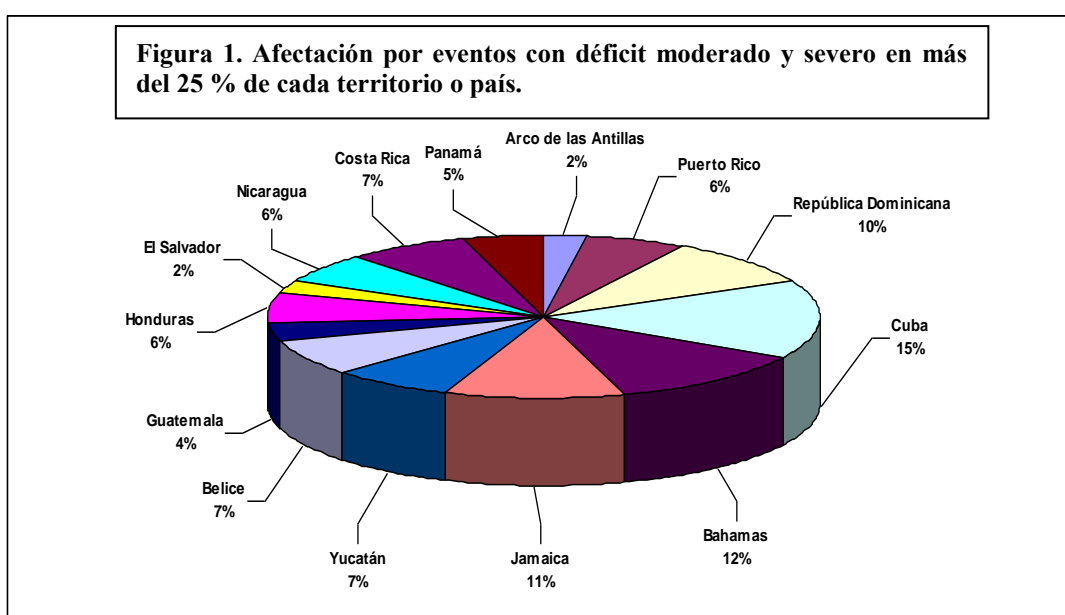
La sequía es una de las causas fundamentales de desastres a nivel mundial, resultado de un lento proceso y definida como una función de diferentes elementos, tales como duración, área afectada e intensidad (Centella, et al., 2006). Considerada como el principal azote climático, porque son muy pocas las regiones en el mundo que no la padecen (Roque, et al., 2008).

En las últimas décadas, el Caribe ha sido afectado por la sequía, con una tendencia creciente, ocasionando daños de consideración, Cuba no ha estado exenta de ello, por tal

motivo se han implementado sistemas operativos de vigilancia de este fenómeno en algunos países, entre los que Cuba está en la avanzada, estudiando las precipitaciones, monitoreando los procesos de sequía y operando sistemas de vigilancia y alerta temprana, según Lapinel et al. (2002).

Esta temática ha sido abordada por investigadores de diferentes partes del mundo. En tal sentido este autor, identificó los eventos en el Caribe, a partir del déficit significativo en los acumulados de las lluvias, para diferentes escalas temporales. Ello permitió diferenciar dónde y cuándo se reportaron los eventos de sequía, así como la severidad de los mismos.

La Figura 1 muestra un resumen porcentual de la afectación, con respecto al total de eventos (84) que afectaron a la región y que generaron déficit moderado y severo en cada territorio o país, en el período de 1961 a 1996.



Fuente: Elaborado por Roque A., a partir de Lapinel et al (2002)

El autor destaca también que a partir de la década de los 70 y hasta los 90, en esta área geográfica, es reportado un incremento del déficit moderado y severo en los meses de junio, con más de la quinta parte de sus territorios afectados, siendo Cuba el país donde se observa la afectación más significativa en tal sentido.

Estos resultados coinciden con los procesos descritos por otros autores, como Fonseca (2001), para esta región geográfica específica. También en Cuba han sido reportados cambios en el comportamiento de diferentes variables meteorológicas durante la década de los 70, destacándose el incremento significativo de la lluvia en los meses invernales y una disminución de la misma en el período lluvioso.

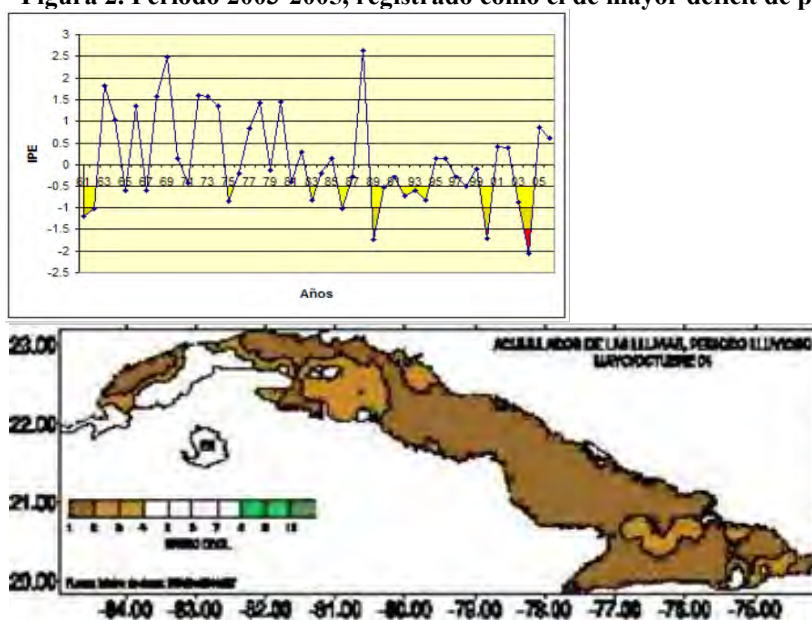
Interesante resulta además el aumento, de los procesos de sequía moderados y severos en el período 1961-1990, respecto a 1931-1960, (Lapinel et al., 1993). En tal sentido, al cierre del periodo poco lluvioso noviembre de 1960 – abril de 1961, son reportados importantes déficit en los acumulados de precipitación en todo el país. Evento este que se extendió hasta el período poco lluvioso 1962- 1963, donde alcanzó su máxima expresión, con valores catalogados de extremadamente por debajo de la norma histórica,

con un déficit acumulado de lluvia que alcanzo valores de 468 mm para Cuba, con 600 mm en la región central, mientras que en la occidental y oriental oscilo entre 200 y los 400mm.

