

CAPÍTULO 3. PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA FACILITAR LA ADECUADA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

En este capítulo se reseñan las acciones desarrolladas por el Gobierno cubano para afrontar las consecuencias del cambio climático; además de presentar una nueva evaluación, ampliada y actualizada, de la vulnerabilidad, el impacto y adaptación en la República de Cuba.

3.1 Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático

El enfrentamiento al cambio climático es de gran relevancia para Cuba. En tal sentido, los lineamientos económicos del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, documento que establece la estrategia para el desarrollo del país, en su Lineamiento 133 expresa: *“Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico y social. Priorizar estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y, en general, a la sostenibilidad del desarrollo del país. Enfatizar la conservación y protección de los recursos naturales como los suelos, el agua, las playas, la atmósfera, los bosques y la biodiversidad, así como el fomento de la educación ambiental”* (Partido Comunista de Cuba, 2011).

El *Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático* es la respuesta del Estado cubano a tan importante problema. En este Programa se integran los resultados de investigaciones científicas e ingenieriles; la educación y la capacitación de todos los actores de la sociedad y las acciones para el establecimiento de una estrategia de adaptación al cambio climático, basada en el conocimiento del estado y la evolución del medio ambiente; en el monitoreo ambiental y en la estimación de escenarios de cambio climático a mediano y largo plazos y su impacto en el país. Desde el punto de vista de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, este Programa incluye los aspectos siguientes:

- Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) a escalas de país, regional y local.
- La evaluación del impacto del ascenso del nivel del mar sobre la zona costera, para los años 2050 y 2100.
- La red de monitoreo del estado y la calidad de la zona costera.
- La adaptación incluida en las estrategias de desarrollo, producción de alimentos, manejo integral del agua, ordenamiento de la zona costera e higiene y epidemiología.
- La adaptación en los planes de educación, en sus diferentes niveles de enseñanza.

Por otra parte, un importante grupo de programas nacionales sectoriales, contribuyen a la adaptación al cambio climático, complementando los esfuerzos del país en esta dirección. Los más importantes son:

- Programa Forestal Nacional, con el objetivo de ampliar hasta un 29,4 por ciento la cobertura boscosa del país hacia 2015.

- Programa de Uso Racional y Ahorro del Agua, desde el 2005, con el objetivo de promover nuevas formas y hábitos de consumo de agua, como una vía para reducir su uso indiscriminado y asegurar su protección (www.hidro.cu).
- Programa de Mejoramiento y Conservación de los Suelos, implementado desde el año 2000, con el objetivo de detener la degradación de los suelos y crear las condiciones que permitan una rehabilitación paulatina de los mismos.
- Programa de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, implementado desde el año 2000, con el objetivo de vincular factores, procesos y ecosistemas que se encuentran en la naturaleza en constante interacción, basado en el Manejo Sostenible de Tierras (MST), para obtener bienes y servicios suficientes y de calidad, sin comprometer el estado de los recursos naturales renovables y su capacidad de recuperación una vez que ha cesado la presión del hombre por extraer sus beneficios (<http://www.educambiente.co.cu>).
- Programa de Lucha contra Vectores Transmisores de Enfermedades, con el objetivo de mantener estricto monitoreo y control de las distintas especies de vectores que puedan constituir riesgos epidemiológicos, incluyendo las especies exóticas invasoras. Proporciona asesoría y lleva a cabo investigaciones que garantizan soluciones oportunas, e influye en el desarrollo y producción de productos biológicos destinados al control de los vectores (www.infomed.sld.cu).

A los programas anteriormente mencionados se añade la Estrategia Nacional de Gestión y Manejo del Fuego para los bosques de la República de Cuba. Los incendios forestales son una problemática para los bosques, elemento fundamental para la adaptación y mitigación del cambio climático. Constituyen un fenómeno que, incrementa la deforestación de los suelos, la pérdida de la diversidad biológica y de la cobertura vegetal. El comportamiento histórico de los incendios forestales manifiesta una alta variabilidad tanto en su ocurrencia como en las afectaciones y las causas de su surgimiento son multifactoriales.

La época de mayor riesgo para el surgimiento de incendios en área rurales, es entre los meses de febrero a mayo, donde históricamente ocurre el 83% de los incendios de este tipo, con mayor peso en marzo y abril, por lo que se considera como período de alta peligrosidad. El perfeccionamiento del sistema de determinación de las causas que originan el surgimiento de los incendios forestales en los últimos diez años permitió pasar de un 34% de causas sin determinar en el año 2000, a un 6% en la actualidad, las cuales en su mayoría obedecen a acciones humanas, motivadas fundamentalmente por negligencias (90%).

Con el mismo propósito, se están desarrollando un conjunto de proyectos en la esfera medioambiental, con financiamiento internacional:

- Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (BASAL); (COSUDE, PNUD, Unión Europea): tiene como objetivo general, apoyar la adaptación al cambio climático, contribuyendo al desarrollo socioeconómico continuado y sostenible de la República de Cuba. Su resultado principal previsto es reducir las vulnerabilidades relacionadas con el cambio climático

en el sector agrícola a nivel local y nacional. BASAL apoyará prioritariamente a tres municipios: Los Palacios (provincia de Pinar del Río), Güira de Melena (provincia de Artemisa) y Jimaguayú (provincia de Camagüey).

- Ecosistema Sabana Camagüey (FMAM, PNUD): constituye la tercera etapa de esta iniciativa y tiene como objetivo promover cambios operacionales dentro de los sectores del turismo, la pesca, agropecuario y forestal para garantizar que los mismos se desarrollen, teniendo en cuenta los principios de conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de los recursos naturales y productivos del Ecosistema.
- Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras protegidas en la Región Archipiélagos del Sur de Cuba (FMAM, PNUD): contribuye a la conservación de biodiversidad marina en Cuba, incluyendo recursos pesqueros de gran importancia regional, a través de crear capacidades para la aplicación de un enfoque regional al manejo de áreas marinas y costeras protegidas en la Región Archipiélagos del Sur de Cuba como parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).
- Manejo Sostenible de Tierras (FMAM, PNUD, FAO, PNUMA): con el objetivo de maximizar la eficacia y la eficiencia de las iniciativas sobre manejo sostenible de la tierra en Cuba, a través de un programa de gran escala, que permita el monitoreo, manejo adaptativo y la evaluación.
- Prevención, Gestión y Control de Especies Exóticas (FMAM, PNUD): con el objetivo general de proteger los ecosistemas vulnerables, tanto marinos como de agua dulce y terrestres, las especies y la diversidad genética, de los impactos negativos de las especies exóticas invasoras.
- Conservación de Ecosistemas Montañosos Amenazados (FMAM, PNUD): conservar la biodiversidad con un enfoque innovador, a escala paisajística, mediante la conectividad de fragmentos de ecosistemas montañosos amenazados, siguiendo un gradiente altitudinal, es decir, desde la cima hasta la costa, donde se integren intereses económicos y conservacionistas, de manera armónica y compatible, en función de mitigar la pérdida de biodiversidad y aumentar su capacidad de generar bienes y servicios medioambientales para mejorar el bienestar social de los pobladores de las montañas. Las áreas de intervención serán los macizos montañosos, principales refugios de la diversidad biológica de Cuba y considerados Regiones Especiales de Desarrollo Sostenible (REDS).

Lo anterior ha permitido establecer un grupo de directivas gubernamentales, relacionadas con el enfrentamiento al cambio climático, como son:

- Incluir en el ciclo de planificación, tanto en los planes anuales como en las proyecciones económicas del gobierno a todos los niveles, las medidas de enfrentamiento al cambio climático, priorizando la zona costera y, en especial, aquellas altamente vulnerables para las personas y el patrimonio natural y construido.
- Incluir en los planes y proyecciones las medidas encaminadas a disminuir la vulnerabilidad costera para los asentamientos amenazados por el aumento del nivel del mar y la sobre elevación de este por los huracanes y el oleaje.

- Considerar en los planes y proyecciones las playas arenosas de interés turístico, recreativo, o de protección costera, tanto actuales como perspectivas, las acciones de rehabilitación y mantenimiento.
- Incluir en los planes de desarrollo la recuperación, a mediano y largo plazos, de las áreas de manglares más afectadas del archipiélago cubano.
- Incluir en los planes y proyecciones las medidas para detener el deterioro de las crestas de arrecifes de coral más afectadas por la acción del hombre en el archipiélago cubano.
- Actualizar la legislación vigente sobre el medio ambiente, adecuándola a la política y pensamiento cubano sobre el cambio climático.
- Incorporar las tareas del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático a nivel sectorial y territorial a la Estrategia Ambiental Nacional vigente.

Como resultado de este conjunto de acciones, el país ha ido implementando un grupo de medidas de adaptación en la gestión de los recursos naturales que se describen a continuación.

Suelos: Preparación de los suelos conforme a criterios ambientalmente adecuados, empleo de técnicas que eviten o disminuyan el desarrollo de procesos degradantes, cambios en los modelos de labranza y cultivo y ordenamiento de los suelos por su fertilidad, agroproductividad y disponibilidad de agua.

Recursos hídricos: Ahorro de agua y su reutilización en las principales actividades productivas y de servicios, medidas para la protección de la calidad del agua, perfeccionamiento de los sistemas de alerta temprana a la sequía y a las inundaciones, así como reevaluación de los diseños y las normas técnicas constructivas para las nuevas obras hidráulicas, buscando mayor eficiencia.

Atmósfera: Uso de tecnologías no contaminantes.

Diversidad biológica: Identificación de los ecosistemas más vulnerables y de las áreas protegidas, así como el establecimiento de prioridades de conservación y protección de especies a nivel local, de valor económico, ambiental y social, expuesta a los impactos del cambio climático. Rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados por los efectos antropogénicos y del cambio climático.

Bosques: Especialización de la reforestación para los diferentes ecosistemas, que incluya las variedades adaptables a los mismos y logro de un adecuado ordenamiento forestal, incrementando los índices de supervivencia y de logro de plantaciones. Moratoria permanente a la explotación del mangle.

Agricultura: Manejo sostenible de tierras, uso de buenas prácticas agrícolas. Ordenamiento de las áreas agrícolas, atendiendo a la regionalización de los cultivos, a la agroproductividad de los suelos y la disponibilidad de agua en los que las actividades agropecuarias locales se correspondan con las condiciones económicas y ecológicas del área. Obtención, a través de la investigación científica, de variedades resistentes a condiciones climáticas extremas. Sistemas de riego más eficientes. Manejar de modo preventivo las plagas y enfermedades,

con una atención especial en la introducción de nuevos controles biológicos dado por la pérdida de la efectividad de los diferentes organismos, fundamentalmente a la elevación de la temperatura.

