

**Proyecto PNUD/SEMARENA:
Habilitando a República Dominicana
en las Preparaciones Iniciales
en Repuesta a sus compromisos
con la CMNUCC**



**Efectos del cambio climático sobre
el turismo de la región de Bávaro y
Punta Cana, República Dominicana.
Fase II. Escenarios climáticos,
impactos y medidas de adaptación**

**Elaborado por:
Alejandro Herrera Moreno y Liliana Betancourt Fernández**

Santo Domingo, Junio 2007

**Efectos del Cambio Climático sobre el
turismo de la región de Bávaro y Punta Cana,
República Dominicana.
Fase II. Escenarios climáticos,
impactos y medidas de adaptación**

Alejandro Herrera Moreno y Liliana Betancourt Fernández



Santo Domingo, Junio 2007

CONTENIDO

Capítulo 1. Introducción 1-1

Capítulo 2. Metodologías 2-1

Capítulo 3. Definición de escenarios climáticos 3-1

Ascenso del nivel del mar

Incremento de la temperatura

Cambios en el patrón de precipitaciones

Incremento de eventos meteorológicos extremos

Capítulo 4. Impactos biogeofísicos del cambio climático 4-1

Introducción

Arrecifes coralinos

Manglares

Playas

Biota costera y marina

Capítulo 5. Impactos socioeconómicos del cambio climático 5-1

Introducción

Infraestructura turística

Número de turistas

Patrones de ocupación

Dinámica económica vinculada al turismo regional

Uso del agua

Uso de la playa arenosa

Uso de los arrecifes coralinos

Capítulo 6. Plan de medidas de rectificación y adaptación 6-1

Capítulo 7. Referencias 7-1

Anexos

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Se reconoce que el cambio climático tendrá un impacto serio en la industria turística a nivel global, pero especialmente en las pequeñas islas (Jones, 2003), lo cual pone en riesgo los aportes sociales y económicos de este sector. En el caso de la República Dominicana, esta realidad es especialmente relevante en polos turísticos importantes como la región de Bávaro y Punta Cana, Polo Turístico que se ha convertido en uno de los destinos privilegiados en todo el Caribe, donde se encuentran representadas las mejores cadenas hoteleras del mundo. Siendo el clima uno de los factores más relevantes en la selección de un destino por parte de los turistas (Bigano *et al.*, 2006), especialmente los de altas latitudes, la eventual reducción que pueda sufrir la entrada de turistas en la región de Bávaro y Punta Cana producto de los cambios del clima, marcará el desarrollo de la economía turística regional (Herrera 2007).

Los impactos esperados del cambio climático por la acidificación del océano, los cambios en el patrón de precipitaciones, el incremento de la temperatura del aire y el agua, el ascenso del nivel del mar y el incremento de la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos, afectarán elementos claves del ambiente físico-natural, comprometiendo los recursos naturales de los cuales depende el turismo y desencadenando impactos sociales y económicos que afectarán a todos los relacionados con el sector, desde los inversionistas, empleados directos e indirectos, población relacionada y otros sectores económicos como la agricultura, la construcción, la industria química o la pesca, que ya han creado vínculos económicos estrechos con la industria turística (Herrera, 2007).

Los impactos directos del cambio climático desencadenarán impactos indirectos, secundarios y terciarios, relacionados entre sí, de lo cual comentaremos un ejemplo solo para ofrecer una idea de la complejidad de las relaciones y el alcance de sus efectos negativos. La acidificación del océano limitará el crecimiento coralino por su relación con la producción de carbonato de calcio, pero el incremento de la temperatura promoverá fenómenos de blanqueamiento en las colonias coralinas, mientras que la mayor frecuencia de huracanes y ciclones será responsable de una mayor destrucción de este ecosistema, más aún debilitado por impactos previos que han alterado su tasa de crecimiento y la robustez de sus esqueletos. Se perdería así el componente más importante del buceo contemplativo ecoturístico, que se basa en la belleza de los paisajes submarinos: los arrecifes coralinos y con ello -en el orden económico- la oferta turística de actividades subacuáticas que genera importantes ingresos en todo el mundo, con su consecuente efecto económico sobre las empresas de buceo y el personal con ella relacionado.

En el orden ambiental, con la pérdida del arrecife coralino se estaría perdiendo un ecosistema con roles ecológicos claves como: base de la biodiversidad marina, sostén de las pesquerías costeras, fuente natural de alimentación de la arena de las playas y defensa ante el embate del oleaje a través de sus barreras coralinas. Si el arrecife deja de cumplir estas funciones, el turismo también se vería afectado, ya no solo por la pérdida de paisajes submarinos para el buceo, sino además por la pérdida de los recursos pesqueros que demanda la población turística, la desprotección de la costa ante el embate de las olas que confiere mayor vulnerabilidad a las infraestructuras construidas y la pérdida de otro de sus recursos emblemáticos: las playas arenosas, impactadas éstas a su vez por un mar en ascenso, incrementando los problemas de erosión.

Reconociendo la elevada dependencia de las actividades turísticas respecto a las condiciones climáticas, y la alta vulnerabilidad de muchos destinos a los efectos del cambio climático, la

Organización Mundial de Turismo (OMT, 2003) dio un primer paso importante para abordar las complejas relaciones entre el cambio climático y el turismo, al convocar la I Conferencia Internacional sobre Cambio Climático y Turismo en Djerba (Túnez) en el 2003. La conferencia reunió a delegados de 53 países, procedentes de la comunidad científica, de organismos de las Naciones Unidas, del sector turístico, de ONGs, de administraciones nacionales de turismo y de departamentos de medio ambiente, así como de gobiernos locales. El principal resultado fue la Declaración de Djerba sobre Turismo y Cambio Climático, un marco básico para las futuras medidas de las distintas partes, documento que debería ser incorporado en la agenda de las autoridades ambientales y de turismo de nuestro país (ver Anexo 1).

El presente reporte constituye la segunda fase del estudio de los efectos del Cambio Climático a lo largo de la costa Este de la República Dominicana, particularmente en la zona turística de Bávaro y Punta Cana. A partir de la compilación y análisis previo de la información básica físico-natural y socioeconómica sobre la región (Herrera, 2007) y el establecimiento de los escenarios climáticos (Limia, 2007), el objetivo del presente reporte es la evaluación del impacto del cambio climático y la elaboración de un Plan de Medidas de Mitigación y Adaptación para la zona turística de Bávaro y Punta Cana.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍAS

REGIÓN DE ESTUDIO

Desde el punto de vista de la división político administrativa del país, la región de estudio se ubica en la Provincia La Altagracia, Municipio Higüey, Sección El Salado y comprende los Parajes de Arena Gorda, Bávaro, Cabeza de Toro y Punta Cana. Abarca desde Arena Gorda hasta la Marina de Punta Cana (sin incluir el actual desarrollo de Cap Cana), con cerca de 40 km de longitud de costa y aproximadamente 105 km² de extensión de plataforma marina hasta la isobata de 50 m (Fig. 2.1). La región de interés es la misma estudiada recientemente por Herrera (2007) para realizar la descripción ambiental físico-natural y socioeconómica como línea base para la evaluación de impactos del cambio climático y por Limia (2007) para fijar los escenarios climáticos.

FUENTE DE DATOS CLIMÁTICOS

La Estación Meteorológica utilizada para el desarrollo de la línea base climática es la denominada Punta Cana, ubicada en las Coordenadas UTM 2052840 E y 566744 N, a 12 m de altura (Fig. 2.1). La información obtenida comprende el período temporal de 1963 a 2003, 41 años, de las variables temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y precipitación a escala mensual, además, las precipitaciones máximas acumuladas en 24 horas a nivel mensual y el número de días con lluvia del período 1963-2000 (Limia, 2007).

Dado que el reporte de Limia (2007) no ofrece escenarios para los cambios en los eventos meteorológicos extremos, se empleó el Sistema de Información Geográfica en línea de la NOAA Coastal Services Center (NOAA, 2007a) para obtener datos primarios y mapas de los eventos meteorológicos extremos que han pasado a 50 millas náuticas o menos de tres puntos seleccionados de la región de interés: Bávaro (Coordenadas 2063397 E y 564157 N), Cabo Engaño (Coordenadas 2063397 E y 564157 N) y Punta Cana (Coordenadas 2046820 E y 566303 N) en un período de 155 años, desde 1851 a 2005 (Fig. 2.2). Con estos datos se analizó la tendencia general de los meses de la temporada ciclónica, la frecuencia de los eventos y las velocidades del viento en busca de posibles regularidades.

CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCENARIOS CLIMÁTICOS

Los escenarios climáticos que se manejan en el presente reporte provienen de Limia (2007), quien ofrece todos los detalles de su construcción. Para dar continuidad a los escenarios creados para República Dominicana en sus estudios de impactos para la primera Comunicación Nacional (SEMARN, 2004), Limia (2007) consideró para la zona de Punta Cana la utilización de los modelos de circulación general acoplados a modelos oceánicos (AOGCM), y para lograr un mayor nivel de detalle incorporó un modelo atmosférico regional. La selección del modelo de circulación general acoplado océano-atmósfera se realizó utilizando el paquete de programas MAGICC/SCENGEN Versión 4.1 y SCENGEN (Wigley *et al.*, 2002). El modelo atmosférico regional utilizado es PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) (Jones *et al.*, 2003).

En los escenarios desarrollados para la Primera Comunicación Nacional se utilizó la familia IS92 y se seleccionó la combinación de los escenarios de emisión más débil (IS92c) con la sensibilidad climática baja ($\Delta T=1.5^{\circ}\text{C}$), el escenario medio (IS92a) con la sensibilidad climática media ($\Delta T=2.5^{\circ}\text{C}$) y el escenario de emisiones fuerte (IS92f) con la sensibilidad climática alta ($\Delta T=4.5^{\circ}\text{C}$). Desde entonces, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático IPCC ha generado varias series de familias de escenarios de emisiones, la más reciente es la SRES (IPCC, 2000) empleada por Limia (2007) en su reporte.

EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Para la evaluación de los impactos del cambio climático sobre el turismo de Bávaro y Punta Cana se revisaron todos los documentos generados por la Organización Mundial del Turismo (OMT) durante la Primera Conferencia Internacional sobre Cambio Climático y Turismo, celebrada en abril de 2003 en Djerba (Túnez), cuya Declaración de Djerba sobre Turismo y Cambio Climático (OMT, 2003) ofrece una referencia básica y un marco para la acción. Como parte del análisis del impacto del Cambio Climático sobre la industria turística se consideraron aquellos impactos humanos actuales relacionados con el desarrollo de la propia industria, que al presente están tornando más vulnerable el ambiente y creando las bases para que los impactos del calentamiento global sean aún más desfavorables, muchos de ellos resumidos por PNUD (2005). Finalmente, se propone un Plan de Medidas de Mitigación y Adaptación para la zona turística de Bávaro y Punta Cana, a través de Programas y Subprogramas, con el interés de traducir en acciones concretas los resultados de la valoración global de impactos.

CAPÍTULO 3. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS CLIMÁTICOS

ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR

Según Limia (2007), de acuerdo a los Escenarios de emisiones SRES A2 e IS92A seleccionados para la región de Bávaro y Punta Cana, los valores de incrementos del nivel del mar varían -según la sensibilidad climática que se asuma- entre 1.6 a 14.5 cm para el primer escenario y entre 1.7 a 25.9 cm en el segundo, respectivamente (Tabla 3.1). Los valores de incremento del nivel del mar son ligeramente más elevados con el Escenario IS92A para los diferentes plazos de tiempo.

Tabla 3.1. Incrementos del nivel del mar (cm) según los escenarios de emisiones, considerando la sensibilidad climática baja, media y alta ($\Delta X^{\circ}\text{C}$) (según Limia, 2007).

Año \ ΔX	SRES A2			IS92A		
	1.5°C	2.6°C	4.5°C	1.5°C	2.5°C	4.5°C
1990	0	0	0	0	0	0
2010	1.6	3.7	6.1	1.7	4.9	10.2
2020	2.7	6.0	10.1	3.1	8.4	17.3
2030	3.8	8.6	14.5	4.8	12.6	25.9

Hasta el año 2030 las tasas de incremento del nivel del mar en cada escenario de emisión según cada valor de la sensibilidad climática son diferentes y corresponden a polinomios de segundo grado (Fig. 3.1), si bien no deben hacerse extrapolaciones, pues estas curvas cambian con el paso del tiempo, ya que la relación con el aumento de la temperatura no es lineal (Limia, 2007).

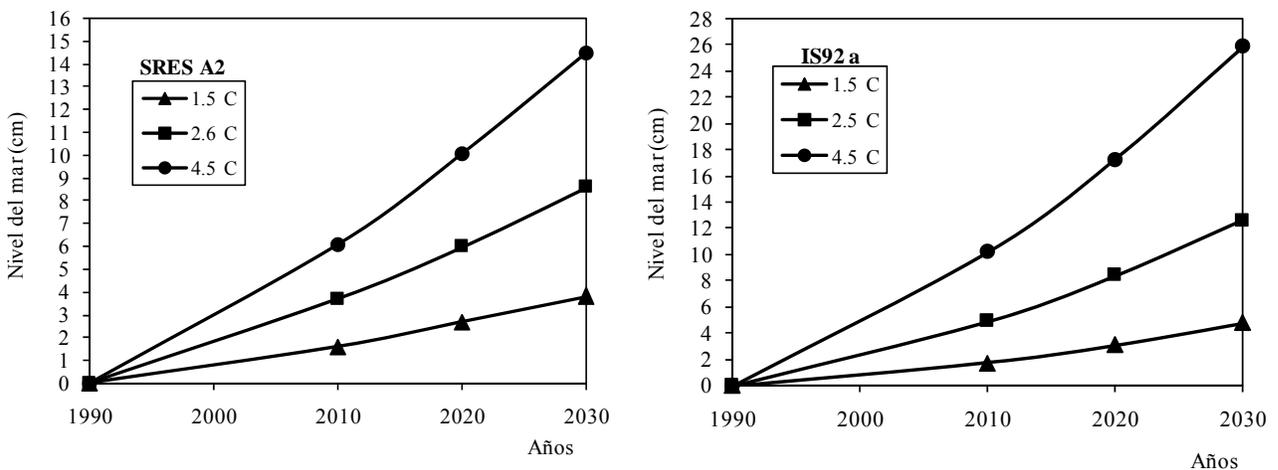


Figura 3.1. Pronóstico de ascenso del nivel del mar para la región de Bávaro y Punta Cana, bajo dos escenarios climáticos (según Limia, 2007).

De acuerdo a los incrementos que ofrece Limia (2007) se puede estimar, por ejemplo, considerando la sensibilidad climática baja del Escenario SRES A2, que para el año 2010 el incremento anual promedio estaría entre 0.8 a 1.1 mm/año hasta el 2030. Para una sensibilidad media sería de 1.85 a 2.6 mm/año y para una sensibilidad alta estaría entre 3.05 y 4.40 mm/año. Estas tasas son ligeramente mayores para sensibilidades análogas en el escenario IS92A (Tabla 3.2) que alcanzan valores máximos de hasta 8.6 mm/año.

Tabla 3.2. Estimado de la tasa de incremento promedio del nivel del mar (mm/año) según los escenarios de emisiones considerando la sensibilidad climática baja, media y alta ($\Delta X^{\circ}\text{C}$) (según Limia, 2007).

Año \ ΔX	SRES A2			IS92A		
	1.5°C	2.6°C	4.5°C	1.5°C	2.5°C	4.5°C
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.80	1.85	3.05	0.85	2.45	5.10
2020	1.10	2.30	4.00	1.40	3.50	7.10
2030	1.10	2.60	4.40	1.70	4.20	8.60

Comprobar la precisión de estas predicciones resulta difícil ya que la República Dominicana carece de series históricas de registros de mareógrafos. Joshua (2005) analizando el estado de los mareógrafos en el Caribe señala la seria carencia de información en nuestro país. No obstante, los valores calculados por nosotros a partir de los incrementos de Limia (2007), para una sensibilidad climática baja o media, están en el orden de los estimados realizados en varias localidades caribeñas aledañas a República Dominicana. Para el Norte de Cuba, Hernández y Díaz (2003) estiman una tasa de 1.46 mm/año en la localidad de Siboney (Fig. 3.2). NOAA (2007) ofrece un estimado de la tendencia promedio del nivel del mar en mm/año basada en datos mensuales desde 1950 a 2000 para cuatro localidades caribeñas y atlánticas, que también se encuentran en el orden de las mencionadas. Sus cálculos revelan una tasa de 1.43 mm/año para San Juan y 1.24 mm/año para la Isla Mayagüez, ambas en Puerto Rico; 1.64 mm/año para la Bahía de Guantánamo en Cuba y una tasa algo mayor de 2.27 mm/año en los Cayos de la Florida (Figura 3.3).