En tanto, los reportes de déficit moderado y severo, consistentes en persistentes eventos de sequía, han estado afectando las provincias orientales desde principio de los años 90, con marcado acento desde 1996, hasta la actualidad.

Se destaca el periodo 2003-2005, que ha sido registrado como el de mayor déficit de precipitación en Cuba, desde los años 60, comenzando por el oriente del país y extendiéndose a todo el territorio, lo que se traduce en una disminución casi de 700 mm de la precipitación anual, con evidencias además de inicio tardío del período lluvioso, produciendo tensiones y privaciones en la vida del país (Lapinel, 2005). Al respecto Centella (2006), destaca que esta sequía es conocida como el evento de mayor significación en toda la historia del país (Figura 2).

Figura 2. Periodo 2003-2005, registrado como el de mayor déficit de precipitación en Cuba.



Fuente: Roque A,(2008) a partir de INSMET 2006

Por otra parte el análisis del déficit a partir de los acumulados anuales de las lluvias, puede enmascarar importantes procesos de sequía pero de corta duración, generadores de agudos desequilibrios hidrológicos en determinados períodos del año y en especial durante los primeros meses del período lluvioso.

En Cuba, durante varios de estos períodos han sido reportados frecuentes procesos de sequía de este tipo, los cuales han impactado los territorios con severidad, principalmente en el desabastecimiento de agua a los ecosistemas naturales, al sector socioeconómico y como consecuencia, la seguridad alimentaria, entre otros impactos de consideración.

Como ejemplo que ilustra se puede mencionar la intensa sequía de corta duración reportada en el territorio cubano en abril – junio de 1998, que afectó a todo el país, provocando el déficit de precipitación más significativo registrado desde 1941, para

estos meses del año, causando daños y pérdidas económicas evaluadas en más de 400 millones de dólares estadounidenses. A decir de los expertos en esta área geográfica el evento es registrado con frecuencia durante la primavera. Lapinel, et al. (2002).

❖ La problemática ambiental en los humedales vista a través de los efectos producidos por la sequía meteorológica.

La problemática ambiental en los humedales, producida por la presencia de la sequía meteorológica, puede ser apreciada cuando las afectaciones al medio ambiente muestran un cambio negativo en su calidad ambiental y en caso de persistir pueden producir cambios irreversibles.

El fenómeno de la sequía, genera impactos sobre el medio físico, social y económico, las principales manifestaciones negativas de la misma en los humedales, se pueden resumir de la forma que sigue:

Alteración del balance hídrico.

Disminución de los niveles de los acuíferos y avance de la intrusión salina.

Disminución del caudal superficial y subterráneo.

Pérdida de capacidad de disolución de contaminantes, contaminación bacteriológica de las fuentes.

Desecación del humedal

Desecación y daños directos al suelo.

Desecación de bosques y pastizales

Aumento de la salinización.

Aumento de la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica.

Aumento de intensidad de los incendios de la vegetación y forestales.

Reducción de la productividad de los ecosistemas.

Cambios en el paisaje.

Pérdida de diversidad ecológica.

Afectaciones al abasto de agua

Deterioro de las condiciones higiénico sanitarias de los asentamientos

Incrementos de enfermedades asociadas a la calidad del agua y a la presencia de polvo en suspensión y gases.

Afectaciones al abasto de agua, a las actividades económicas fundamentales

Pérdidas económicas en todos los sectores.

Incremento de gastos públicos por aplicación de medidas de mitigación.

Incumplimiento de la legislación y regulaciones ambientales

Pérdida de empleos diversificados.

Incremento espontáneo de la migración

Ciclones tropicales

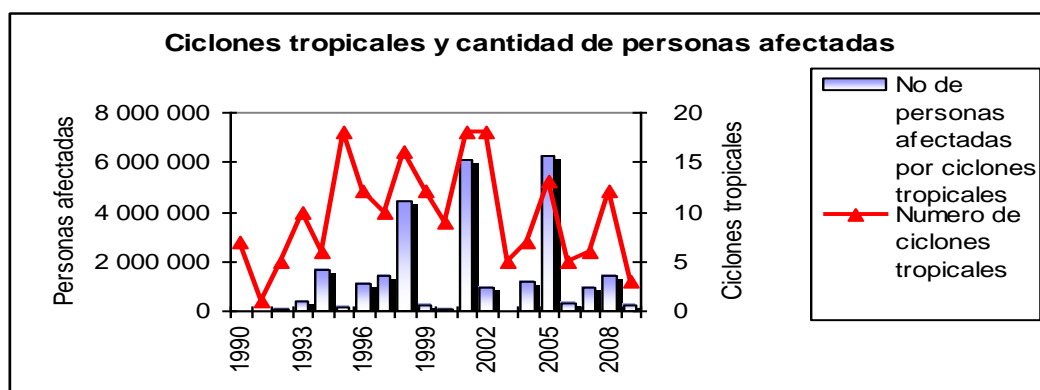
La posición geográfica del Caribe, en la Cuenca Atlántica, lo sitúa dentro del área de origen de los Ciclones Tropicales del Hemisferio Occidental, donde se forman aproximadamente el 11% de estos a nivel mundial, según refiere la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (2001).

Cada año se originan como promedio 8, de los cuales 5 alcanzan la categoría de huracán. Lo que representa la existencia de un peligro latente para los países de la

Región expuestos al azote de los fuertes vientos, impactos de la sobre elevación del nivel del mar, e intensas lluvias que suelen acompañar a los mismos. Sin embargo el aporte de lluvias de un ciclón tropical pudiera tener un efecto positivo para el almacenaje de agua en el suelo, ríos y lagos en las zonas afectadas

Dentro de estos organismos tropicales, los huracanes resultan los de mayor severidad, provocando cuantiosos daños, destrucción y muertes, por lo que clasifican dentro de los fenómenos peligrosos más frecuentes y catastróficos en el Caribe (Figura 3).