Turismo y uso de las playas: Protección y rescate de la vegetación autóctona adaptada a las condiciones de sequedad, salinidad y cobertura edáfica y, por tanto, una vegetación menos vulnerable. Proteger la zona de manglar. Preservar el complejo de vegetación de costa arenosa. Manejo integrado costero. Desarrollo de una arquitectura en armonía con el medio ambiente.

3.2 Vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático

En la Segunda Comunicación Nacional (SCN) se evaluaron nueve áreas: (a) Variaciones y cambios del clima, (b) Escenarios climáticos para 2050 y 2100, (c) Recursos hídricos, (d) Zonas costeras y recursos marinos, (e) Diversidad biológica, (f) Bosques, (g) Agricultura, (h) Asentamientos humanos y usos de la tierra e (i) Salud humana. Además, se desarrolló un estudio de caso relacionado con el análisis integrado del impacto del cambio climático y las medidas de adaptación, en un sector seleccionado en el sur de la región occidental. Estas evaluaciones fueron realizadas por un equipo de trabajo, integrado por expertos de las instituciones responsables de estas actividades en el país y los resultados obtenidos fueron refrendados, técnica y científicamente, por los mecanismos que para tal efecto existen en cada institución.

Desde el punto de vista metodológico, los estudios de vulnerabilidad, impacto y adaptación al cambio climático realizados en Cuba se guían por una metodología bien establecida, que resumidamente puede expresarse en los siguientes pasos:

- Determinación de la vulnerabilidad física, social y económica, basada en los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR);
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en el clima, lo cual se fundamenta en las redes de observación de las variables del ciclo hidrológico y la caracterización de una línea base climática de referencia; en el caso de Cuba, comprende los períodos 1961-1990 y 1961-2010;
- Estimación del clima del futuro, incluyendo la valoración de las incertidumbres de los escenarios de emisión de GEI del IPCC, utilizando modelos climáticos globales y regionales y otras técnicas, como la de *reducción de escala (en inglés downscaling)*, que permiten modelar el clima a una escala espacial más detallada.
- Reconocimiento y demostración de las variaciones y los cambios ocurridos en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, para las líneas base de referencia.
- Estimación y descripción de las variaciones y los cambios que pudieran ocurrir en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, bajo cada escenario de cambio climático previsto.

- Elaboración de propuestas de medidas de adaptación en ecosistemas y sectores socioeconómicos seleccionados, en respuesta al impacto que tendría el cambio climático en su funcionamiento.

3.3 Variaciones y Cambios del Clima en Cuba

En el marco de la SCN se realizó la Segunda Evaluación de las Variaciones y Cambios del Clima en Cuba (Pérez et al, 2011). Este es un estudio, continuación de la primera evaluación (Centella et al, 1997), que analizó detalladamente el comportamiento de elementos del clima: la circulación atmosférica regional y los factores que la modifican (ENOS/Oscilación del Sur; temperatura superficial del mar en el Océano Atlántico Norte y frentes fríos); la temperatura superficial del aire; la precipitación; los procesos de sequía y fenómenos meteorológicos particulares (huracanes, tormentas locales severas e inundaciones costeras).

Los resultados alcanzados permiten expresar que el clima del país ha alcanzado un estado similar al evaluado por el IPCC para un efecto invernadero intensificado en la atmósfera terrestre: incremento de la temperatura superficial del aire; reducción del rango diurno de la temperatura; mayor frecuencia de sequías largas y severas, especialmente en verano; y el aumento de los totales de lluvia asociados a eventos de grandes precipitaciones en invierno. Esta caracterización se sustenta en las conclusiones siguientes:

Se opina con seguridad que:

Se ha observado un incremento en la temperatura superficial del aire (0.9°C) desde mediados del pasado siglo. No obstante dicho incremento, y que las últimas dos décadas han sido las más cálidas de los registros, se ha producido un ligero descenso de la temperatura superficial desde comienzos de los años 90, lo que se considera una estabilización alrededor de un valor medio muy alto.

El incremento antes descrito está condicionado por el aumento de la temperatura mínima promedio, en 1.9°C. (Figuras 3.1 y 3.2), por lo que se ha producido una disminución en el rango diurno de la temperatura superficial.

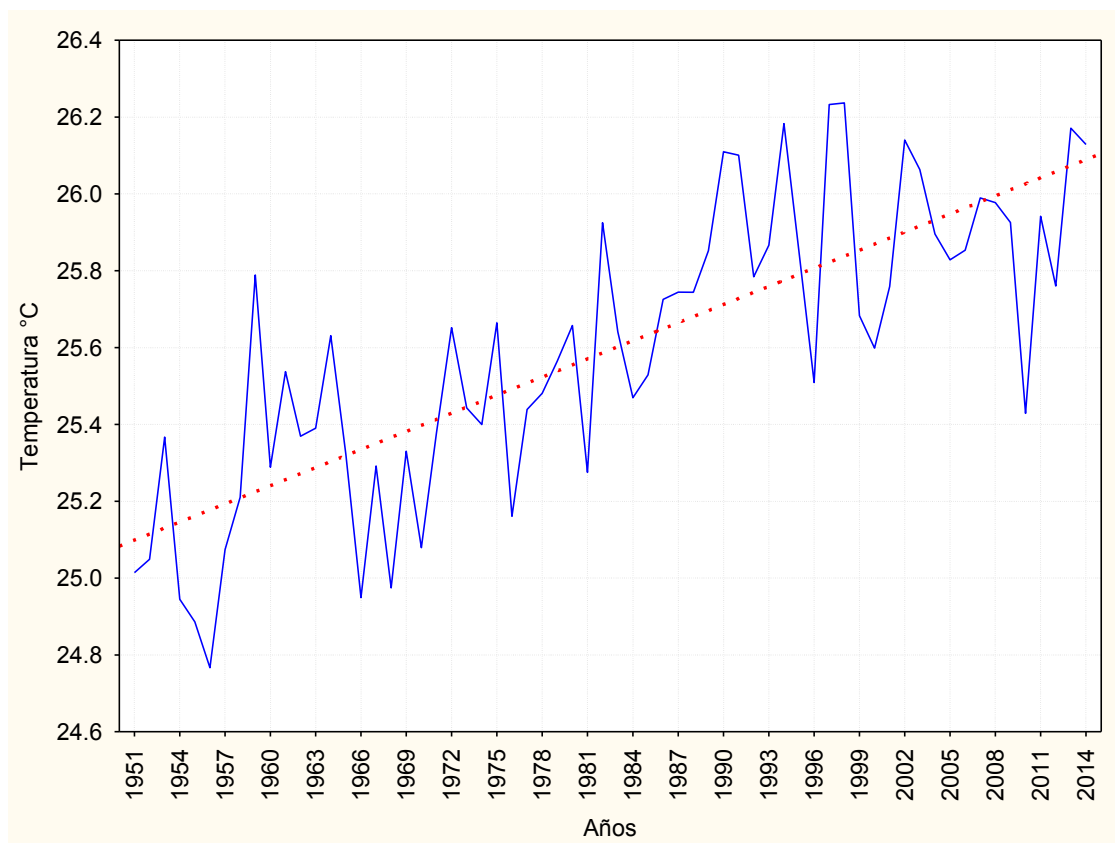


Figura 3.1 Temperatura media anual en Cuba y su tendencia.

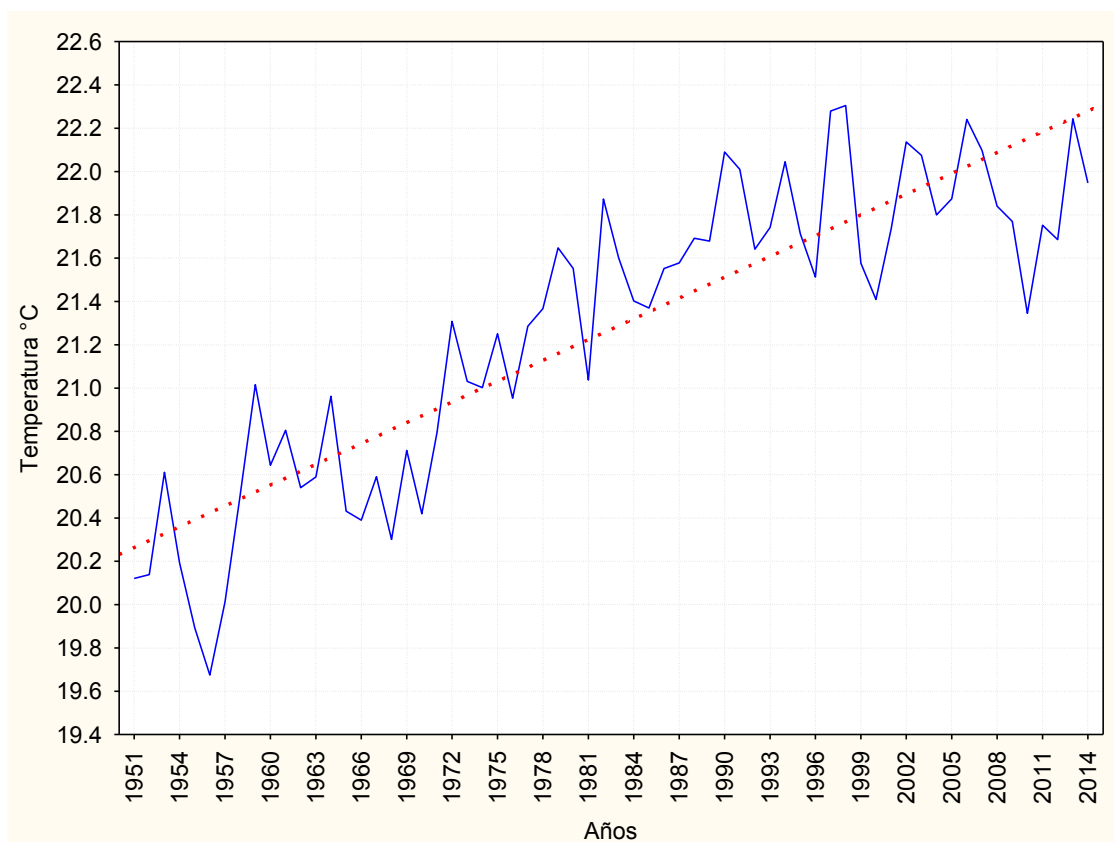


Figura 3.2 Temperatura mínima en Cuba y su tendencia.

Es poco probable que el calentamiento observado (principalmente después de los años 70 del pasado siglo) se pueda atribuir, en una medida importante, a los efectos de la urbanización. Además, el incremento registrado en la temperatura de la superficie del mar y el calentamiento de la capa baja de la troposfera, son aspectos que se relacionan con el calentamiento reciente y que se observan en una escala espacial mucho mayor.