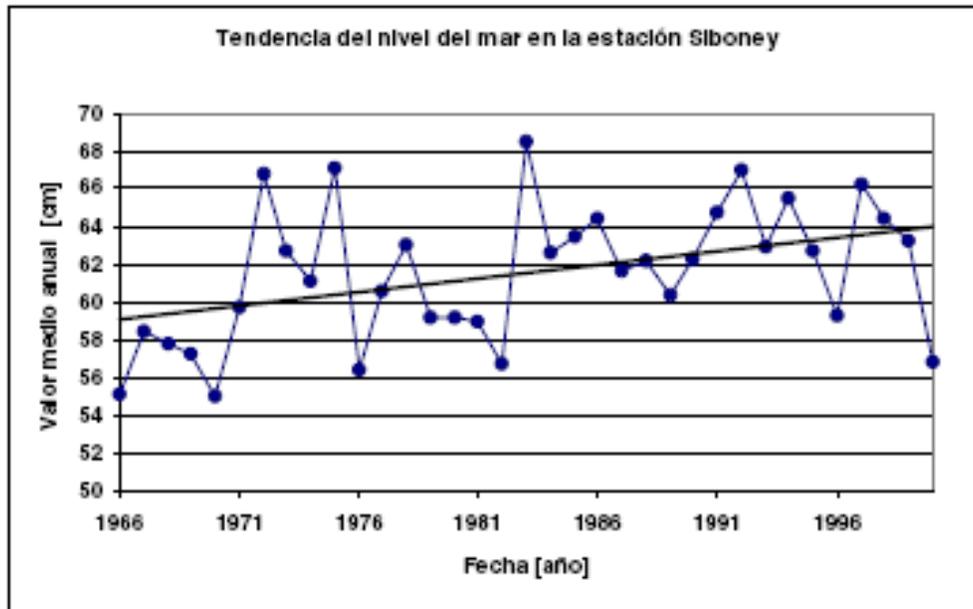


Figura 3.2. Tendencia del nivel del mar en Cuba según el registro de la estación mareográfica de Siboney, en Ciudad de La Habana, Cuba. La tasa de incremento del nivel medio del mar es 1.46 mm/año (gráfico tomado de Hernández y Díaz, 2003).

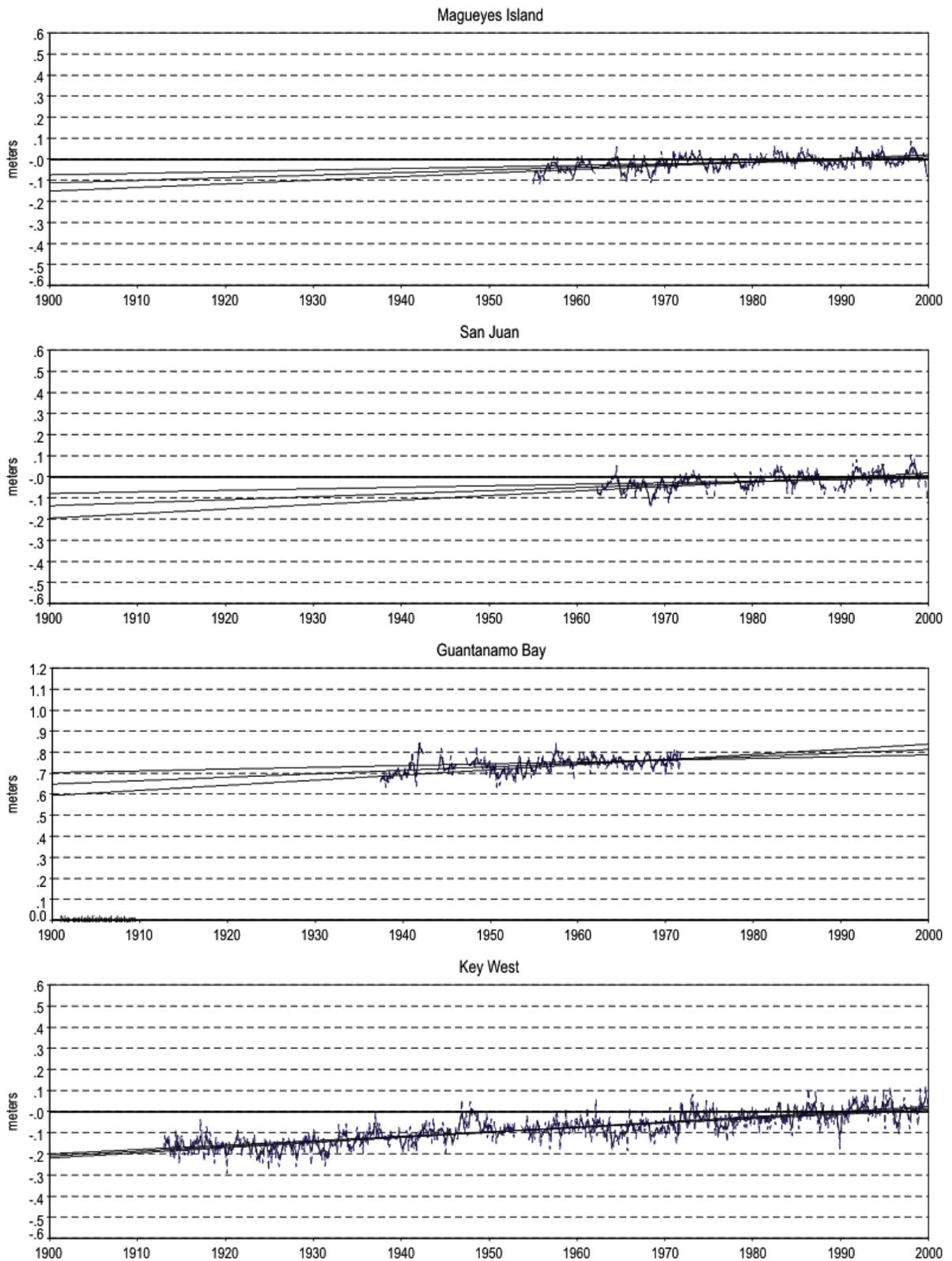


Figura 3.3. Estimación de la tendencia promedio del nivel del mar, en mm/año, basada en datos mensuales del nivel del mar de 100 años para cuatro localidades caribeñas y atlánticas (según NOAA, 2007).

INCREMENTO DE LA TEMPERATURA

Los escenarios desarrollados por Limia (2007) indican aumentos en la temperatura anual con mínimos de 0.3 °C y máximos de 0.8 °C, siendo menores los valores proyectados por el modelo global (ECH498) que por el modelo regional (PRECIS).

Tabla 3.3. Cambios de la temperatura estacional y anual para dos modelos asumiendo una sensibilidad climática media para el desarrollo de los escenarios climáticos (según Limia, 2007).

Mes\ año	Modelo ECH498			Modelo regional PRECIS anidado al modelo global HADCM3		
	Escenario de emisión SRESA2			Escenario de emisión SRESA2		
	2010	2020	2030	2011	2021	2031
Enero	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.8
Febrero	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.8
Marzo	0.3	0.5	0.7	0.5	0.7	0.8
Abril	0.4	0.6	0.8	0.8	0.8	0.7
Mayo	0.4	0.5	0.7	0.5	0.7	0.8
Junio	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.8
Julio	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7
Agosto	0.4	0.5	0.7	0.6	0.7	0.8
Septiembre	0.3	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5
Octubre	0.3	0.5	0.7	0.5	0.6	0.7
Noviembre	0.3	0.4	0.6	0.5	0.7	0.7
Diciembre	0.3	0.4	0.6	0.5	0.6	0.7
Anual	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7

Estos incrementos ya son evidentes en la región de Bávaro y Punta, pues de acuerdo al análisis de la línea climática de la Estación Meteorológica de Punta Cana, la temperatura máxima presenta una clara tendencia al aumento (Fig. 3.4). En un período de casi cuatro décadas las temperaturas máximas anuales variaron entre 31.6 °C (ocurrido en 1994) y 28.6 °C (registrado en 1970), con un valor medio de 29.9°C.