Figura 3. Cantidad de personas afectadas por los ciclones tropicales en el Caribe.



Fuente: Elaborado por Roque A., a partir de Desastres en América Latina y el Caribe.

Como un ejemplo de ello puede mencionarse el huracán Flora, que a su paso por el territorio cubano en el mes de octubre de 1963, produjo una de las catástrofes más grandes de la historia de esta Isla, con lluvias intensas y sostenidas combinadas con marejadas y la elevación del nivel del mar en la desembocadura de los ríos, provocó extraordinarias inundaciones y deslizamiento de lodo, con la pérdida de más de 1500 vidas y cuantiosos daños materiales.

La presencia de los ciclones tropicales en la región es reportada oficialmente desde junio hasta noviembre, periodo en el cual se observan tormentas tropicales y huracanes de diferentes categorías. En los meses desde agosto hasta octubre ocurre la mayor frecuencia de estos, con el 80 % del total y un pico máximo en el mes septiembre, aunque existe la posibilidad de ocurrencia de huracanes en cualesquier momento durante la temporada ciclónica.

Según Limia et., al (2000), en el estudio de la afectación al territorio Cubano por huracanes, se observa un período de máxima frecuencia de estos entre 1871 y 1910.

Estos autores también observan un aumento en la frecuencia de afectación por huracanes y ciclones tropicales a Cuba desde el año 1996, así como un aumento en los reportes de organismos intensos desde el 2001., lo que se corresponde con lo planteado en la cuarta edición del IPCC para la región del Atlántico Norte.

En este aspecto es de señalar que el referido aumento del número de estos organismos con categorías diferentes que han producido afectaciones al territorio nacional aún se encuentra enmarcado dentro de la variabilidad natural de este fenómeno. Sin embargo el crecimiento de la afectación por huracanes intensos rebasa el marco de la variabilidad natural observada desde 1799.

Los reportes a partir del año 2001 demuestran que este es un periodo con mayor afectación por huracanes intensos con un número superior a siete, según refieren estos autores.

Al respecto Rubiera (2011), plantea que las temporadas ciclónicas más activas de los últimos 80 años, con excepción del año 1933, aparecen registradas a partir de la década de los 90 (Tabla 1).

Tabla 1. Temporadas ciclónicas más activas en la cuenca Atlántica (1930- 2010)

Años	Número de ciclones tropicales
1933	21
1995	19
2005	28
2010	19

Fuente: elaborado por Roque A., a partir de Rubiera (2011)

Según refieren los expertos, desde 1995 en la Cuenca Atlántica Tropical ha comenzado un periodo de elevada actividad ciclónica, finalizando así, una calma relativa de casi tres décadas (Figura 4). No obstante, la tendencia del número de huracanes de gran intensidad no es apreciada con claridad.

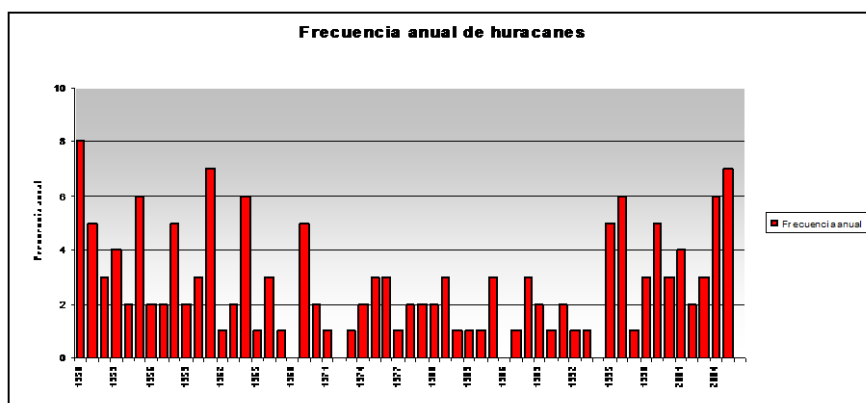


Figura 4. Frecuencia anual de los huracanes de gran intensidad en la Cuenca Atlántica
Fuente: elaborado por Roque A., a partir de <http://homepage.mac.com/uriarte/huracanes.html>

En tanto los resultados del Centro del Clima del INSMET confirman que, en más de doscientos años, los huracanes que han afectado a Cuba reflejan periodos de variada actividad y que tanto la frecuencia como la intensidad de los formados (en) el Caribe continúan incrementándose.

Para Cuba ha comenzado un periodo de gran actividad ciclónica, coincidiendo con un fuerte calentamiento de las aguas del Atlántico y del Mar Caribe, en lo fundamental desde 1998. Desde el 2001 se reportan más de 10 organismos tropicales que han afectado al país. Sin embargo los autores refieren que en el análisis correspondiente al periodo 1791 - 2008 no se encontró una tendencia significativa al aumento a largo plazo en la actividad de huracanes sobre la Isla. (Resumen Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba, CD de Cambio Climático).

❖ Problemática ambiental en los humedales por los efectos de los ciclones tropicales.