Los totales anuales de precipitación no muestran una tendencia significativa estadísticamente, pero revelan que desde finales de la década de los años 70, se ha producido un predominio de las anomalías positivas (Figura 3.3). Este comportamiento está condicionado por la tendencia al incremento de los acumulados en el período poco lluvioso del año (Figura 3.4).

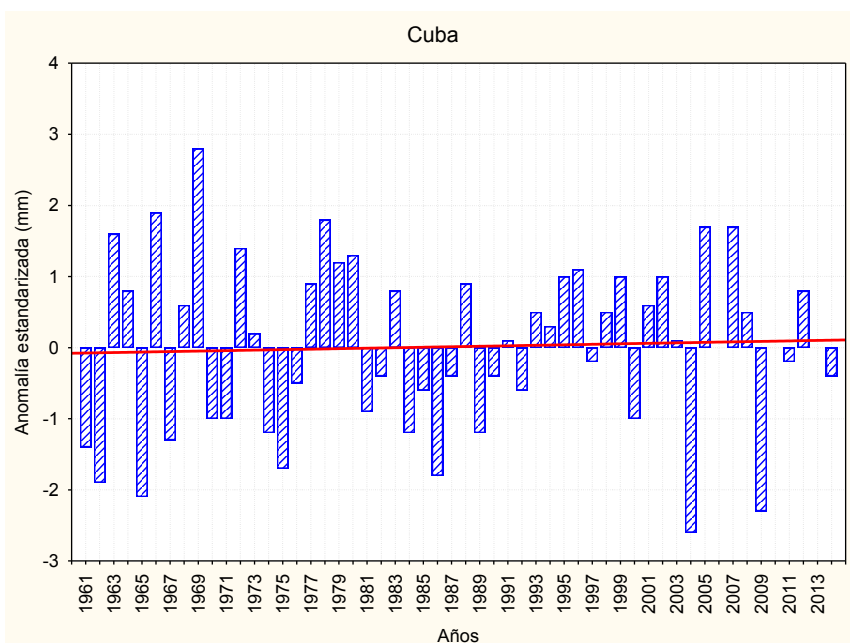


Figura 3.3 Anomalías estandarizadas de los totales anuales de lluvia en Cuba respecto al período 1971-2000.

Coherentemente con las tendencias descritas, la frecuencia de las sequías débiles, moderadas y severas revelaron una ligera reducción en el período 1981-2010 respecto al período 1951-1980 a pesar de existir años con importantes déficit en el segundo trienio como el ocurrido desde el 2003-2005 y entre el 2009-2010. En el período poco lluvioso del año, la frecuencia de sequías débil, moderada y severa se redujo en el orden del 21 % mientras que en el período lluvioso las sequías moderadas y severas se redujeron entre el 19 % y 27 %, respectivamente.

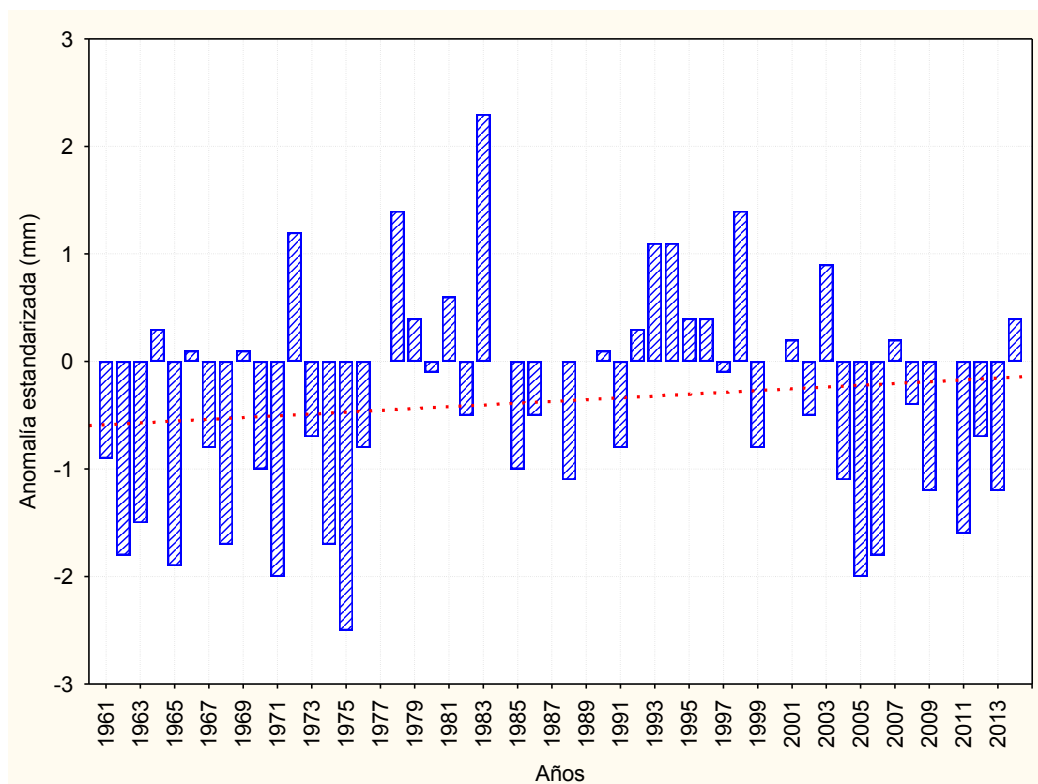


Figura 3.4 Anomalías estandarizadas de los totales de lluvia del período poco lluvioso en Cuba y valor de la mediana (línea roja) referido al período 1971-2000.

Desde 1996 se inició un nuevo período muy activo de la actividad de huracanes sobre Cuba, principalmente desde el año 2001, de tal forma que, entre el 2001 y el 2008, el país ha sido afectado por nueve huracanes. Sin embargo, si bien existe una ligera tendencia creciente a largo plazo en la frecuencia de huracanes sobre Cuba (1791 - 2008), esta no es estadísticamente significativa.

Es de suma importancia la ocurrencia de siete huracanes intensos desde 2001, cifra que no se había registrado en década alguna desde 1791 hasta el presente. Tal récord se asocia al incremento observado en toda la cuenca del Océano Atlántico, incluyendo el Mar Caribe, y puede estar condicionado, ante todo, por los muy altos valores de la temperatura del mar en el Caribe registrados desde 1998. Sin embargo, no se encontró la existencia de una tendencia creciente, estadísticamente significativa, de dicha actividad a lo largo de la serie de más de 200 años. No deja por ello de ser sumamente importante dicho comportamiento, ya que constituye una de las más peligrosas variaciones observadas en el clima de Cuba en los años recientes.

Durante las últimas tres décadas se ha observado un incremento en la ocurrencia de inundaciones moderadas y fuertes para las costas de Cuba, independientemente de los eventos meteorológicos que las generan, aunque para los ciclones tropicales la tendencia es menos pronunciada. (Figuras 3.5 y 3.6).

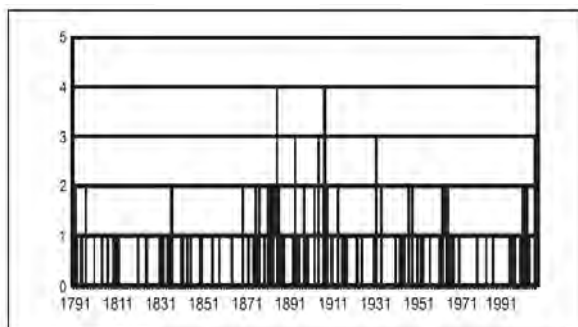


Figura 3.5 Número anual de huracanes que han afectado a Cuba (1791-2008).

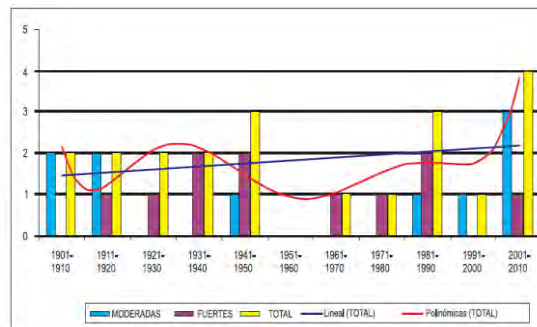


Figura 3.6 Inundaciones moderadas y fuertes provocadas por huracanes.

Se ha producido un incremento de la influencia anticiclónica sobre el área, lo que implica a su vez el gradual predominio de las corrientes zonales del este y movimientos verticales descendentes.

Es probable que:

Existe una estrecha vinculación entre las variaciones de la dorsal anticiclónica, las variaciones observadas en los patrones de teleconexión del Pacífico-Norteamérica (PNA), la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) y Atlántico Este (EA) con las fluctuaciones observadas en las temperaturas y las precipitaciones. De hecho, los incrementos en la frecuencia e intensidad de las sequías parecen vincularse con esos procesos.

La mayor frecuencia de los eventos de sequía y de los huracanes que afectan al país ha contribuido a hacer más extremo el clima. Este aspecto de las variaciones observadas es uno de los más importantes a tener en cuenta en materia de adaptación a la variabilidad del clima y el cambio climático en Cuba.

El incremento de la actividad ciclónica sobre Cuba haya implicado un aumento de los eventos de las grandes precipitaciones.

Existen otros aspectos sobre los que aún hay incertidumbres y que requieren de un mayor grado de estudio, entre ellos:

- La relación existente entre el incremento de la temperatura superficial del mar en el Caribe, los patrones de la circulación atmosférica y las variaciones observadas en la temperatura y la precipitación en Cuba, principalmente en lo referente a los eventos de grandes precipitaciones y las sequías.
- Los nexos entre los eventos severos, incluyendo ciclones tropicales, y el incremento de las temperaturas sobre Cuba.

3.4 Proyecciones del clima para los años 2050 y 2100

Se realizaron proyecciones de clima del futuro, basadas en distintos modelos climáticos, con el auxilio de PRECIS (Centella et al, 2008) para el área que se muestra en la Figura 3.7. Los resultados fueron consistentes con las tendencias y

las características climáticas descritas en el acápite anterior; mostrando para el futuro un clima más caliente, seco y extremo.