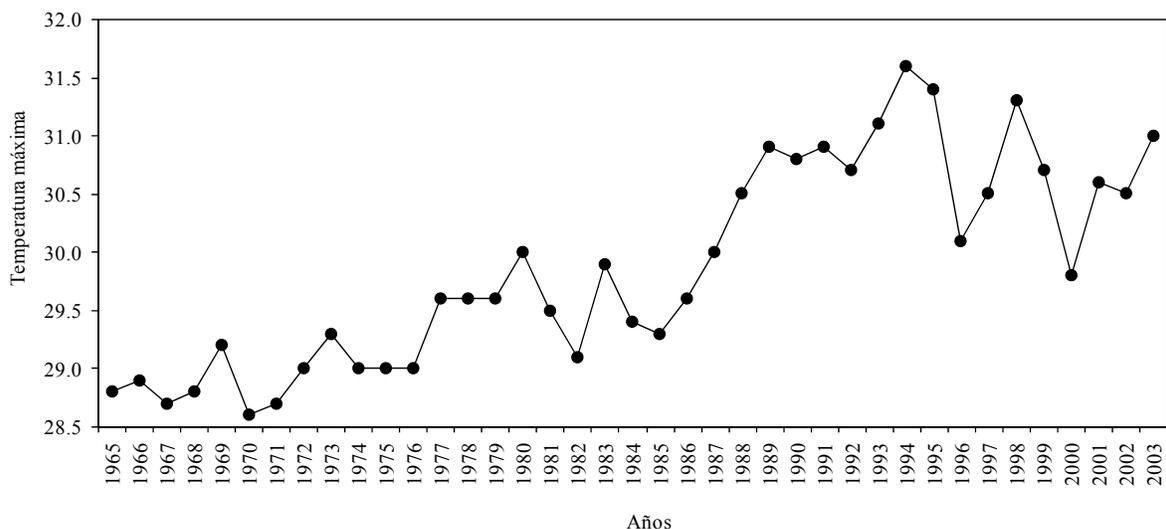


Figura 3.4. Serie temporal de la temperatura máxima (°C) en Punta Cana en el período de 1965 a 2003.

Según Limia (2007), el resultado de la evaluación estadística de estos datos refleja la existencia de una tendencia global al aumento, altamente significativa (nivel de significación del 5%), con un punto de cambio significativo en el año 1986. Como se observa en el gráfico, a partir de 1987 tiene lugar un incremento marcado de la temperatura máxima y comienzan amplias oscilaciones en sus valores, pero siempre por encima de los valores de décadas anteriores.

Las variaciones de la temperatura no solo conciernen a su marcha interanual sino también a su conducta estacional. Si se compara la estacionalidad térmica por décadas, considerando los períodos 1965 a 1974, 1975 a 1984, 1985 a 1994 y 1995 a 2004, es claro que en el clima actual ya han tenido lugar incrementos de la temperatura mensual (Fig. 3.5). Así, la variación estacional de la temperatura en la región de Bávaro y Punta Cana ha ido variando cada vez sobre mayores valores. En cuarenta años, la diferencia de temperatura varió entre 1.2 °C en noviembre y diciembre, donde se han observado los menores incrementos, a 2.3 °C en abril donde tiene lugar el cambio más drástico. Esta tendencia también la reflejan los cambios proyectados por los modelos para todas las sensibilidades climáticas consideradas, donde se espera que ocurran aumentos en las temperaturas en todos los meses del año con énfasis en algunos meses, particularmente abril.

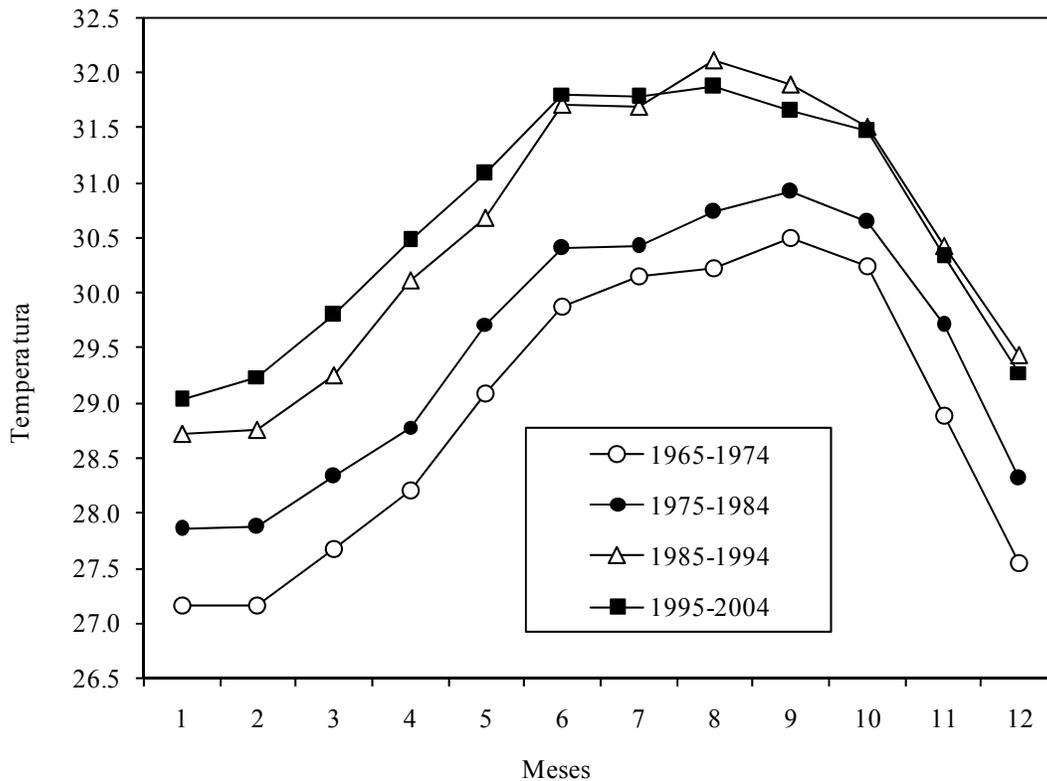


Figura 3.5. Variaciones estacionales de la temperatura (°C) en la Estación de Punta Cana, considerando los datos de cuatro décadas desde 1965 a 2004.

CAMBIOS EN EL PATRÓN DE PRECIPITACIONES

En el análisis de la tendencia de la precipitación en la región de Bávaro y Punta Cana, ambos modelos proyectan una disminución de las precipitaciones, la cual se agudiza con el paso del tiempo en el modelo ECH498 y que es más intensa según el modelo PRECIS (Tabla 3.4). La comparación entre las tendencias observadas del clima y los valores resultantes de los escenarios climáticos (considerando los cambios tanto en forma de porcentajes de la precipitación anual para el Modelo ECH498, como en razón de precipitación para el Modelo PRECIS) muestra que en las precipitaciones los cambios ocurridos en el clima actual –con tendencia a la disminución- son mayores que los proyectados por el modelo ECH498 el cual proyecta poco cambio en la precipitación, si bien hay diferencias mensuales. Por su parte, los cambios en la razón de la precipitación anual y mensual proyectados por el modelo regional PRECIS son a la disminución, con excepción del mes de enero donde se proyecta un ligero aumento. Los mayores valores proyectados son en los meses de mayo, junio y abril, con un cambio en el mes más lluvioso del año, de octubre a septiembre en el clima actual.

Tabla 3.4. Cambio de precipitaciones para dos modelos asumiendo una sensibilidad climática media para el desarrollo de los escenarios climáticos (según Limia, 2007). Para el Modelo ECH498 los cambios se expresan en forma de porcentajes de la precipitación anual y para el Modelo PRECIS como en razón de precipitación.