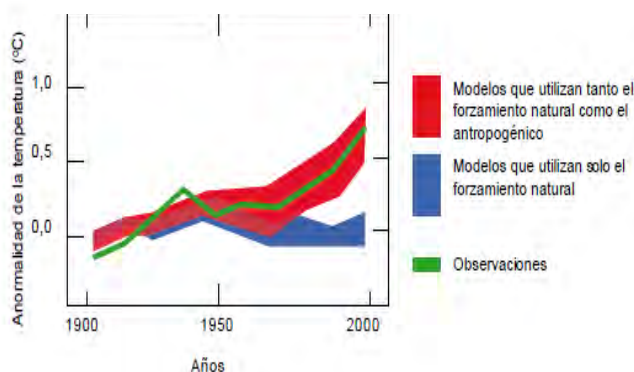
Daños a la vegetación y a la infraestructura construida.
Destrucción de hábitat de especies terrestres y marinas.
Fuertes inundaciones por marea de tormenta
Fuertes inundaciones pluviales
Aumento de la erosión en las playas.
Aumento de los incendios de la vegetación y forestales.
Cambios en el paisaje.
Pérdidas económicas en todos los sectores.
Pérdida de vidas humanas

Cambio Climático

Durante la evolución del planeta Tierra han ocurrido cambios del clima de forma natural, lo que ha sido del conocimiento de la humanidad a través de los tiempos, sin embargo, la preocupación en la actualidad está fundamentada en lo planteado por la Comunidad Científica Internacional, que afirma, "estamos a las puertas de un cambio climático forzado por la actividad antrópica, que se une a los posibles cambios de origen natural", según Paz (2012). Ello presupone un enorme reto para el hombre, por el significado de un fenómeno marcado por variaciones en las temperaturas y en la precipitación, además de un consenso en cuanto a que los eventos naturales extremos pudieran ser más frecuentes y catastróficos.

Muchos expertos plantean para finales del presente siglo, un incremento de la temperatura media global en la superficie de la tierra entre 1,5 y 6.0° C y se pronostica además, que el nivel del mar se eleve entre 9 y 88 cm en los próximos cien años. El incremento de estos elementos resulta significativo, en el caso de la temperatura es probable que se deba al aumento en las emisiones de gases atmosféricos de mayor relevancia para el clima, los llamados *gases de efecto invernadero*, como resultado de la actividad antrópica y natural (Figura 5).

Figura 5: Comportamiento de la temperatura a nivel mundial en el periodo (1990 – 2000)



Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007*, en CEPAL 2009

La quema de combustibles fósiles, las emisiones del transporte, la tala de bosques, el cambio de uso de los suelos, la expansión agrícola, los procesos industriales, así como el uso de productos químicos y los solventes, constituyen los emisores fundamentales de estos gases, que han contribuido al forzamiento adicional del clima aproximadamente en un 80%, según la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (2001). El referido aumento del efecto invernadero incrementa los riesgos para la vida de los ecosistemas terrestres y marinos.

Al respecto la Comunidad Científica Internacional ha desarrollado complejos modelos matemáticos para la modelación del clima futuro en diferentes escenarios, basado en la actividad antrópica y las emisiones globales generadoras del efecto invernadero. Estos escenarios son la representación del posible desarrollo de emisiones de sustancias potencialmente activas en la atmósfera y su relación con el futuro crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico y los cambios de tecnologías.

En 1992, el IPCC propuso un grupo de escenarios de emisiones denominados IS92, a partir de los cuales se fueron elaborando, introduciendo y proponiendo proyecciones climáticas hasta las incluidas en los últimos informes (IPCC, 2001 y 2007b), donde los autores identifican seis posibles situaciones: A1B, A2, B1, B2, A1FI y A1T. Según CEPAL, 2009.

Esto es representado en la Figura 6, donde se muestran los distintos escenarios y los posibles rangos de temperatura superficial en cada uno de ellos.

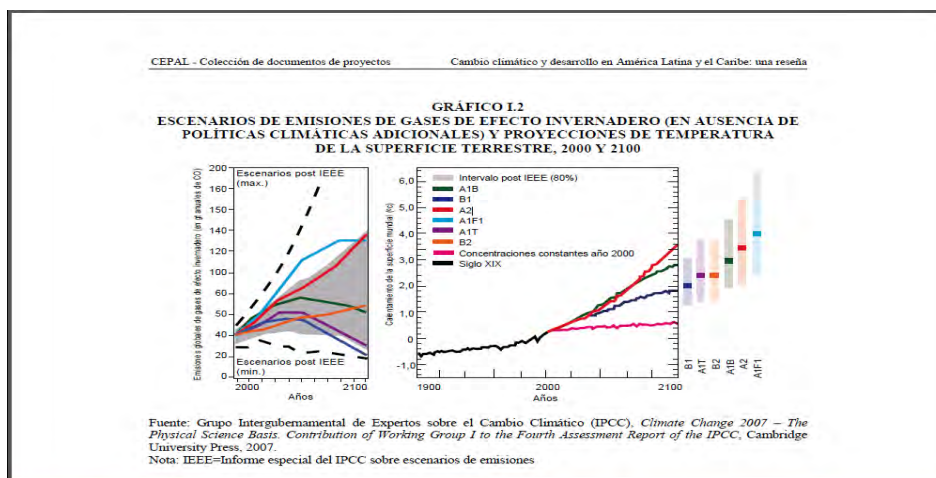


Figura 6. Escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero y proyecciones de temperatura superficial

A partir de estos escenarios también se ofrecen las proyecciones de calentamiento de la superficie terrestre y el aumento del nivel medio del mar esperado para finales del presente siglo (Figura 7)

Figura 7. Proyecciones de calentamiento de la superficie terrestre y el aumento del nivel medio del mar.

Caso	Cambios de temperatura (°C en 2090-2099 respecto de 1980-1999) ^a		Aumento del nivel del mar (metros en 2090-2099 respecto de 1980-1999)
	Estimación óptima	Intervalo probable	Intervalo basado en modelos, excluidos los futuros cambios dinámicos rápidos de los flujos del hielo
Concentraciones constantes del año 2000 ^b	0,6	0,3 - 0,9	No disponible
Escenario B1	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
Escenario AIT	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
Escenario B2	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
Escenario A1B	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
Escenario A2	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
Escenario A1F1	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