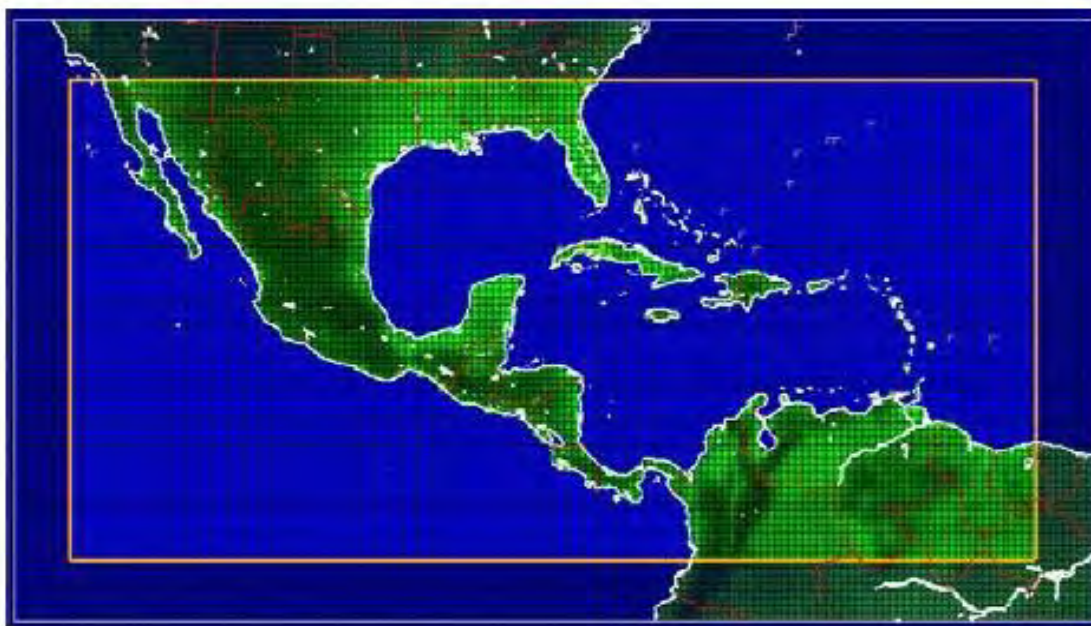


Figura 3.7 Dominio de PRECIS fijado para la realización de los experimentos.

De manera general el clima futuro de Cuba puede tener los cambios siguientes:

La temperatura media del aire puede elevarse hasta 4°C, con una disminución de la precipitación anual que, según el escenario, oscila entre el 15 y el 63%; acompañado del aumento de la evapotranspiración potencial y la evaporación real, lo que conlleva al decrecimiento progresivo de la productividad primaria neta de los ecosistemas terrestres y agrícolas así como de la densidad potencial de biomasa (Rivero R. E. et. al., 2011). Los climas subhúmedos secos avanzan en extensión desde la Región oriental al occidente; aún en los macizos montañosos orientales se establecen climas subhúmedos secos, susceptibles de desertificación (Figuras 3.8 y 3.9).

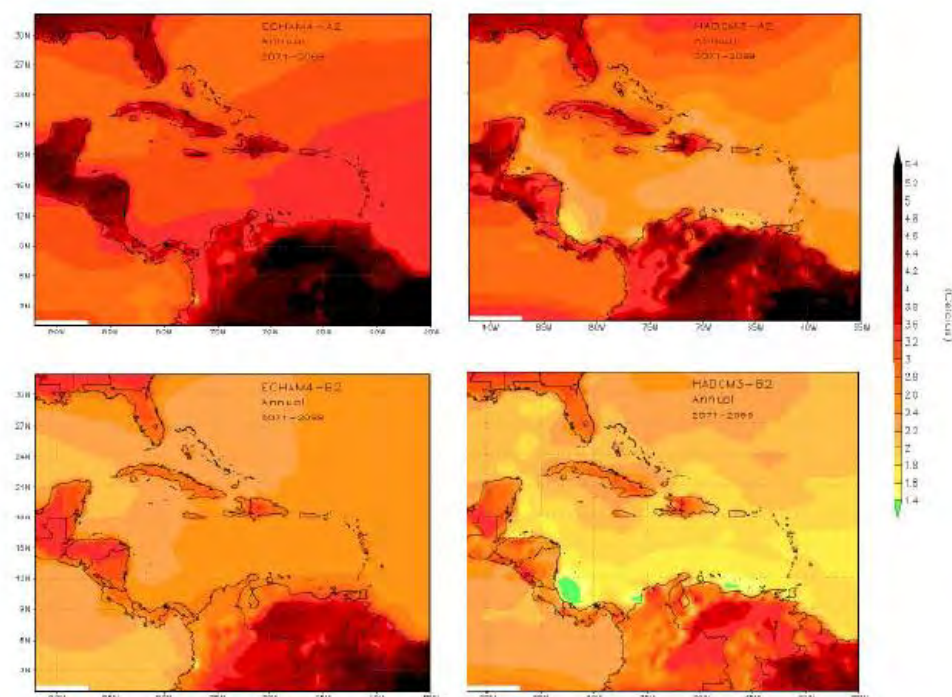


Figura 3.8 Patrones de cambio de la temperatura media anual para el período 2071-2099 con respecto a 1961-1989. EA2 y EB2R se corresponden con los paneles izquierdos (superior e inferior, respectivamente), mientras que HA2 y HB2 se asocian con los de la derecha.

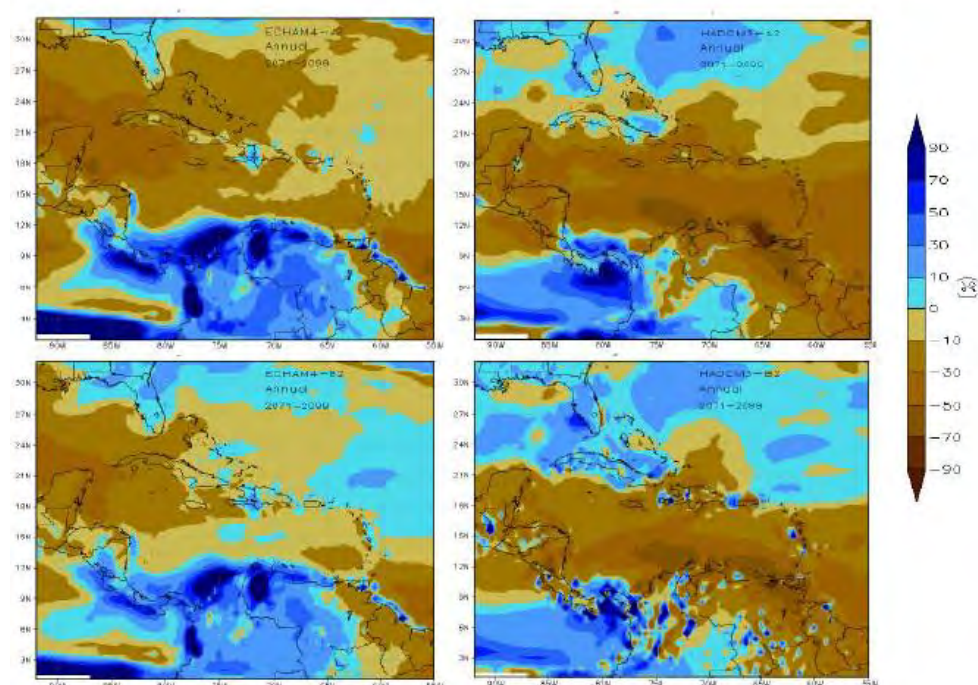


Figura 3.9 Patrones de cambio de la precipitación anual (%) para el período 2071-2099 con respecto a 1961-1989. EA2 y EB2 se corresponden con los paneles izquierdos (superior e inferior, respectivamente), mientras que HA2 y HB2 se asocian con los de la derecha.

3.5 Impactos del Cambio Climático

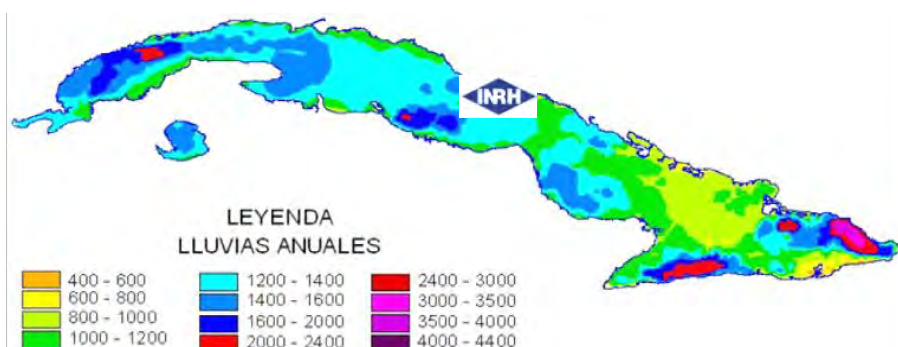
3.5.1 Recursos hídricos

En este sector la evaluación de los impactos estuvo orientada en dos direcciones: (a) el impacto sobre la distribución espacial y temporal de las variables hidrológicas, y (b) la influencia que tendría el cambio climático sobre la calidad del agua, con atención especial a la intrusión marina en los acuíferos costeros.

Los cambios en los patrones de comportamiento de las precipitaciones y su reducción, el incremento de la evaporación, conjuntamente con el incremento de la intrusión salina como consecuencia de la elevación del nivel medio del mar, afectarán la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos del país. Como consecuencia, paulatinamente aparecerán áreas con carencia de agua, que en la actualidad no la padecen, quedándose sin satisfacer las necesidades del recurso para la economía, la sociedad y la protección del medio ambiente. Se presentarán nuevos y más agudos conflictos en el uso de las aguas embalsadas, principalmente entre su uso agrícola, acuícola y el abasto, al competir entre estos y existir menos alternativas de disponibilidad de agua.

El mapa de la Figura 3.10 representa la distribución espacial de la precipitación promedio anual para el periodo 1961-2000 (INRH, 2006); este mapa, comparado con las versiones de 1931-1972 y 1961-1990 refleja una disminución general de la variable y algunos cambios en la distribución de la misma.

Las alteraciones complejas en la dinámica de las relaciones de los componentes ambientales fundamentales (agua – suelo – bosques – aguas costeras) en los ecosistemas de mayor interés (cuencas hidrográficas, zonas montañosas, bahías, humedales, zonas costeras y otros), con la ocurrencia de modificaciones en su estructura y características, incidirán en el aumento relativo de la vulnerabilidad del país ante eventos extremos. Lo anterior implica considerar la necesidad de introducir modificaciones en la actual infraestructura de prevención y protección hidrológica ante eventos de intensas lluvias (canales, diques, aliviaderos), con probables afectaciones también a la economía y a la sociedad, dados los cambios en los patrones de referencia y su incidencia en el diseño original.



Fuente: Servicio Hidrológico Nacional, 2006.