Mes/año	Modelo ECH498			Modelo regional PRECIS anidado al modelo global HADCM3		
	Escenario de emisión SRESA2			Escenario de emisión SRESA2		
	2010	2020	2030	2011	2021	2031
Enero	-1.1	-1.7	-2.3	0.1	-0.8	-1.0
Febrero	-5.2	-7.9	-10.8	-0.2	-1.2	-0.1
Marzo	-3.7	-5.7	-7.8	-0.4	-1.1	-0.4
Abril	0.3	0.5	0.7	-1.0	-1.1	1.0
Mayo	0.4	0.6	0.8	-1.2	-0.2	-1.2
Junio	3.4	5.1	7.0	-1.8	-0.1	-1.0
Julio	-7.3	-11.2	-15.3	-0.8	-1.0	-0.3
Agosto	-4.2	-6.5	-15.3	-0.3	-0.1	-1.1
Septiembre	-6.9	-10.5	-14.3	-0.7	-1.1	0.7
Octubre	0.1	0.2	0.2	-0.3	-1.2	-1.1
Noviembre	-2.1	-3.2	-4.3	-0.5	-0.1	-1.1
Diciembre	-0.2	-0.3	-0.4	-0.7	0.4	0.1
Anual	-2.0	-3.1	-4.2	-0.7	-0.6	-0.5

INCREMENTO DE EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

Una condición necesaria, aunque no suficiente para la formación de los ciclones tropicales, es una temperatura superficial mínima de cerca de 26 a 27 °C. Esto ha llevado a la especulación de que cualquier aumento en la temperatura superficial del agua de mar debido al cambio climático debe venir acompañado de un incremento en la frecuencia de ciclones (Ali, 1999). El papel de la temperatura superficial del océano en la génesis e intensificación de los ciclones tropicales ha sido bien demostrada (ver Saunders y Harris, 1997).

Además del incremento en frecuencia, es casi una certeza que un incremento en la temperatura superficial vendrá también acompañado por su correspondiente incremento en intensidad de los ciclones, en términos de velocidad del viento. La relación entre la intensidad de los ciclones y la

elevación de la temperatura superficial aparece bien discutida en la literatura y algunos cálculos teóricos (Emanuel, 1987) plantean que para incrementos de 2 y 4 °C, la velocidad del viento aumentará en un 10 a 22%, respectivamente. Ello indica un mayor número de depresiones que se convertirán en ciclones y un incremento de la severidad de los ciclones hacia categorías de mayor poder destructivo.

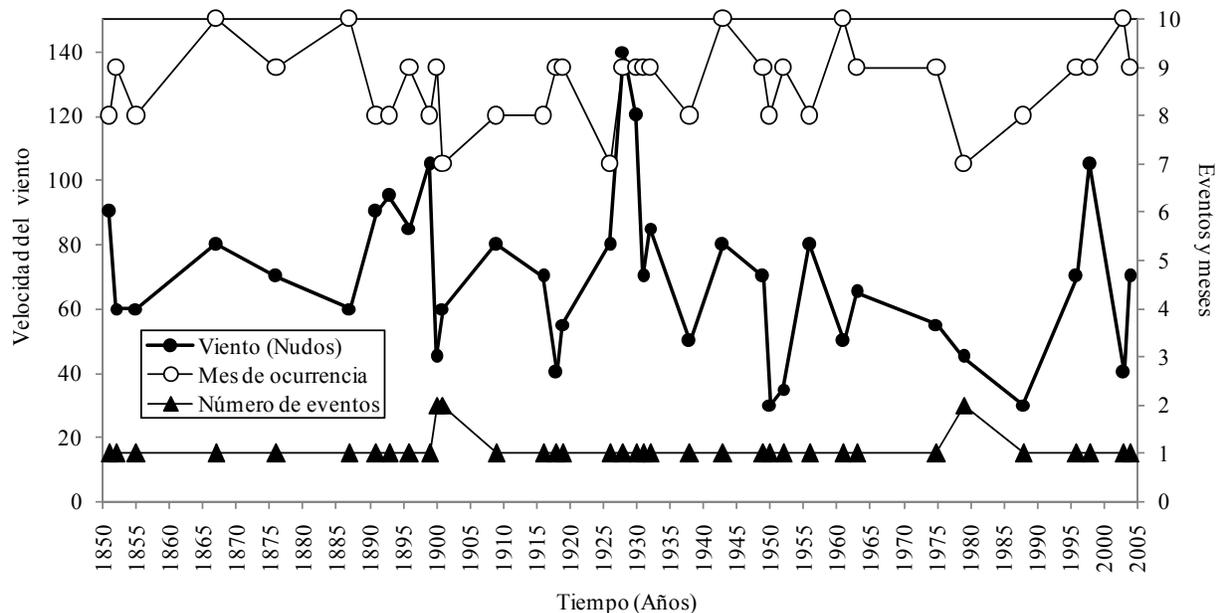


Figura 3.7. Eventos meteorológicos extremos que han pasado a 50 millas o menos de Bávaro, Cabeza de Toro y Punta Cana en un período de 155 años (1851 a 2005). Se indica el mes de ocurrencia (círculos abiertos) con números del 7 al 10 (julio, agosto, septiembre y octubre, respectivamente), la velocidad del viento (círculos negros) y el número de eventos por año (triángulos). Datos de la NOAA Coastal Services Center.

Al presente, tal tendencia no parece manifestarse en la región de estudio, al menos en un análisis simple de todos los eventos meteorológicos extremos que han pasado a 50 millas o menos de Bávaro, Cabeza de Toro y Punta Cana en un período de 155 años (1851 a 2005). Según datos de la NOAA (2007a) Center (Fig. 3.7) no indican una predisposición de cambios positivos o negativos ni en los meses de ocurrencia, ni la velocidad de los vientos, ni en la frecuencia de los eventos. Durante los 155 años analizados, la temporada ciclónica ha permanecido variando entre julio a octubre, el número de eventos se ha mantenido en una tasa de 1.08/año y los vientos han variado desde 30 a 140 nudos con tres casos de huracanes importantes: el Huracán Hortense de 1996 que estableció marcas pluviométricas para la región, el Huracán Georges en 1998 que generalizó una destrucción sin precedentes en el área y el Huracán Jeanne del 2004 que generó, posiblemente, la inundación más importante de la región en los últimos 100 años (Cocco, 2005).

CAPÍTULO 4. IMPACTOS BIOGEOFÍSICOS

INTRODUCCIÓN

En el presente apartado haremos un resumen de los impactos esperados sobre algunos factores biogeofísicos claves relacionados con el desarrollo turístico de Bávaro y Punta Cana: arrecifes coralinos, playas arenosas, manglares y representantes claves de la biota costera y marina. Se asume de manera general que cualquiera de los efectos discutidos ya está ocurriendo o pueden ocurrir en la región de interés. Los impactos a tratar comprenden el propio incremento del CO₂ atmosférico, el ascenso en el nivel del mar, el incremento de la temperatura, los cambios en el patrón de precipitaciones y el incremento de eventos meteorológicos extremos, de acuerdo a los escenarios previamente discutidos, establecidos por Limia (2007). Dichos impactos (Tabla 4.1) se analizan en sus efectos directos e indirectos y se ejemplifican, siempre que existe información disponible.

Tabla 4.1. Matriz interactiva de impactos principales del cambio climático sobre factores biogeofísicos de valor turístico en la región de Bávaro y Punta Cana.

Impactos	Incremento del CO ₂ atmosférico	Ascenso del nivel del mar	Incremento de la temperatura	Cambios en el patrón de precipitaciones	Incremento de eventos meteorológicos extremos
Factores biogeofísicos					
Arrecifes coralinos	Reducción del potencial de calcificación de los corales	Reducción del crecimiento arrecifal	Blanqueamiento de corales/ Cambios en la distribución de los arrecifes	Cambios en la salinidad, el balance de nutrientes e incremento de sedimentación	Daño físico a los arrecifes de coral
Manglares	Pérdida de sumideros de CO ₂ en la medida que desaparezca la cobertura de manglar	Sumersión del manglar de borde/ Anegación del suelo del manglar		Inundación del manglar de cuenca	Daños físicos al manglar
Playas arenosas	Reducción del aporte de material carbonatado por daños a los corales	Pérdida directa de arena por erosión y reconfiguración de perfiles		Pérdidas del aporte de los ríos	Daños físicos a la playa
Biota marina	Reducción del potencial de calcificación de organismos calcáreos	Pérdida de sitios de anidamiento de tortugas	Cambios en el patrón migratorio de aves costeras		Daños a la biota principalmente a representantes arrecifales fijos

ARRECIFES CORALINOS

Pronosticar las respuestas de los corales al cambio climático es difícil ya que en la historia evolutiva de los corales modernos (~50 millones de años) no hay precedentes para las condiciones y cambios esperados (Buddemeier *et al.*, 2004). No obstante, en el presente apartado haremos un resumen de todos los impactos que el cambio climático pueda tener sobre los arrecifes, puntualizando siempre que sea posible en los arrecifes de Bávaro y Punta Cana.