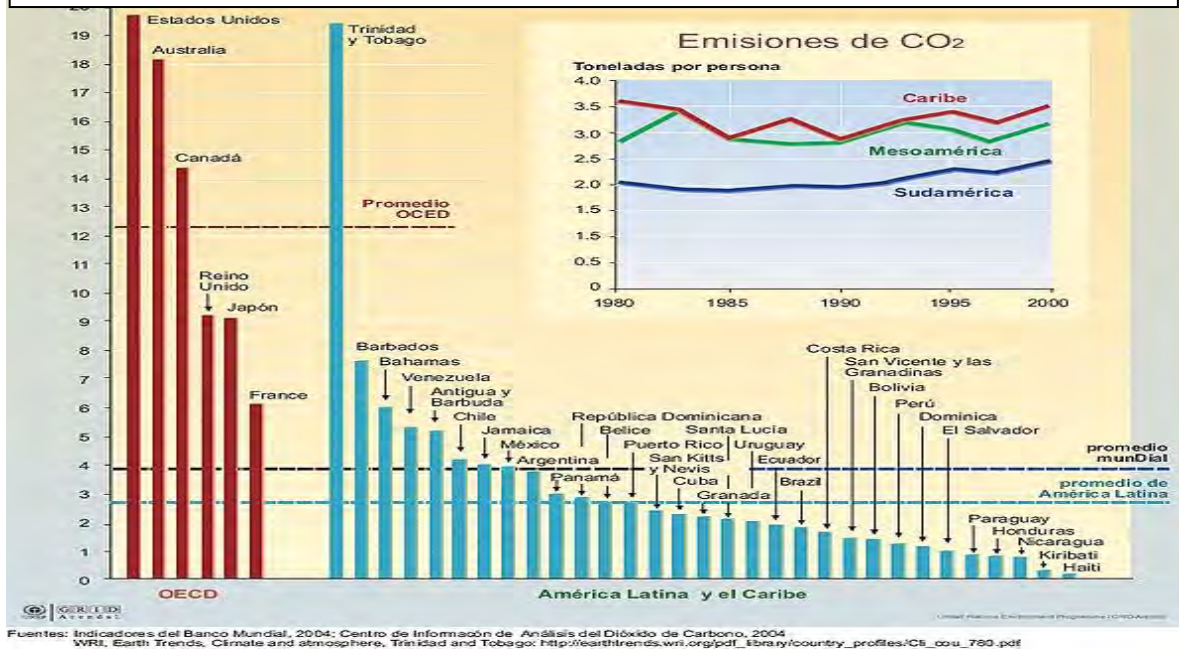
Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007*, en CEPAL 2009

Según Barranco (1995), entre las actividades humanas que realizan mayores aportaciones aparecen las relacionadas con la energía, la agricultura y por sus efectos colaterales se le confiere un gran peso a la deforestación. Esta autora refiere además que los mayores por cientos en las emisiones corresponden al dióxido de carbono y al metano, seguido por los clorofluorocarbonos y óxido nitroso, entre otros.

Los expertos refieren un aumento significativo de la concentración de estos gases en la atmósfera desde la época preindustrial. El CO₂ proveniente de la quema de combustibles fósiles, la producción de cemento y el cambio en el uso de los suelos, es reportado como el de mayor contribución al incremento del efecto invernadero.

Por los estimados referidos, históricamente los países desarrollados han sido los emisores de la mayor cantidad de gases antropogénicos, mientras que los países de América Latina y el Caribe reportan valores por debajo de la media mundial, en tanto no se tomen los valores a partir del cambio de uso del suelo, según refiere el sitio digital (Figura 8) <http://www.grida.no/publications/vg/lacsp/page/2793.aspx>,

Figura 8. Emisiones de CO2 per cápita en América Latina y el Caribe comparado con el promedio mundial.



Fuente: <http://www.grida.no/publications/vg/lacsp/page/2793.aspx>,

En el año 2000 se estimaron las emisiones totales de dióxido de carbono a nivel mundial próximas a los 24 000 millones de toneladas, de las cuales América Latina y el Caribe aportaron el 5,5% del total, sin tomar en consideración el aporte por el cambio en el uso de los suelos. Mientras que tomando los valores emitidos por esta causa en la región, eleva los niveles al 30% del total. Pero algunos países caribeños como Trinidad y Tobago emiten volúmenes muy altos de este gas, proveniente en gran por ciento de las manufacturas y la construcción. También el crecimiento del transporte es una de las causas del incremento de las emisiones del CO₂, tanto en esta región como en otros lugares del mundo.

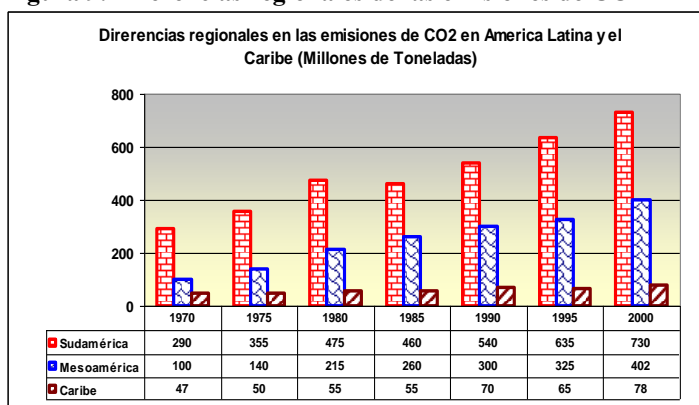
Tabla2. Mayores emisores de CO2 en América Latina y el Caribe en el año 2000.

Países	Uso de combustible fósil	Cambio de uso del suelo
México	100	25
Brasil	80	360
Argentina	40	20
Venezuela	32	36
Chile	20	12
Colombia	16	30
Cuba	10	-
Peru	7	48
Ecuador	5	16
Rep.Dominicana	5	-

Fuente: Elaborado por Roque A., partir de <http://www.grida.no/publications/vg/lacsp/page/2793.aspx>,

Regionalmente estas emisiones varían considerablemente (Figura 9). Los valores más altos corresponden a Sudamérica, en tanto, los más bajos y relativamente más estables corresponden al Caribe. En el periodo 1990 - 2000, en Sudamérica se incrementaron en más del 40% debido, al aporte del transporte, la industria y la producción de electricidad y calor fundamentalmente, según reporta el sitio digital <http://www.grida.no/publications/vg/lacsp/page/2793.aspx>,

Figura 9. Diferencias regionales de las emisiones de CO2



Fuente: Elaborado por Roque A., a partir de <http://www.grida.no/publications/vg/lacsp/page/2793.aspx>

Como se aprecia en la Figura, el Caribe aparece como el menor contribuidor al aporte de gases de invernadero y por tanto tiene una menor responsabilidad con los cambios climáticos y globales esperados, indicadores de posibles impactos de consideración para los ecosistemas de esta región.