Figura 3.10 Mapa de Precipitación Promedio Anual. Período 1961 – 2000.

Se producirá un impacto en las variaciones de la disponibilidad y calidad del agua, en las condiciones sanitarias y el cuadro epidemiológico general y específico,

dependiendo de las características de estos cambios, llegando incluso al aumento de la morbilidad por enfermedades diarreicas agudas (EDA) u otras.

En lo anterior puede influir también el agravamiento de las condiciones sanitarias de las corrientes superficiales que atraviesan núcleos urbano-industriales y que se emplean como cuerpos receptores de residuales crudos o parcialmente tratados – cuestión muy frecuente en todo el territorio nacional, como resultado de la disminución relativa de sus caudales originales y de sus capacidades de autodepuración naturales.

La situación general con el recurso agua repercutirá en los hábitos y costumbres del consumo de agua, al manifestarse variaciones de sus referencias actuales, tanto por exceso como por defecto, incrementándose la sensibilidad y vulnerabilidad ante estos fenómenos (Tablas 3.1, 3.2 y 3.3).

Tabla 3.1 Balance hídrico anual del país. Línea base 1961 – 1990.

Variables	Cuba	Región Occidental	Región Central	Región Oriental
Pa	1326	1307	1279	1414
Ph	992	1091	979	880
E	1712	1720	1728	1679
ETP	1032	1008	1024	1073
Q	294	299	255	341
W	32463	9486	10754	12488

Pa y Ph son respectivamente las lámina de precipitación anual y del período húmedo (mm) calculadas por el método de las isoyetas (datos de la Red Básica Nacional); ETP, lámina de evapotranspiración real (mm), obtenida por la Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981); E, lámina de evaporación potencial (mm), Fórmula de Turc; Q, lámina de escurrimiento (mm) obtenida por ecuación de balance hídrico y; W, Volumen potencial de recursos hídricos (hm³).

Tabla 3.2 Balance hídrico anual según: Modelo ECHAM4, Escenario SRES A2.

Año	CUBA		Región Occidental		Región Central		Región Oriental	
	2050	2100	2050	2100	2050	2100	2050	2100
Pa	1303	1093	1281	1033	1262	1061	1385	1209
Ph	1009	866	1166	988	977	835	845	744
E	1884	2189	1876	2179	1905	2212	1864	2170
ETP	1054	963	1022	908	1049	954	1101	1042
Q	248	130	259	125	213	107	284	167
W	27446	14332	8219	3964	8994	4508	10395	6117

Pa y Ph son respectivamente las lámina de precipitación anual y del período húmedo (mm) calculadas por el método de las isoyetas (datos de la Red Básica Nacional); ETP, lámina de evapotranspiración real (mm), obtenida por la Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981); E, lámina de evaporación potencial (mm), Fórmula de Turc; Q, lámina de escurrimiento (mm) obtenida por ecuación de balance hídrico y; W, Volumen potencial de recursos hídricos (hm³).

Tabla 3.3 Balance hídrico anual según: Modelo HadAM3P, Escenario SRES A2.

	CUBA		Región Occidental		Región Central		Región Oriental	
Año	2050	2100	2050	2100	2050	2100	2050	2100
Pa	1247	1097	1247	1145	1210	1091	1300	1067
Ph	907	750	1006	862	897	746	788	604
E	1863	2176	1864	2161	1884	2203	1834	2154
ETP	1022	967	1006	987	1015	974	1053	946
Q	225	130	241	157	196	117	246	121
W	24867	14370	7639	4989	8254	4951	9019	4420

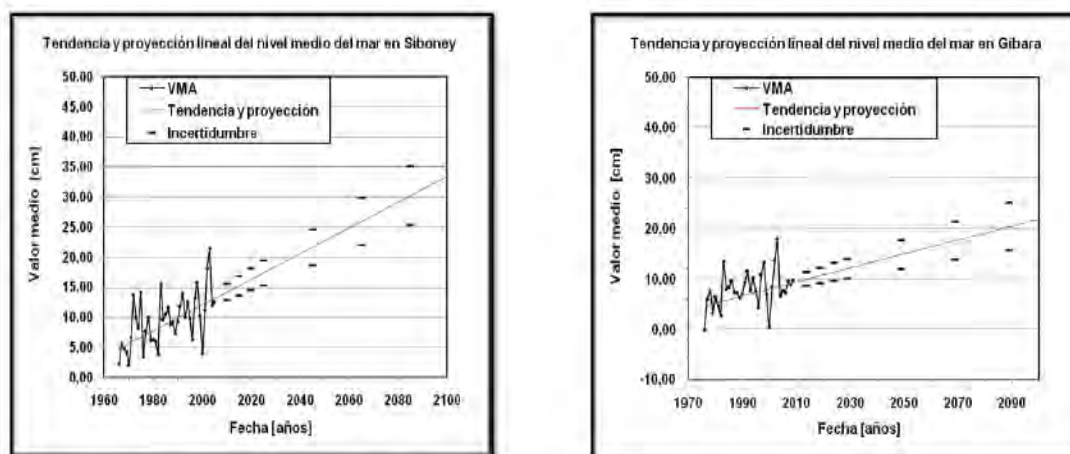
Pa y Ph son respectivamente las lámina de precipitación anual y del período húmedo (mm) calculadas por el método de las isoyetas (datos de la Red Básica Nacional); ETP, lámina de evapotranspiración real (mm), obtenida por la Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981); E, lámina de evaporación potencial (mm), Fórmula de Turc; Q, lámina de escurrimiento (mm) obtenida por ecuación de balance hídrico y; W, Volumen potencial de recursos hídricos (hm³)

3.5.2 Zonas costeras y recursos marinos

La evaluación de la vulnerabilidad e impactos de la variabilidad climática y del cambio climático en la zona costera cubana, se sustenta, fundamentalmente, en estimaciones del ascenso del nivel medio del mar y la dinámica de las corrientes marinas (Figura 3.11). La costa es una región de extraordinaria importancia para el país, y lugar donde existen núcleos poblacionales de gran densidad y con tasas de crecimiento muy altas, con intensa actividad turística, industrial y marítimo - portuaria y donde existe una gran competencia entre la gestión económica y el funcionamiento de los ecosistemas.

La plataforma insular cubana, y la forma en que se relacionan los mares adyacentes a Cuba con el océano, sufrirán modificaciones significativas (Hernández et. al., 2013); entre ellas:

- Modificación paulatina de las características físico-geográficas, hidrográficas e hidroclimáticas de la plataforma insular.
- Reducción considerable de las áreas bajas de la isla de Cuba, cayerías y de la Ciénaga de Zapata, junto con la desaparición de numerosos cayos con cotas menores de 0.5 m.
- Aumento de las fluctuaciones de la marea y de las variaciones no periódicas del nivel del mar, lo cual se incrementará durante eventos atmosféricos severos.
- Retroceso máximo de la costa, llegando hasta un máximo de 7 km.
- Aumento de la velocidad de las corrientes marinas.
- Aumento de la profundidad de la plataforma.
- Incremento del intercambio entre el océano y los mares adyacentes.
- Alteración en la distribución espacial de los sedimentos, como consecuencia de cambios en el proceso de erosión - acumulación a lo largo de la costa.



Fuente: Hernández y Marzo (2011).

Figura 3.11 Proyección lineal del nivel medio del mar relativo.

El mapa de la Figura 3.12 representa la afectación general que sufrirá la costa del archipiélago cubano como consecuencia del ascenso del nivel medio del mar y las inundaciones provocadas por eventos hidrometeorológicos extremos.

Las condiciones climáticas esperadas para finales del siglo XXI darán lugar a una disminución gradual del escurrimiento fluvial hacia las aguas de la plataforma, con el consecuente aumento de la salinidad. Esto puede intensificar las cuñas salinas en los estuarios y el proceso de intrusión salina en los suelos, sobre todo en la estación poco lluviosa del año. Los cambios del patrón de las precipitaciones y del escurrimiento, así como un mayor uso del recurso agua puede traer como consecuencia cambios en los efectos de las anomalías pícnicas que generan movimientos de las aguas someras y afectaciones a los ecosistemas marinos costeros.

Se prevé un aumento de los valores medios y los extremos de la temperatura superficial del mar en las aguas someras, en mayor medida que en las aguas oceánicas limítrofes con la plataforma. El aumento de la temperatura de las aguas deberá influir sobre los ecosistemas, sobre todo, sobre los organismos marinos más sensibles a la misma.

El deterioro de la calidad de las aguas y de los sedimentos puede añadir tensiones adicionales a los ecosistemas reduciendo la *resistencia* y la *resiliencia* de los mismos ante los cambios graduales y de largo plazo, así como a los cambios súbitos ante eventos extremos.



Versión 1. Fuente: Macroproyecto (2007).

Figura 3.12 Mapa de afectaciones por el ascenso del nivel medio del mar en el año 2100. Inundaciones costeras debidas al ascenso del nivel del mar.

3.5.3 Diversidad biológica

El estudio asumió el concepto de *diversidad biológica* adoptado por la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, que reconoce como tal, *la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad entre cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.*

La diversidad biológica, y el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas, además de la presión a que están sometidos por la intervención humana, sufrirán el impacto combinado de los futuros escenarios climáticos, hidrológicos y marino costeros (Tabla 3.4). El incremento de la temperatura del aire; la disminución de la precipitación; el acrecentamiento de la salinidad del mar resultante de la disminución del escurrimiento de agua dulce hacia la plataforma; y el retroceso de la línea de costa, gravitarán negativamente sobre diversas especies de la flora y la fauna.

Tabla 3.4 Grado de vulnerabilidad de la diversidad biológica terrestre, marino y costera.

Componente	Vulnerabilidad
Anfibios terrestres y costeros	Muy alta
Moluscos terrestres y costeros	Muy alta
Reptiles terrestres y costeros	Muy alta
Aves acuáticas de zonas costeras	Muy alta
Manglares y otros humedales costeros	Muy alta
Bosques	Muy alta
Arrecifes coralinos	Muy alta
Langosta espinosa	Muy alta
Tortugas marinas	Muy alta
Interconexión tierra-mar	Muy alta
Pastos marinos	Alta
Fitoplancton	Alta
Esponjas	Media

Son muy vulnerables al cambio climático y podrían estar en peligro de extinción por transformaciones significativas en su biología los bosques, anfibios; moluscos; reptiles; aves acuáticas, manglares y otros humedales costeros; arrecifes coralinos; la langosta espinosa; las tortugas marinas; los pastos marinos; el fitoplancton y las esponjas, entre otros. Podrían arribar especies animales y vegetales invasoras perjudiciales, en busca de hábitats más apropiados para ellas. Plagas y vectores tendrán condiciones propicias para su propagación, aumentando el peligro de enfermedades en humanos, animales y plantas.