Se considera que el **incremento del CO₂ atmosférico** tenga un efecto en la reducción del potencial de calcificación de los corales. Al presente, el océano absorbe un tercio del CO₂ antropogénico, lo cual cambia de manera significativa las características químicas del agua de mar, particularmente el pH y las concentraciones de los iones carbonato y bicarbonato, afectando la habilidad de los organismos arrecifales para calcificarse (Houghton *et al.*, 2001). Las aguas superficiales ajustan sus características químicas a los cambios del CO₂ atmosférico en una escala de tiempo de cerca de un año, pero los incrementos proyectados del CO₂ en la atmósfera reducirán el pH del océano a niveles nunca vistos.

Muchos organismos marinos, entre ellos los corales y las algas calcáreas, utilizan los iones calcio (Ca²⁺) y de carbonato (CO₃²⁻) del agua para secretar el CaCO₃ de sus esqueletos. La reducción de estos iones puede afectar la tasa de deposición del esqueleto, más aún en el caso del carbonato, menos abundante que el calcio y que parece jugar un papel clave en el proceso de calcificación (Langdon, 2003). En condiciones de laboratorio, simulando condiciones atmosféricas donde se duplica el CO₂, las tasas de calcificación coralina disminuyeron entre 11 a 37%, mientras que las algas calcáreas tuvieron una reducción mayor de 16 a 44 % (Gattuso *et al.*, 1999; Langdon, 2003). Una reducción en la calcificación implica menor crecimiento y/o esqueletos menos densos o más frágiles. La calcificación y la temperatura están correlacionadas, por lo que este efecto puede ser sinérgico con el aumento de temperatura del cual hablaremos más adelante.

Los arrecifes coralinos también estarán afectados por el **ascenso del nivel del mar** pero se plantea que como un todo no debe tener un impacto demasiado severo por este concepto, asumiendo que el crecimiento individual de los corales y del arrecife es como promedio superior al de la tasa de incremento del nivel de mar. A nivel individual hay corales como *Acropora cervicornis* con crecimientos reportados de 100 mm/año en Florida (Shinn, 1976) y 264 mm/año en Jamaica (Lewis *et al.*, 1968) o *Acropora palmata* con 99 mm/año en Islas Vírgenes (Gladfelter *et al.*, 1978). Esta última especie es un representante abundante de los arrecifes de Bávaro y Punta Cana, donde crece en condiciones saludables (Brandt *et al.*, 2003) en áreas no accesibles al buceo turístico. Otras especies tienen tasas menores como *Diploria strigosa* en Panamá con 4.61 mm/año (Guzmán y Cortés, 1989), *Diploria labyrinthiformis* con 3.8 mm/año y *Montastraea annularis* con 10.6 mm/año (Charry *et al.*, 2004). Para el arrecife en general, Odum y Odum (1955) sugieren una tasa de crecimiento de 80 mm/año.

Todos estos valores de crecimiento coralino están por encima de las tasas de incremento del nivel del mar de 1.24 a 2.27 mm/año reportadas para Cuba, Puerto Rico y la Florida (Hernández y Díaz, 2003; NOAA, 2007), la estimada por modelos para República Dominicana (Limia, 2007) y las últimas cifras del incremento global promedio del mar de 1.8 mm/año (entre 1.3 a 2.3 mm/año) desde 1961 a 2003 y 3.1 mm/año (entre 2.4 a 3.8 mm/año) desde 1993 a 2003, reportadas por el Panel IPCC (UNEP, 2007). Por ello, se considera que los arrecifes tendrán la habilidad de adaptarse al ascenso proyectado del nivel del mar (Smith y Buddemeier, 1992), situación extensible a los arrecifes de Bávaro y Punta Cana.

Otras fuentes, basándose posiblemente en escenarios más drásticos, señalan que bajo los actuales pronósticos es probable que la tasa de crecimiento vertical de los corales sea más lenta que este incremento en el nivel del mar. Como resultado, los arrecifes que están cerca de su límite inferior de profundidad, quedarán en mayores profundidades, recibirán menos luz solar y crecerán más lentamente (Coral Reef Alliance 2007). De cualquier forma, el crecimiento neto del arrecife es el resultado de la combinación de la producción total de carbonato menos la pérdida por factores

físicos, químicos y biológicos. Si como ya hemos analizado la producción de carbonato podría estar alterada por el incremento de CO₂ en el agua y los factores físicos alterados como consecuencia de cambios en la lluvia, incremento de huracanes y aumento de la temperatura es posible que los arrecifes se vean impactados más bien por un efecto sinérgico de estos y otros factores, más que por el simple aumento del nivel del mar.

El **ascenso del nivel del mar** habría igualmente que valorarlo en relación con el tipo de arrecife, la zona ecológica que se trate, la profundidad, la geomorfología costera y su estado ecológico. Por ejemplo, ante un ascenso del nivel del mar podría ser de mayor impacto para aquellos arrecifes o zonas que se desarrollan más cerca de la superficie, como las mesetas arrecifales que se desarrollan a veces a escasos centímetros de la superficie, pues una mayor altura de agua puede reducir el efecto amortiguador de éstas a lo largo de la costa, reduciendo así la protección que brindan (Watson *et al.*, 1997). Tales son los casos de algunas mesetas arrecifales de la costa Norte, particularmente la de la región de Bávaro que se extiende paralela a la costa por unos 30 km y juega un papel clave en la protección costera y la alimentación natural de las playas arenosas.

Sin embargo, en el caso de los corales, más preocupante que los impactos anteriores es el **incremento de la temperatura** pues de los factores físico-químicos que determinan el desarrollo y la distribución de los arrecifes coralinos, el más importante es la temperatura. La distribución de los arrecifes ocurre solo en los mares tropicales. Los límites para el crecimiento normal de los corales del arrecife está entre 17 y 34 °C, pero los arrecifes bien desarrollados se establecen entre 23 a 25 °C. Esta estrecha tolerancia térmica implica que los arrecifes coralinos serán especialmente vulnerables a los incrementos de temperatura asociados al cambio climático. Algunas especies de corales viven muy cerca de sus límites de tolerancia de temperatura, por lo que temperaturas elevadas (por encima de los máximos estacionales) puede dañar por blanqueamiento y también dañar sus funciones reproductivas, conduciendo a un incremento de su mortalidad (Watson *et al.*, 1997).

Los incrementos en la temperatura del agua, vinculados al calentamiento global, pueden causar un masivo blanqueamiento de corales. Este fenómeno ocurre cuando los pólipos del coral, estresados por el calor o por radiación ultravioleta, expulsan el alga simbiótica que vive en los tejidos del coral. Cuando el alga es expulsada, el coral se torna blanco y parece que se ha “desteñido.” Estas algas le proveen al coral la mayoría de su alimento y oxígeno. Los corales se pueden recuperar después de períodos de blanqueamiento, sin embargo, a medida que el período de exposición y la severidad se incrementa así también aumenta la mortalidad de los corales. Se espera que el emblanqueamiento de los corales y la consecuente mortalidad en el arrecife sea más frecuente a medida que la temperatura del mar incremente. El blanqueamiento ha sido relacionado experimentalmente o en observaciones de campo, con varios factores ambientales, pero la mayor parte de los episodios masivos de alcance regional aparecen bien correlacionados con la temperatura, según indican Goreau y Hayes (1994) en su análisis global de los eventos ocurridos desde 1979 hasta 1991 en diferentes regiones arrecifales del planeta.

En la región de Bávaro y Punta Cana ya han ocurrido aumentos significativos de la temperatura del aire que deben tener un reflejo en la temperatura del agua, si bien no existen mediciones continuas en el mar. Sin embargo, de acuerdo a los datos del estudio más reciente de Brandt *et al.* (2003), que hicieron el censo más completo conocido de los arrecifes de Cabeza de Toro y Punta Cana, no se han reportado fenómenos de blanqueamiento coralino.

Como la distribución global de los arrecifes está regida por las temperaturas anuales mínimas en el orden de los 18°C, el calentamiento global al aumentar la temperatura en algunas regiones, podría extender el intervalo de distribución de los arrecifes hacia áreas actualmente más frías y por tanto, carentes de corales. Las nuevas áreas creadas por el calentamiento serán pequeñas y los efectos negativos de otros cambios sugieren que dicha expansión geográfica sería de menor importancia (Buddemeier *et al.*, 2004) y no compensarían en modo alguno las pérdidas en otras áreas.