El aumento de estos gases en la atmósfera, ocasionaría el reforzamiento del efecto invernadero natural, produciendo así una alteración del balance entre la energía que ingresa y la que se libera del sistema tierra - atmósfera. Como respuesta, el sistema climático responde con un cambio de sus características, entre ellas, el incremento de la temperatura.

Los pronósticos de cambios globales y las proyecciones del clima futuro están en dependencia de los diferentes escenarios, basados en las predicciones realizadas por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático IPCC (2007).

Según el IPCC (2007) el nivel del mar aumentará entre 0,18 y 0,59 m, las temperaturas entre 1,8 y 4, 0 y los ciclones tropicales serán más intensos con vientos máximos y precipitaciones más intensas.

Sobre este particular es necesario aclarar que la comunidad científica internacional se refiere además a las incertidumbres que pueden estar presentes desde el propio proceso de creación de los escenarios de cambio climático, consistentes en:

- Certeza sobre las emisiones futuras de gases de efecto invernadero.
- Respuesta del clima al forzamiento climático producido por las concentraciones de gases en la atmósfera.
- Vacíos del conocimiento humano sobre fenómenos atmosféricos de mucha complejidad y la modelación matemática de los mismos.

Pronósticos para Cuba

Las Proyecciones del clima futuro de Cuba para el año 2100, según el INSMET (2013), pudieran caracterizarse por:

- Aumento de las temperaturas entre 1.6 y 2.5 ° C
- Cambios en los regímenes de precipitaciones. Unos modelos indican la reducción de los totales anuales, otros incrementos.
- Intensificación y expansión de los procesos de sequía y aridez, aun en los casos de incremento de las precipitaciones, debido al considerable incremento de las temperaturas.
- Incremento de los períodos de sequía prolongada en algunas regiones.
- Aumentos en la frecuencia, duración e intensidad de eventos climáticos extremos.
- Incremento de la frecuencia y severidad de las olas de calor, más acentuadas en las zonas urbanas
- Afectación de un huracán por año como promedio.
- Variabilidad anual de la afectación: desde 0 hasta 4 huracanes por año.
- Afectación por un huracán intenso cada 2 años como promedio.
- Variabilidad anual de la afectación por organismos tropicales intensos: entre 0 y 3
- Vientos con rachas máximas entre 342 y 349 km/h.
- Incrementos en el Nivel del mar, en dependencia del escenario de emisiones considerado, entre 8 y 44 cm para el 2050, así como entre 20 y 95 cm para el 2100.

Al respecto Hernández, 2013 plantea un nuevo escenario de aumento del nivel medio del mar relativo para Cuba en el presente siglo, donde aborda el mismo como no acelerado y acelerado (Figura 10).



Figura 10. Nuevo escenario de aumento del nivel medio del mar relativo para Cuba

Fuente: Hernández, 2013 en Boletín Digital de la Red Agraria de Cambio Climático.

En el primer caso las anomalías mensuales pudieran alcanzar máximos de hasta 40 cm en las costas cubanas en presencia del ENOS, afectando hasta el 8 % del territorio por la inundación permanente.

Para el segundo se pronostica un ascenso de 85 cm, con una penetración mayor de las aguas, sobre todo en los llamados puntos calientes, ello se ilustra en la siguiente Figura, destacando los límites de las áreas que potencialmente podrían ser afectadas por la inundación permanente en las zonas bajas

Sobre este particular Serrano (2012), refiere los estudios de Peligro y Vulnerabilidad Costera en Cuba para los años 2050 y 2100, donde se estima la superficie terrestre sumergida de forma permanente para el primer periodo igual a 2691, 47 Km² y para el año 2100 de 637, 05 Km² (Figura 11).

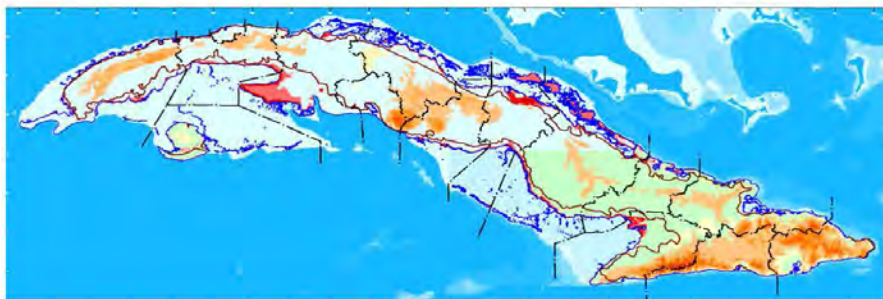


Figura 11. Superficie sumergida para los años 2050 y 2100.

Fuente: *Serrano 2012*

También se precisa la elevación del nivel medio del mar, por el completamiento de las mediciones mareográficas, para el año 2050 con 31,34 cm, mientras que para el 2100, este valor será de 84,92 cm.



Figura 12. Pronósticos de elevación del nivel medio del mar

Fuente: Serrano (2012).

Evidencias de las variaciones observadas

En correspondencia con las tendencias esperadas, hoy existen evidencias de algunas variaciones y cambios del Clima en Cuba, según los reportes al respecto.

A partir de los años 70 se detectan importantes cambios del Clima en Cuba, que, a pesar de resultar significativos se mantienen en los límites de la variabilidad natural. Los que se muestran en la Figura 13, referidos a los cambios de la circulación atmosférica regional están en correspondencia con los observados en la circulación global.

En tanto destacan un incremento de la influencia anticiclónica sobre el área, lo que implica un predominio progresivo de las corrientes zonales del este y movimientos verticales descendentes asociados a los procesos de sequías.