3.5.4 Bosques

Para el sector forestal fueron evaluados en varias empresas forestales integrales del país, los impactos derivados del aumento de la temperatura de aire, la disminución de las lluvias, el aumento del nivel medio del mar, la ocurrencia de ciclones tropicales y el aumento de la concentración atmosférica de CO₂ (Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Impactos principales del cambio climático en los bosques de Cuba (Planos et. al., 2013).

Fuerza motriz	Impactos
Aumento de la temperatura del aire	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de patrones fenológicos en especies arbóreas de montaña y costeras. • Pérdidas de la biodiversidad en las formaciones forestales de mayor altitud. • Aceleración de los ciclos reproductivos anuales de plagas de insectos, aumentando su potencial destructivo de los bosques
Aumento de la temperatura del aire y modificación del régimen de lluvias	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión de la distribución anual del rendimiento medio mensual de resina de <i>Pinus caribaea</i> M. var. <i>caribaea</i> B.&G. (pino macho). • Afectaciones de 23 especies en las formaciones de Pluvialva y Pluvialva de Montaña. • Riesgo de muerte regresiva del bosque.
Aumento del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida significativa de superficie forestal y volumen de madera • Afectaciones severas a la biodiversidad, por la desaparición de zonas de nidificación de varias especies.
Ciclones tropicales	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida significativa de superficie forestal y volumen de madera • Afectaciones severas a la biodiversidad, por la desaparición de zonas de nidificación de varias especies.
Aumento de la concentración atmosférica de CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliación de relación carbono/nitrógeno podría aumentar el consumo de follaje de los insectos en algunas especies de las regiones occidental y oriental del país. • Mayor nivel de productos combustibles en los bosques, aumentando el peligro de incendios y en consecuencia, una explosión de perforadores de la corteza. • Beneficios para la salud de las plantas y para su productividad, alterando su morfología y fisiología en perjuicio de los agentes nocivos. • Aumento de la resistencia de los bosques a insectos y daños causados por enfermedades. • A mediados del presente siglo, la retención neta de carbono de los bosques de coníferas en el occidente del país y de la mayoría de las especies de los bosques húmedos (encinar, semicaducifolios y pluvialva) y de algunos bosques de montaña (pluvialva de montaña), alcanzará su valor máximo para luego disminuir o invertirse, convirtiéndose en fuentes de emisión, presentando además reducciones en sus rendimientos.
Plagas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la vulnerabilidad al cambio climático de las plagas forestales. • Variación de las áreas de distribución, poblaciones y efectos de las plagas ya establecidas. • Desplazamiento de la ubicación, cambios en las poblaciones y efectos de las plagas migratorias. • Ingreso de especies exóticas que invadan los ecosistemas forestales.

3.5.5 Agricultura

En este importante sector se evaluaron los impactos del cambio climático en tres elementos esenciales en la dieta nacional: papa, arroz y ganado porcino; y, además, el cultivo del tabaco, por su importancia comercial para el país.

Para estas actividades, los escenarios combinados de elevación de las temperaturas, descenso de las precipitaciones, disminución del potencial hídrico y de la calidad del agua, reducción de las áreas agrícolas como consecuencia del retroceso de la costa y la migración de los ecosistemas costeros, conllevarán impactos superiores sobre la producción agrícola total y la cría de animales, del que se deriva del impacto directo del aumento de las temperaturas y reducción de las precipitaciones (Tabla 3.6).

Tabla 3.6 Impactos principales del cambio climático en las actividades agrícolas evaluadas (Planos et. al., 2013).

Actividad	Impactos
Papa	<ul style="list-style-type: none"> Disminución significativa del rendimiento de la papa. Reducción de las áreas con posibilidades de este cultivo.
Arroz	<ul style="list-style-type: none"> Decrecimiento progresivo de los rendimientos potenciales del arroz. No obstante, el arroz continuará teniendo rendimientos potenciales aceptables. Reducción de área plantada por el déficit progresivo de agua para regadío. Gran parte del arroz cultivado en áreas cercanas al nivel del mar sufrirá los impactos esperados en pérdida de áreas hoy cultivables, salinización y degradación de tierras. Las aparentemente modestas reducciones en los rendimientos potenciales del arroz serán mayores que las previstas por los modelos.
Porcino	<ul style="list-style-type: none"> Deterioro en la calidad del semen. Disminución del apetito. Incremento de las muertes por infarto, por enfermedades gastrointestinales y por trastornos neumológicos. Incremento de las muertes por aplastamiento.
Tabaco	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la temperatura provoca proliferación del lepidóptero <i>heliopsis virescens</i>, la enfermedad de la pata prieta. Fuerte déficit de humedad durante el período de maduración del tabaco; puede influir notablemente sobre el valor de la cosecha. Los rendimientos potenciales en semilla experimentarán una disminución considerable en el futuro, en el orden del 20 % - 30%.

3.5.6 Asentamientos humanos y usos de la tierra

En esta temática se realizó una amplia y detallada evaluación del impacto del cambio climático en la población, uso de la tierra, el impacto de la sequía en los asentamientos humanos, el impacto del ascenso del nivel medio del mar en los asentamientos costeros, el desarrollo turístico archipiélagos, las ciudades y las potencialidades y realidades de los municipios.

Con el cambio climático se producirá un impacto sobre la calidad de vida, que se reflejará en la actividad agrícola relacionada con la producción de alimentos fundamentales para la dieta nacional; el incremento del riesgo de desastres en las zonas costeras; y la pérdida de territorio en las zonas bajas por el incremento del nivel medio del mar (Tabla 3.7).

Tabla 3.7 Impactos del cambio climático en los asentamiento humanos y el uso de la tierra (Planos et. al., 2013).

Actividad	Impactos
Uso y tenencia de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> • El ascenso del nivel medio del mar a largo plazo con los escenarios estimados para los años 2050 y 2100 (0,27 m y 0,85 m) implica una pérdida del 2,32% y 5,45% de la superficie total de tierra firme; a ello se unirán otras superficie en cayos e islotes del archipiélago (zonas de las más sensibles y vulnerables al ascenso), aún no estimados. Las áreas más afectadas son zonas de ciénagas ocupadas por formaciones boscosas de manglares, herbazales, así como territorios costeros sumamente bajos. • La elevación del nivel del mar ocasionará el aumento de la salinización de tierra y acuíferos. • Las tierras ubicadas en la región oriental serán las más afectadas y se espera una agudización de los fenómenos de sequía. • La distribución espacial de los asentamientos humanos en zonas que paulatinamente van insertándose en regímenes de sequía más agudos, producto de la variabilidad y el cambio climático es un hecho, al que se expone una población cada vez mayor en el país. • La superficie total en tierra que pudiera quedar permanentemente ocupada por aguas del mar al año 2050 con un ascenso del nivel medio del mar de hasta 0,27 m. llegaría a ser de 2 550 km²; y para el año 2100 con un ascenso de hasta 0,85 m hasta cubrir 5 994 km². De los asentamientos que actualmente se encuentran en esos territorios, 21 podrían dejar de existir.

3.5.7 Salud humana

Para entender los impactos del cambio climático sobre la salud humana, es preciso conocer de antemano cuáles son las relaciones que se establecen entre el clima, el medio ambiente y la salud; con particular atención a las transformaciones o pérdidas de los servicios en los ecosistemas y a los impactos en la sociedad, que traen consigo cambios en los patrones de las enfermedades, y la reemergencia y brotes de nuevas enfermedades. El cambio climático, de la manera que se estima afecte a Cuba, también podría tener efectos beneficiosos sobre la salud humana, debido a la ocurrencia de inviernos menos severos, lo que puede hacer disminuir el nivel de algunas enfermedades, como el asma bronquial, del mismo modo que un aumento de las temperaturas podría conllevar a la presencia de poblaciones de mosquitos durante todo el año. Sin embargo, la comunidad científica considera que las repercusiones del cambio climático a la salud serían en su mayoría adversas.

La tabla 3.8 muestra los principales impactos observados en las enfermedades estudiadas de alta morbilidad, así como en el número de focos de *Aedes Aegypti* en el período 2000-2010.

Tabla 3.8 Principales impactos observados, asociados a las anomalías de la variabilidad y cambios en el clima de Cuba. Período 2000-2010. (Planos et. al., 2013).

Indicadores de Salud	Impactos observados
Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)	Tendencia general al aumento. Cambio en la distribución estacional: pasa de bimodal (máximos en marzo y octubre) a trimodal (otro máximo en los meses mayo-junio).
Varicela	Desplazamiento del alza estacional de marzo a abril-mayo y mantenido aumento en la cifra de casos.
Enfermedades Diarreicas Agudas	Cambio del patrón estacional, desplazamiento del pico epidémico estacional de mayo a junio-julio.
Hepatitis viral tipo A	Epidemias más frecuentes y corrimiento del patrón estacional. Pico de agosto-septiembre pasa a octubre-noviembre. Nueva alza estacional en marzo-abril.
Indicador entomológico	
Número de Focos de Aedes Aegypti	Probable incremento de la densidad del vector, con el consiguiente peligro de introducción y transmisión del dengue en correspondencia con reservorios procedentes de países endemo-epidémicos. Mayor alcance espacial del vector (altitud y latitud) y aceleración de su ciclo reproductivo debido a condiciones climáticas más favorables.

Las proyecciones climáticas futuras según los modelos empleados muestran que existirán condiciones propicias para modificaciones en el patrón estacional de algunas enfermedades y un alza de las mismas como se muestra en el cuadro a continuación.

Impactos potenciales a largo plazo (2020-2050) de la variabilidad y el cambio climático en Cuba sobre la salud humana.				
Efectos de la variabilidad y el cambio climático	Vía de transmisión	Indicador	Impactos Esperados	Período de Impacto
	Aire	IRA	Incremento de las atenciones. Nueva alza estacional en el verano, con aumento del riesgo en edades extremas (ancianos y niños).	MP, IA
		Varicela	Modificaciones del patrón estacional y posible comportamiento hiperendémico.	MP
	Agua y alimentos	Hepatitis viral	Incremento en los meses del período poco lluvioso.	MP
		EDA	Incremento en los meses del período poco lluvioso y desplazamiento del pico de mayo para los meses de julio-agosto y cambios en la densidad de gérmenes circulantes.	MP, IA
		Meningitis Viral	Incremento de los casos y variación estacional, con aumento en los meses del periodo lluvioso (septiembre-octubre), fundamentalmente por enterovirus.	MP
	Vectores	Dengue	Condiciones climáticas muy favorables para la extensión geográfica del vector y disminución del ciclo evolutivo. Incremento de focos de Ae. Peligro de introducción y brotes de dengue.	MP, IA
		Malaria	Las condiciones climáticas favorecen el ciclo evolutivo del vector (<i>Anopheles sp.</i>). Probable introducción y brotes de malaria en el país por incremento de reservorio potencial.	LP
Leyenda LP Largo Plazo (2021-2050), MP Mediano Plazo (2015-2020), IA Impacto Actual (2001-2010). <i>Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del modelo MACVAH/AREEC. (Planos et. al., 2013).</i>				

El estado de algunos componentes del medioambiente y las condiciones socio económicas ejercen presiones sobre los ecosistemas de tal forma que interactúan con los impactos del clima. La tabla 3.9 muestra las relaciones entre estos aspectos de acuerdo con las proyecciones para el 2050.