El **incremento en la precipitaciones** tiene el efecto de que reduce la salinidad e incrementa la descarga de sedimentos y deposición cerca de la desembocadura de los ríos, a veces con alta mortalidad de los arrecifes circundantes (Buddemeier *et al.*, 2004). Sin embargo, en el caso de Bávaro y Punta Cana no tenemos cursos de agua superficiales de importancia que influyan sobre el arrecife y por otra parte, el escenario apunta hacia la reducción de las precipitaciones, lo cual podría reducir los aportes de nutrientes que se exportan de la costa al arrecife.

Finalmente, se considera que con **el incremento de eventos meteorológicos extremos** se espera una mayor mortalidad de corales a medida que las tormentas y ciclones se tornen más frecuentes e intensos. Quizás la tasa de crecimiento de los arrecifes de coral no pueda ser suficiente como para contrarrestar el efecto de estos eventos destructivos, por lo que el saldo neto podría ser un daño físico importante a los arrecifes de coral. Para la región de Bávaro y Punta Cana no existe ningún pronóstico en tal sentido aunque de ocurrir incrementos sí sería un impacto considerable ya que esta zona del país es la puerta de entrada de ciclones y huracanes con una tasa promedio de un evento cada cuatro años, pues según datos del Sistema de Información Geográfica de la NOAA Coastal Services Center (NOAA, 2007), en un período de 155 años (desde 1851 a 2005) han pasado 39 ciclones o huracanes a 50 millas náuticas o menos de la región de Bávaro y Punta Cana, de los cuales al menos once han tocado tierra por algún punto en el entorno inmediato con eventos catastróficos como los Huracanes Hortense, Georges y Jeanne.

Dos aspectos son de importancia al considerar los varios impactos que el calentamiento global tendrá sobre los arrecifes coralinos. En primer lugar, está el sinergismo que puede crearse entre los diferentes impactos incrementando la mortalidad de corales. En conjunto, no hay dudas que la acidificación del océano, las crecientes temperaturas y niveles del mar y el incremento en la frecuencia de las tormentas incrementarán la mortalidad de los corales y amenazarán seriamente a los arrecifes de coral.

En segundo lugar, la amenaza a los arrecifes será mayor en la medida que éstos estén más debilitados producto del estrés causado por la contaminación del agua, las pesquerías destructivas o los impactos del turismo insostenible, elementos todos presentes en la región de estudio. Ya hemos señalado que en la región de Bávaro y Punta Cana resulta extremadamente importante velar por la salud de los arrecifes coralinos, pues de ello dependerá su capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático para seguir cumpliendo sus roles ecológicos de base de la biodiversidad marina, fuente natural de alimentación de la playa y defensa ante el embate del oleaje, a la vez que seguir siendo la plataforma del buceo contemplativo turístico, que se basa en la belleza de los paisajes submarinos.

MANGLARES

Los organismos litorales y supralitorales como los manglares se adaptan a resistir temperaturas altas y a menos que el aumento de temperatura (por ejemplo, en 1.5 °C) afecte el ciclo reproductor, la elevación de este factor tendrá efectos probablemente no medibles (Maul, 1989). Por tanto, no es de esperar que el **incremento de temperatura** pronosticado afecte de manera observable los manglares. Sin embargo, se espera un posible impacto por el **ascenso del nivel del mar**, aunque en general existe poca información sobre los impactos a este ecosistema. Se plantea que sean capaces de tolerar el ascenso del nivel del mar, con tal de que otros tensores ambientales no cambien el equilibrio natural (Maul, 1989), algo que no ocurre en la región de Bávaro y Punta Cana donde los manglares han sido seriamente intervenidos (Herrera, 2007).

Algunos trabajos reportan que los manglares costeros pueden quedar sumergidos y que el rápido **ascenso del nivel del mar** tendería a inundar los bosques de mangles más adentrados en tierra. No se conoce con certeza en qué medida esto pueda afectarlos, aunque sí podría tener una influencia en la zonación del bosque, en la cual juega un importante papel la relación con el agua. Por otra parte, el suelo del manglar alberga una importante biodiversidad adaptada al flujo y reflujo de la marea que podría ser drásticamente alterada por cambios en los factores que rigen sus ciclos diarios de conducta. Precisamente, el grado de especialización de este ecosistema hace que las especies que la habitan no puedan migrar a otro, por lo que las afectaciones a la biodiversidad si son preocupantes.

La capacidad adaptativa de los manglares al cambio climático se espera que varíe según las especies y las condiciones locales (Maul, 1989). Las construcciones costeras, como las que se observan en muchos lugares de nuestras costas, reducen su capacidad natural de adaptarse por la pérdida de terreno y su capacidad de emigrar tierra adentro por la presencia de infraestructuras y actividades humanas que constriñen su espacio de desplazamiento (Watson *et al.*, 1997). Los manglares de cuenca de la región de Bávaro se encuentran seriamente limitados en su espacio por las construcciones hoteleras que han limitado su expansión. Los impactos a este tipo de bosque por el cambio climático estarían más relacionados con las inundaciones y el aumento de las precipitaciones, dado que los mismos se desarrollan a lo largo de los drenajes terrestres donde el flujo y reflujo de aguas salinas es estacional y ocurre durante las mareas externas altas y causadas por tormentas.

Según el tipo de bosque de manglar de que se trate pueden esperarse respuestas diferentes ante el ascenso del nivel del mar. La estructura de los manglares ha sido clasificada, tomando en cuenta los gradientes topográficos y la exposición a inundaciones, en varios tipos estructurales de los cuales son relevantes a nuestra región el de borde¹ y el de cuenca. Los primeros, que aparecen hacia la Laguna de Bávaro y Punta Cana son más dependientes del mar, por lo que estarían más afectados por factores como la sumersión de costas bajas, intrusión salina, incremento de olas o cambios en los patrones de transporte y deposición de sedimentos.

Por otra parte, factores como las inundaciones asociadas a la penetración del mar y al incremento de las precipitaciones, serán más impactantes sobre los manglares que se desarrollan tierra

¹ Por definición, los manglares de borde se ubican en el borde costero en contacto directo con el mar, mientras que los de cuenca se ubican tierra adentro a lo largo de los drenajes terrestres internos; y el flujo y reflujo de aguas salinas ocurre probablemente durante las mareas externas altas y causadas por tormentas (Snedaker y Getter, 1985).

adentro, como es el caso de manglar de cuenca de Bávaro, fenómeno que de hecho ya ha sido reportado (CEPAL, 2004). Este ecosistema está extendido desde aproximadamente el Morro de Macao hasta un poco más allá de Cabeza de Toro, en forma de una franja estrecha, longitudinal, paralela a la costa con un área total aproximada de 21.38 km² (Betancourt y Herrera-Moreno, 2006).

PLAYAS

El impacto más obvio a las playas cuando se analiza el **ascenso del nivel del mar** es precisamente la sumersión de las costas bajas que pasarán a estar totalmente cubiertas, y en tal sentido no hay dudas que en la región de Bávaro y Punta Cana las playas arenosas con 36 km de extensión y siendo un símbolo del turismo regional- constituyen un componente especialmente vulnerable. La inundación por el ascenso del nivel mar activará la pérdida de arena por erosión, con cambios en los procesos de pérdida/aporte. La pérdida directa de arena no se vería debidamente compensada pues las posibles afectaciones a los arrecifes coralinos que ya hemos discutido atentarían contra las fuentes de aporte de material carbonatado a la playa.

En la costa arenosa el ascenso del nivel del mar influirá en la situación de la vegetación costera de especies halófilas, las cuales se distribuyen con una clara zonación relacionada con la influencia de la marea. Cualquier cambio en la vegetación costera, especialmente la de las dunas, acrecentaría los problemas de erosión dado que ésta cumple un papel clave en la sujeción del sustrato arenoso, preservándolo de la acción eólica.