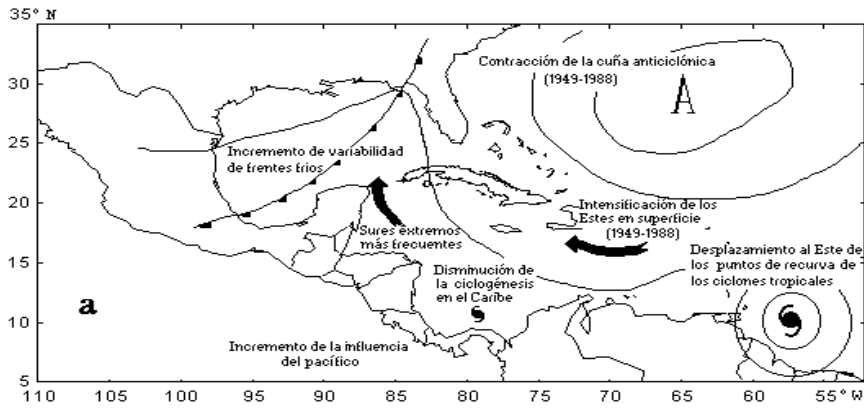


Figura 13. Cambios de la circulación atmosférica regional

Fuente: Centella (2001)

En tal sentido, en Cuba los resultados indican incrementado de la temperatura superficial del aire en 0.6 °C, en tanto ha disminuido el rango diurno de este elemento, y la ocurrencia del paso estable de las temperaturas mínima y máxima por encima de 20 y 30 °C, es reportado como temprano, así como el notable incremento de los valores en las mínimas durante el período más frío del año.

Significativo resulta además que las precipitaciones han marcado tendencia al incremento de los acumulados durante el período poco lluvioso, así como una ligera reducción en el lluvioso y aumento de la sequía de larga duración, como ilustra la Tabla 2.

Tabla 2. Variaciones reportadas de los elementos climáticos en Cuba.

Fuente: elaborado por la autora a partir de Centella (2001) y Pérez *et al.*, (2013)

Temperatura superficial del aire	Temperatura mínima media del aire	Promedio anual de precipitación nacional	Promedio anual de precipitación regional	Eventos de sequía	Actividad de huracanes	Cantidad de huracanes intensos
Incremento de 0.9 °C	Incremento de 1.9 °C	Incremento ligero período estacional poco lluvioso	Decremento ligero (Región Oriental) período estacional lluvioso	Significativo incremento 1961-1990 Gravísimo 2003 – 2005 Aumento del número de casos de eventos extremos Mitad oriental del país más afectadas desde 1990	Ligera tendencia creciente 1996 - 2008	ligera tendencia creciente 2001- 2012

Atención especial merece lo referido por los autores en cuanto a que, el aumento en la cantidad de huracanes intensos está en correspondencia con lo ocurrido en toda la Cuenca

Atlántica, y puede tener relación con los elevados valores de la temperatura del mar en el Caribe, registrados desde 1998. Ello resulta de gran importancia pues constituye una de las variaciones más peligrosas registradas en el clima de Cuba en los últimos años.

También estos autores refieren que es probable que:

El aumento de la frecuencia de los eventos de sequía y huracanes que afectan a Cuba ha contribuido a la transformación de su clima en más severo.

El incremento de la actividad ciclónica sobre el territorio cubano contribuyó al incremento de los eventos de grandes precipitaciones.

Existencia de incertidumbre en Cuba

A pesar de que los expertos opinan con seguridad que durante la década de los 70 se produjo un significativo cambio del clima en Cuba, y que las variaciones observadas son consistentes con varias de las predicciones realizadas por el IPCC, para un efecto invernadero intensificado, también refieren la existencia de otras que no pueden ser correctamente explicadas pues aún no ha sido posible su estudio con profundidad o no están bien documentadas. Se refieren además a las incertidumbres asociadas a los vacíos del conocimiento sobre múltiples componentes del clima en Cuba y sus relaciones aun no descritas.

En otro orden de cosas, Hernández (2011), plantea la existencia de evidencias sobre:

- La aceleración del ascenso del nivel medio del mar relativo en algunas localidades cubanas (Siboney y Gibara).
- La ocurrencia de erosión en las playas de todo el territorio cubano, con un ritmo de retroceso de la línea de costa estimado entre 1 y 2,5 m/año, con registros superior en algunos puntos. Intensidad que se corresponde con lo reportado para la Región del Caribe.

Se hace referencia además a los cambios estimados para algunos elementos de interés como la temperatura superficial del mar, el nivel del mar, la salinidad y la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos en el Golfo de Batabanó y océano adyacente (Tabla 3)

Tabla 3. Cambios estimados de algunos elementos de interés

Temperatura superficial del mar	Nivel del mar	Salinidad del agua	Frecuencia de eventos meteorológicos extremos
Incremento medio general de 0,285°C, en las bahías del archipiélago Sabana – Camagüey. Anomalías con tendencia al aumento en las aguas oceánicas cubanas, con un amplitud promedio de 0,6°C, en el periodo	Incremento entre 0,005 y 0,214 cm/año en el archipiélago cubano	Incremento del tenor halino de 57,01 % en la bahía de Buenavista, 155,89 % en la bahía de Los Perros y 95,00 % en la bahía de Jigüey	Incremento de la frecuencia de ocurrencia de huracanes para el Golfo de Batabanó y océano adyacente.

Fuente: elaborado por Roque A., a partir de lo propuesto por Fernández-Vila *et al.*, (2009) en Hernández *et al.*, (2011).

Impactos del Cambio Climático en los humedales terrestres y marinos.

Aunque los impactos guardan relación con las vulnerabilidades, el estado y la salud de los ecosistemas, de cumplirse las predicciones realizadas por el IPCC, para un efecto invernadero intensificado, con los cambios esperados en el clima futuro, los humedales a nivel mundial recibirán daños de consideración.