Tabla 3.9 Relación entre la presiones, el estado de algunos componentes del medio ambiente, las condiciones socio económicas, los impactos y las consecuencias para indicadores de la salud humana según proyección para el 2050.

Componente ambiental	Estado y tendencia del componente ambiental	Impacto componente ambiental	Indicador impacto en Salud Humana	
			Epidemiológico EDA	Entomológico
			Situación epidemiológica	NFae
Aguas marinas y costeras	Deterioro de las aguas marinas y costeras	Efectos sobre los principales ecosistemas costeros, cambio de la línea de costa, reubicación de comunidades, cambio en el ciclo de nutrientes, intrusión salina y salinización de los suelos,	Alta morbilidad	No evidencia
Aguas terrestres	Déficit y deterioro de la calidad	Deterioro de la calidad y disponibilidad de agua para el consumo. Aumento de los recipientes para almacenar agua	Aumento de las EDA	Elevado índice
Suelos	Erosionados, salinizados, cambio en el uso	Pérdida de la diversidad biológica, cambio de nutrientes, cambio de la relación depredador - presa, desplazamiento de poblaciones de gérmenes.	Aumento de las EDA	Aumento de la población de Aedes en las áreas
Diversidad Biológica	Cambios en la diversidad, pérdida de hábitats, ecosistemas, etc.	Pérdida de la diversidad biológica, hábitat y nichos ecológicos, cambio de la relación depredador presa. Incremento de la reproducción y circulación de los agentes microbianos.	Aumento de las EDA por bacterias (aeromonas, salmonella, shigella, vibrios), parásitos y virus	Aumento de la población de Aedes
Medio Ambiente Urbano	Pérdida de la diversidad biológica Deterioro del ecosistema humano.	Cambio en la dinámica de los virus, gérmenes y vectores, tendencia al aumento de las poblaciones. Dificultades del funcionamiento de la infraestructura urbana	Aumento de las EDA	Aumento de la población de Aedes
Socio-económico-demográfico	Inseguridad alimentaria, Incremento de las migraciones, Incremento de los costos, Disminución de la disponibilidad del recurso, cambio de la pirámide poblacional.	Incremento de la migración hacia las ciudades, aumento de la pobreza y deterioro del saneamiento ambiental. Aumento de la población mayor de 65 años. Cambio en los asentamientos humanos.	Aumento de las EDA, con mayor riesgo en población adulta	Aumento de la población de Aedes

3.5.8 Evaluación integrada de impactos del cambio climático.

Entre los trabajos realizados para esta Comunicación Nacional, se inició un ejercicio de evaluación integrada de los impactos del cambio climático y de las medidas de adaptación en una porción del sur de las provincias de Artemisa y Mayabeque (Figura 3.13).

Su objetivo fue establecer medidas de adaptación integrales, que tomen en cuenta las interacciones que se producen entre las vulnerabilidades e impactos

del cambio climático, a partir de la caracterización del territorio para la línea base 1961 - 1990, la determinación de la vulnerabilidad actual y de los impactos que se producirán con los escenarios climáticos modelados, específicamente en este territorio, para los años 2050 y 2100, con una resolución de 25 km; lo cual se hizo acorde con lo explicado sobre los escenarios climáticos del futuro. Los sectores involucrados son: recursos climáticos, recursos hídricos, zonas marinas y costeras, diversidad biológica, bosques, agricultura, asentamientos humanos y usos de la tierra, y salud humana.

El estudio de caso tiene preliminarmente carácter metodológico y, en el momento de preparación de esta Comunicación, ha desarrollado la caracterización de la línea base 1961-1990, determinado los escenarios climáticos para los años 2050 y 2100, establecido los impactos, y propuesto un conjunto de medidas de adaptación por sectores. Este trabajo continuará como un proyecto de uno de los programas de investigación científica del país para presentarlo concluido en la Tercera Comunicación Nacional.

3.6 La adaptación

La adaptación al cambio climático es una acción muy compleja, que debe realizarse con un enfoque integrado. Se trata de implementar acciones en un medio profundamente transformado por la acción del hombre, donde existen necesidades perentorias de la sociedad que solo pueden ser satisfechas con una profunda transformación del medio ambiente, que al final deben ser decididas sobre una valoración costo - beneficio de la medida.

La adaptación es compleja y costosa. Para lograrla de manera adecuada, y exitosa tiene que sustentarse en el reconocimiento de que los peligros, las vulnerabilidades y los riesgos cambian a medida que progresa el cambio climático, y de que en el futuro no serán necesariamente los mismos, ni tendrán las mismas frecuencias ni



Fuente: Planos et. al. (2013)

Figura 3.13 Área de estudio y sectores involucrados.

las mismas intensidades. Los patrones cambiarán con el tiempo... pues el clima ha dejado de ser el telón de fondo... estático... del paisaje geográfico (Rivero, comunicación personal). Una medida de adaptación no analizada integralmente, y sin reconocer su cadena de impactos, puede conducir a daños y/o costos irreversibles.

Los resultados obtenidos en los diversos proyectos y programas que en Cuba abordan el impacto del cambio climático contienen medidas de adaptación ofrecen una gran variedad de opciones, elaboradas con un alto grado de especificidad y detalle para cada área analizada (Planos et. al., 2013, García., 2009). Estas opciones se presentan a continuación de manera general (Tabla 3.10).

Tabla 3.10 Opciones de adaptación en Cuba.

Recursos Hídricos:	
La principal garantía para enfrentar con éxito los efectos negativos del cambio climático sobre los recursos hídricos y la aplicación consecuente de medidas de adaptación, es el desarrollo hidráulico alcanzado y en proceso de sistemática ampliación, mantenimiento y observación, que ha permitido asegurar las necesidades del recurso agua para el desarrollo sostenible del país. El conjunto de medidas de adaptación que a continuación se relacionan, muchas de ellas en ejecución en estos momentos por parte del sistema del INRH, conforman un paquete de acciones de alcance político y de gestión, encaminadas a introducir o a ampliar la introducción de soluciones paulatinas al reto de los impactos del cambio climático sobre el recurso agua.	
Medida	Descripción
Observaciones del comportamiento de las variables hidrológicas	<ul style="list-style-type: none"> Continuar y fortalecer el proceso de modernización de la capacidad de observación de los componentes cualitativos y cuantitativos del ciclo hidrológico (red pluviométrica, pluviográfica, hidrométrica, hidrogeológica, batimetría, de calidad). Muchas de estas acciones ya están introducidas en la práctica.
Introducción de tecnologías para la adaptación	<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar con calidad y en el tiempo previsto, las nuevas inversiones destinadas a incrementar la satisfacción de las necesidades del recurso para la economía, sociedad y medio ambiente. Disminuir las pérdidas de agua en redes y conductoras de acueducto, canales y equivalentes (riego) y su rehabilitación y renovación, mediante la introducción de tecnología apropiada. Elevar la eficiencia en el mantenimiento de la importante infraestructura hidráulica creada, así como en la administración del agua empleada para los diferentes usos económicos, sociales y ambientales. Promover la introducción de tecnologías apropiadas, tales como la cosecha directa de agua de lluvia y otras, para satisfacer demandas locales del recurso.
Metodologías e instrumentos para la evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> Re-evaluar sistemáticamente los actuales recursos hidráulicos disponibles cubanos (Referencia 2002: 13.67 kilómetros cúbicos, que equivale a 57% de los recursos aprovechables) para decidir el Plan Anual de Uso de las Aguas del país.
Investigaciones	<ul style="list-style-type: none"> Implementar proyectos de ciencia e innovación tecnológica en cuencas y otros ecosistemas vulnerables, con el objetivo de perfeccionar la prevención y protección hidrológica. Desarrollar los estudios necesarios para la introducción de las modificaciones a los proyectos de obras hidráulicas, a

	<p>tenor de los impactos que se producirán por los cambios climáticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Re-evaluar o evaluar las actuales potencialidades hídricas en función de incrementar el empleo de la hidroenergía en el país, con especial atención a las áreas montañosas.
Planeamiento de medidas de adaptación y de prácticas exitosas	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar profundizando en la aplicación del enfoque de ecosistema a la gestión integrada del recurso agua y fortalecer el funcionamiento y alcance de los Consejos de Cuencas. • Reducir paulatinamente la carga contaminante que se dispone en los cuerpos receptores superficiales y subterráneos, mediante la construcción de sistemas de tratamiento y elevar el reuso de las aguas residuales tratadas. • Elevar el reúso económico de residuos sólidos agrícolas y del tratamiento de residuales, para el mejoramiento y conservación de suelos y el mejoramiento de la producción (producción de humus, abonos verdes), evitando su disposición a las aguas superficiales y subterráneas. • Fortalecer el papel del aparato de inspección estatal de los recursos hidráulicos, en función del cumplimiento de la legislación vigente y el control de las medidas para su segura administración.
Información socio-económica y relaciones con evaluaciones de impacto y vulnerabilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar el rol de los medios masivos nacionales, provinciales y municipales en la divulgación y toma de conciencia de que el recurso agua es renovable, pero limitado, y su empleo debe ser el apropiado. • Elevar la concientización y educación para el uso sostenible del agua en la sociedad, economía y el medio ambiente, mediante la ampliación de las actividades y el alcance del Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (PAURA).
Zonas costeras y recursos marinos	
Desarrollar programas integrados de manejo costero para todos los sectores de la zona costera.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la densidad demográfica en las zonas bajas y en la parte baja de las cuencas hidrográficas. • Desarrollar concepciones constructivas en la infraestructura, adaptadas a las inundaciones temporales para las zonas bajas. • Limitar la construcción de áreas residenciales, fábricas u hoteles en las zonas costeras bajas con perspectivas de uso mayores que 50 años. • Repoblar las zonas de manglar en todos los sitios afectados por la deforestación y promover la reforestación de la zona costera con las especies propias de la misma. • Crear zonas protegidas con categorías restrictivas de uso para proteger de forma más efectiva a los ecosistemas marinos. • Desarrollar sistemas de monitoreo (mediciones sistemáticas) y de alerta temprana con tecnologías de punta, así como de nuevas tecnologías de ingeniería de costas.
Potenciar el desarrollo de la acuicultura.	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la presión que actualmente sufren los ecosistemas arrecifales por parte de las actividades pesqueras.
Desarrollar la regeneración de las playas sobre la base de "soluciones blandas".	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar con el programa de recuperación y protección de playas, desarrollando la regeneración de las playas sobre la base de "soluciones blandas" y/ en combinación con otras tecnologías. • Implementar medidas de protección de la erosión en armonía con el medio ambiente que se incluyan en las nuevas