Según INSMET (2012), ello se fundamenta en los efectos que pueda tener sobre la calidad y disponibilidad del recurso agua, el ascenso de nivel del mar como potenciador de la salinización y la intrusión marina en los acuíferos costeros.

También las variaciones de los regímenes de precipitación y la elevación de la temperatura conducirán a la salinización definitiva de las reservas subterráneas, con reducción de los volúmenes de agua superficial y aceleración de los procesos de sequía y aridez. Ello tendrá un peso importante en la reducción de la vegetación y en la pérdida de la biodiversidad a ellos asociada.

Notables también serían los impactos sobre la biota marina produciéndose alteraciones en los ciclos reproductivos y el aumento de enfermedades, con incidencia en el fenómeno de blanqueamiento de los corales y muerte de las colonias coralinas. Importantes también la reducción de la superficie de las cayerías y las afectaciones a las playas por la erosión y el retroceso de la línea de costa, entre otros impactos.

A continuación un resumen según de lo propuesto por un colectivo de autores en INSMET (2012), sobre los impactos producidos en los humedales por el incremento del nivel del mar:

- Inundación y desplazamiento de humedales y costas bajas
- Erosión y retroceso de la línea costera
- Incremento de las inundaciones de tormenta
- Aumento de la salinidad en los estuarios y amenaza a los acuíferos de agua dulce
- Alteración de la amplitud de la marea en ríos y bahías
- Alteración de los patrones de sedimentación
- Decrecimiento de la cantidad de luz que reciben los fondos marinos.

También Hernández *et al.*, (2011) resume los impactos esperados sobre la biodiversidad marina y costera en Cuba:

Por el aumento de la temperatura superficial del mar puede producirse:

- Interrupción del ciclo de vida de la mayoría de las especies, la muerte fisiológica directa de los corales sin mediación de enfermedades ni blanqueamiento.
- Aplanamiento de las crestas arrecifales con pérdida de su valor protector y complejidad estructural que disminuye la disponibilidad de sustrato, alimentación y refugio de numerosas especies. Con disminución de las poblaciones de peces arrecifales como resultado de la degradación de hábitat.
- Afectación a la fisiología de la langosta espinosa.
- Reducción de las poblaciones naturales de peces de arrecifes.

Por el aumento la de temperatura del aire.

- Afectaciones severas en el comportamiento reproductivo y la anidación de las tortugas, con peligro para la supervivencia de la especie.
- Pérdida del hábitat costero que afectarán la producción de huevos y proporción de sexos de los neonatos.

Por el aumento del nivel del mar.

- Afectaciones por inundaciones costeras con el consecuente cambio en la distribución y composición de las especies.

Por el aumento de los tormentas y huracanes.

- Destrucción de los manglares, los arrecifes coralinos y otros hábitats.
- Desaparición de áreas de anidación de especies como el carey, la tortuga, entre otras
- Interrupción de las rutas migratorias de algunas especies.
- Por el aumento de la sequía meteorológica
- Desecación de los humedales y afectación de los ecosistemas asociados a ellos en general.

Anexo 6. Legislación y cooperación intersectorial vinculada a los humedales

Legislación vigente

Entre las acciones legales de mayor relevancia que han contribuido a la protección del ambiente y de manera directa o indirecta están vinculadas a la protección y uso de los humedales en Cuba, puede citarse:

La Ley 81 de Medio Ambiente
La Ley 85 Forestal
La Ley 76 de Minas y su Reglamento
El Decreto Ley de Pesca
El Decreto Ley de Suelos
La Ley 118 de la Inversión Extranjera
El Decreto 21, Reglamento sobre la Planificación Física.
El Decreto 138 sobre Aguas Terrestres
La Ley 75 de Defensa Nacional
La Resolución sobre Diversidad Biológica
La Resolución sobre CITES
La Resolución sobre faja de Protección de Ríos
El Decreto 180 Contravenciones Patrimonio Forestal
El Decreto 211 sobre Inspección Estatal de la Conservación y Protección de Recursos Hídricos
Decreto Ley 212, de gestión de la zona costera

Legislación en proceso

Decreto Ley 201, del Sistema Nacional de Área Protegidas, de 23 de diciembre de 1999
Decreto Ley de Caza
Ley de Diversidad Biológica
Decreto de Ordenamiento Territorial y Urbanismo
Ley de Ciencia e Innovación Tecnológica

Convenciones Internacionales firmadas por Cuba

Convenio sobre Diversidad Biológica
Convenio Marco sobre el Cambio Climático
Convención de lucha contra la Desertificación
Convención sobre el Patrimonio Mundial.
Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias
Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES)
Convención sobre prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles
Protocolo de 1978 relativo al Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973 (MARPOL)
Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe (Cartagena)

Protocolo de cooperación para combatir los derrames de hidrocarburos en la región del Gran Caribe
Protocolo ESPAW

Instrumentos organizativos y estructura de gestión

Estrategia Ambiental Nacional, Territorial y Sectorial.
Proceso de evaluación de impactos ambientales
Licencias ambientales
Proceso de macro y microlocalizaciones
Planes de ordenamiento territorial
Planes de manejo y sistema de áreas protegidas
Ordenación forestal
Planes de protección del Cuerpo de Guardabosques
Programas Nacionales, Ramales y Territoriales de Ciencia y Tecnología
Planes de contingencia
Estrategia Nacional de Diversidad Biológica
Estrategia Nacional de Educación Ambiental
Comisión Nacional de Cuencas Hidrográficas

Cooperación intersectorial para la conservación de los humedales

La política de coordinación intersectorial para la conservación de los humedales está a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente el cual organiza la cooperación entre las distintas entidades encargadas de la conservación del medio ambiente en el país.

El Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA) y el Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP), en coordinación con las Unidades de Medio Ambiente y Áreas Protegidas provinciales, a través de la aplicación de la Estrategia Nacional Ambiental, coordinan las acciones entre sí y con todas las instituciones científicas, de gestión y tecnológicas del país que se relacionan con los humedales. Se han concebido también planes estatales especiales para coordinar y ejecutar acciones de conservación y desarrollo sostenible en regiones de alta rehabilitación.