	<p>inversiones así como en la transformación de la infraestructura existente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento y rescate de las barreras naturales protectoras.
Perfeccionamiento de la legislación	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar todas las herramientas legales posibles para la conservación de los ecosistemas marinos costeros y el uso sostenible de los mismos. • Adecuar la sostenibilidad del uso de los ecosistemas marinos al conocimiento predictivo del cambio climático.
Diversidad biológica	
Incrementar el número de áreas protegidas e implementar una estrategia conservacionista.	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar las amenazas sobre la biodiversidad marina y costera, promoviendo medidas de conservación de especies, hábitats y ecosistemas. • Elaborar y controlar planes de manejo sostenible de los principales recursos pesqueros y orientar su explotación según compatibilización de intereses de los sectores agrícola, hídrico, turístico, de transporte y alimentario. • Estudiar y ofrecer alternativas para la pesca de subsistencia en las comunidades costeras. • Proponer y profundizar en alternativas para implementar el Manejo Basado en Ecosistemas y el Planeamiento Espacial Marino como herramienta para el desarrollo sostenible en Cuba. • Realizar acciones urgentes de rehabilitación ecosistémica, que incluyan la construcción artificial de viveros de diferentes especies de mangle, de corales como <i>Acroporapalmata</i> y fomentar el cultivo de peces depredadores, como los pargos y meros y otros organismos marinos, que contribuyan al control biológico de especies exóticas e invasoras en Cuba.
Bienes y servicios de la diversidad biológica	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la conservación y utilización por los seleccionadores de los recursos genéticos emparentados con especies cultivadas (fundamentalmente los endémicos), para asegurar promover la seguridad alimentaria. • Promover la cuantificación de los bienes y servicios que nos brinda la diversidad biológica, para alertar sobre las pérdidas que ocasionan su deterioro y el beneficio económico que brinda su conservación o uso sostenible. • Incrementar las bases de información sobre la diversidad biológica y de las características del ambiente en que se desarrollan, así como completar los inventarios de los recursos biológicos, al constituir las bases fundamentales para el desarrollo de las investigaciones para conocer el impacto del cambio climático sobre la misma.
Bosques:	
Manejo y protección	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir en los proyectos de ordenación de las empresas forestales las acciones de adaptación derivadas de las evaluaciones de impacto realizadas en sus patrimonios. • Reforzar la ejecución del programa de reforestación en el litoral, especialmente los manglares, e implementar una estrategia de conservación con las especies amenazadas por el ascenso del nivel del mar. • Establecer reservas <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de especies forestales claves, para asegurar la disponibilidad de un banco genético con suficiente diversidad para los programas de mejoramiento.
Muerte regresiva del bosque	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un sistema informativo de alerta climática para el sector forestal, con alcance municipal. • Reforzar el monitoreo de bosques naturales y plantaciones en los 15 municipios con riesgo medio y alto, especialmente

	<p>cuando entre noviembre y abril la temperatura del aire supere los 24 °C y cuando entre mayo y octubre, la lluvia mensual sea inferior a 150 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar el empleo de especies de rápido crecimiento y/o bajas densidades de la madera en los planes de (re)forestación que en el futuro se desarrollen en los seis municipios de mayor riesgo.
Plagas forestales	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la prevención y las medidas previas de supresión y de supresión en sí de los incendios forestales, así como el mejoramiento de la salud del bosque a través de la silvicultura y del manejo integrado de plagas. • Crear programas para el control de insectos y enfermedades, capaces de detectar aumentos en la aparición y en la intensidad de la decadencia de los bosques, en la actividad de nuevas plagas (naturales o introducidas), además de las que históricamente causaron pérdidas. • Identificar las especies con potencial de convertirse en plagas tras el cambio climático y transferir lo antes posible el resultado de las investigaciones a los programas operativos de la producción. • Realizar estudios sobre los efectos de los incendios, insectos y enfermedades sobre la biodiversidad en términos de especies colonizadoras, descendientes y clímax. Determinar el grado de “perturbación” en el proceso de autorrecuperación de los sistemas vegetales debido al cambio climático. • Crear un sistema nacional de monitoreo de plagas forestales.
<p style="text-align: center;">Agricultura:</p> <p>Uso de tecnologías de protección de cultivos y del ganado porcino, obtención e introducción de variedades de cultivos con rendimientos potenciales superiores y de razas porcinas resistentes, en presencia de altas temperaturas y déficit de agua. Cambios en la gama de cultivos, sobre la base de estudios de regionalización de los mismos, implementados sistemáticamente a medida que evolucione el clima.</p>	
Cultivo de la papa	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la superficie del cultivo, pero manteniendo elevados rendimientos. • Obtener nuevas variedades que conjuguen la tolerancia a una mayor temperatura, con el mantenimiento de rendimientos aceptables en suelos de capacidad agroproductiva mediana; pero considerando los escenarios climáticos del futuro; de lo contrario, sus niveles de adaptación al estrés abiótico pudieran resultar inadecuados.
Cultivo del arroz	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la superficie del cultivo, pero manteniendo elevados rendimientos. • Obtener nuevas variedades que conjuguen la tolerancia a una mayor temperatura, con el mantenimiento de rendimientos aceptables en suelos de capacidad agroproductiva mediana; pero considerando los escenarios climáticos del futuro, de lo contrario, sus niveles de adaptación al estrés abiótico pudieran resultar inadecuados.
Ganadería porcina	<ul style="list-style-type: none"> • Redistribuir territorialmente la carga por unidad especializada, de manera tal que mayor cantidad de animales sean ubicados en las provincias y municipios de la región centro-occidental, donde tanto los registros históricos como los previstos por los escenarios climáticos reportan valores menores de temperatura y estrés térmico.

	<ul style="list-style-type: none"> • Rediseñar las naves, en su estructura, cubierta y entorno para favorecer el menor calentamiento del interior.
Cultivo del tabaco	<ul style="list-style-type: none"> • Valorar los niveles de tolerancia o resistencia de las variedades actuales de tabaco a los efectos de las plagas; al estrés abiótico generado por la disminución de la disponibilidad de agua y humedad, así como al aumento de la salinidad, combinado con la búsqueda de nuevas fuentes de variabilidad genética. • Emplear barreras rompevientos perimetrales en las plantaciones, para atenuar los impactos sobre la calidad de los suelos. • Asegurar el regadío a la mayor extensión posible de áreas productoras de tabaco, combinado con el empleo de sistemas tecnológicos que aumenten lo más posible la eficiencia técnica y biológica en el uso del agua. • Rediseñar las casas para el curado, empleando materiales de mayor resistencia, con falso techo interno y un menor ángulo de inclinación de los techos, para atenuar los efectos del viento. • Reducir la ubicación de zonas productoras de tabaco en áreas próximas a las costas o susceptibles de ser afectadas por la intrusión salina de sus acuíferos subterráneos.
Asentamientos humanos y uso de la tierra: Adecuar los planes de ordenamiento territorial y del uso de la tierra; y los planes de prevención y protección en caso de desastres.	
Asentamientos humanos y población	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger la tierra del crecimiento desmedido de nuevas urbanizaciones. • Dar tratamiento diferenciado de la localización espacial (patrones de poblamiento) de los asentamientos de todo tipo, de acuerdo al impacto esperado en ellos por el cambio climático; en términos de búsqueda de confort, seguridad o menor vulnerabilidad.
Uso de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptar las actividades agropecuarias, en particular las de mayor incidencia en la seguridad alimentaria del país, a los cambios en el uso de la tierra como consecuencia del impacto del cambio climático. • Determinar, por parte de la ganadería, la forma de manejo más adecuada, con técnicas de explotación sostenibles, que permitan garantizar la alimentación de la masa ganadera acorde a las demandas de la población, así como soportar el impacto de las consecuencias del cambio climático. • Diversificar los cultivos, mejorar las condiciones de los suelos, introducir y desarrollar variedades resistentes al nuevo escenario de temperaturas, incrementar el control de plagas, lograr el manejo blando de los suelos, usar más racionalmente el suelo, emplear tecnologías ahorradoras de agua. • Reorganizar la tenencia de la tierra en el país, en particular el sector cooperativo, para contribuir a mejorar y conservar las cualidades del recurso tierra y su mejor uso; obtener mayor nivel de uso del recurso tierra y elevar los rendimientos agrícolas actuales. • Recuperar la agro-productividad, a través de un manejo integrado de suelos, mediante la incorporación progresiva de los resultados científico-técnicos; el acceso al riego eficiente y otros recursos que contribuyan a su eficiencia productiva y su rehabilitación.

	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer corresponder las características y posibilidades de adaptación de los cultivos a la vocación de los suelos, clave del éxito del ordenamiento del territorio agrícola y no agrícola del país, acorde con las variables meteorológicas a modificarse por el cambio climático. • Valorar detenidamente en las tierras de la zona oriental, las más afectadas y donde se espera una agudización de los fenómenos de sequía, las soluciones a ejecutar en el tiempo, a fin de lograr una adaptación de cultivos, la utilización de prácticas de laboreo adecuadas, la identificación de las variedades de cultivos a plantar, así como las soluciones para la permanencia de la población y los rebaños ganaderos en estos territorio, y que demandan agua de consumo directo y de calidad.
Salud humana:	
Medidas generales	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la estabilidad en el suministro de agua potable a la población, así como mantener los servicios de almacenamiento, recogida, disposición y tratamiento final de basura. • Capacitar al personal de salud en los temas de clima y peligros y riesgos en salud, así como educar a la población en las medidas preventivas o de adaptación a corto y mediano plazo. • Mantener e incrementar el programa de inmunización. • Transferir tecnologías adecuadas para enfrentar los impactos esperados y solicitar asistencia financiera para las medidas de adaptación. • Mantener y perfeccionar el sistema de alerta temprana a escala trimestral, mensual y semanal, que incluye las principales enfermedades o riesgos a la salud.