Otro impacto potencial del **ascenso del nivel del mar** en la zona costera será la modificación del clima de olas -en particular su variación en el número, duración, energía y dirección del oleaje- (Saizar, 1996). Los niveles del mar más altos permiten a las olas alcanzar la costa con mayores alturas debido a una reducción de fricción del fondo. Las fuerzas de la ola son proporcionales a la segunda o tercera potencia de la altura de la ola: un aumento de 10% en altura de la ola aumenta las fuerzas en 20%. Tales cambios serían particularmente importantes en las costas abiertas (Muehe y Neves, 1995) con amplias extensiones de playa arenosa, como la que nos ocupa. Partiendo del hecho que el patrón normal de olas será alterado, ello implica que es de esperar un incremento mucho mayor para las olas de tormenta, relevante pues otra consecuencia esperada del cambio climático es un **incremento en la frecuencia de eventos meteorológicos extremos**. El ascenso del nivel del mar en sí mismo no es el único de varios factores climáticos que pueden impactar en áreas costeras. Los incrementos temporales y localizados del nivel del mar producidos por olas de tormenta son potencialmente más dañinos al causar inundaciones severas en áreas costeras bajas y aumentar la penetración interior de las olas generadas por el viento. La inundación por las olas de tormenta puede coincidir con lluvias extremas, empeorando la situación de las inundaciones.

Con un mayor nivel del mar, en conjunción con los cambios que se esperan en la **frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos** y el cambio en el patrón de olas, el incremento del riesgo de inundaciones es un hecho cierto. Las implicaciones de la inundación de la zona costera dependerán de la extensión afectada, la periodicidad del impacto y sobre todo de las características del terreno inundado. El impacto de las inundaciones será especialmente severo en las playas arenosas durante las tormentas, tanto por la elevación del nivel del mar como por el aumento de precipitaciones (Maul, 1989). Las tasas de sedimentación cambiarán con las variaciones del nivel del mar; aunque en el momento es difícil hacer estimaciones precisas de

estos cambios. En la costa abierta debe esperarse un aumento en la proporción de transporte de arena a lo largo de la costa, como consecuencia de las olas más altas (Muehe y Neves, 1995). Todos estos cambios asociados a los nuevos escenarios meteorológicos de los eventos extremos son de especial importancia para la región de Bávaro y Punta Cana.

Valorar tales impactos en las playas de Bávaro y Punta Cana resulta al presente una tarea difícil, pues no se cuenta con planos adecuados de la topografía costera y la cartografía existente en el país, con cotas de altura superiores a 1 m, no permiten la evaluación cartográfica del ascenso del nivel del mar de una forma precisa, de manera que puedan delimitarse las áreas inundables y calcular las superficies perdidas con cierta exactitud. Por otra parte, los estudios seriados de perfil de playa –uno de los métodos para evaluar los cambios en la costa- son prácticamente inexistentes. Dada la ausencia de información, trataremos de aproximarnos en este reporte a los posibles impactos físicos del **ascenso del nivel del mar** sobre la playa tomando como indicador – en un primer enfoque- la relación entre la extensión lineal de playa libre y la ocupada por instalaciones hoteleras en los dos sectores de playa más importantes por su extensión en la costa de Bávaro (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Extensión (m) de las playas arenosas en el tramo costero del Morro de Macao a Punta Bobadilla en relación con la ocupación de infraestructuras hoteleras.

Tramo	Longitud total de costa	Longitud de infraestructuras	Longitud de costa libre	Ocupación de infraestructuras (%)	Espacio libre (%)
Macao a Punta Los Nidos	20123.63	10262.00	9861.63	50.99	49.01
Playa Cabeza de Toro	6058.62	1406.00	4652.62	23.21	76.79

Debemos aclarar antes que a lo largo de la costa de Bávaro se observa un frente de playa con su estructura típica -desde la orilla hasta duna con su vegetación costera trasera- pero detrás de esta playa configurada ha existido siempre una zona de acumulación de arena considerada una importante reserva, que en algunos puntos se extendía originalmente hasta prácticamente el límite del humedal. Producto de las construcciones hoteleras esta zona de reserva se ha ido perdiendo, la arena fue tomada para construcciones y los suelos fueron impermeabilizados con caminos, carreteras y edificios. Al presente, en el sector de Macao a Punta Los Nidos tenemos una extensión de playa de 20123.23 m, de la cual más del 50% está ocupada por instalaciones hoteleras.

Quiere esto decir que con el ascenso del nivel del mar solo la mitad de este sector de playa –libre de construcciones - sería capaz de reconfigurarse al retroceder la costa, mientras que en el sector restante llegaría un punto en el cual el agua en ascenso encontraría estructuras rígidas y no tendría la posibilidad de recuperarse. Este proceso podría ser aún más drástico pues no existe zona de reserva de arena que pudiera jugar algún papel compensatorio ante un desbalance sedimentario, previsible este último si consideramos que las fuentes de aporte van a ser también impactadas por el cambio climático. Esta situación torna al sector de Playa de Macao a Los Nidos más vulnerable al ascenso del nivel del mar en comparación con el sector de Cabeza de Toro. En este último existe un 77% de extensión de playa libre donde las reservas traseras de arena no han sido intervenidas.

Por ello, en un segundo enfoque de análisis tomamos solamente la Playa de Cabeza de Toro por ser el único sector para el cual hallamos información de perfiles de playa que estiman una

pendiente promedio de 5° (USAID, 2005) y calculamos la pérdida de costa por entrada del mar para los escenarios SRES2 de Limia (2007) (Tabla 4.3), considerando que la amplitud de marea en la costa atlántica dominicana es de unos 90 cm (Marcano, 2006).

Tabla 4.3. Incrementos del nivel del mar (m) según los escenarios de emisiones SRES2 considerando la sensibilidad climática baja, media y alta ($\Delta X^{\circ}\text{C}$) (según Limia, 2007) y la penetración correspondiente en la Playa de Cabeza de Toro para una pendiente costera de 5° y una amplitud de marea de 0.9 m.

ΔX	Años	2010	2020	2030
Baja (1.6 ⁰ C)	Incrementos del nivel del mar (m)	0.016	0.027	0.038
	Penetración del mar (m)	5.326	5.452	5.578
Media (2.6 ⁰ C)	Incrementos del nivel del mar (m)	0.037	0.06	0.086
	Penetración del mar (m)	5.566	5.829	6.127
Alta (4.5 ⁰ C)	Incrementos del nivel del mar (m)	0.061	0.101	0.145
	Penetración del mar (m)	5.841	6.298	6.801

Bajo estos criterios se estima que el mar podría penetrar en condiciones normales por efecto de la marea entre 5.3 a 5.8 m para el 2010, hasta 6.3 m en el 2020 y hasta 6.8 en el 2030 (Fig. 4.1). Considerando el máximo ascenso de 6.8 m y multiplicando este espacio cubierto por la pleamar por los 6075 m de línea de costa de la Playa de Cabeza de Toro tendríamos un área cubierta bajo el agua para el 2030 de 41310 m². Si el área total estimada actualmente para ese sector de playa es 142877 m², la superficie que estará sumergida equivaldría a un 29% del frente de playa actual, el cual se reconfiguraría con mayor facilidad en los espacios no intervenidos y podría eventualmente llegar a afectar las infraestructuras hoteleras en los espacios construidos.

Debemos aclarar que estos análisis solo pretenden ilustrar de una manera simple el alcance del cambio climático, pues para hacer pronósticos y cálculos más precisos es necesario realizar un estudio particular del sistema costero y su funcionamiento, que escapa al carácter general de este reporte. Por otra parte, se han asumido condiciones estables que no son la realidad en la época de huracanes y ciclones, donde se han reportado mareas de tempestad de hasta 6 m (USAID, 2005). Un aspecto de interés en la relación de las playas con el cambio climático es estudiar los niveles actuales de erosión, bien sea por causas naturales –como el propio cambio climático- o antrópicas. En las playas de Cabeza de Toro, USAID (2005) revela signos de erosión en las playas de los Hoteles Natura, Allegro y Sunscape, evidentes en la presencia de escarpes y cocoteros caídos y/o con las raíces expuestas. Estos fenómenos se acrecentarán con el **ascenso del nivel del mar**.

BIOTA COSTERA Y MARINA

Entre los componentes de la biota marina, las cuatro especies de tortugas que anidan en nuestras costas se han considerado de manera especial por su condición de especies amenazadas. Se reconoce que estos reptiles marinos serían afectados por el cambio climático debido a la reducción de sus áreas de anidamiento por la pérdida de superficie de playa arenosa ante el **ascenso del nivel del mar**, como analizan Marianne *et al.* (2005) para la región del Caribe. Sin embargo, las tortugas marinas ya han perdido la mayor parte de sus sitios de anidamiento en la región de Bávaro y Punta Cana por la intervención e iluminación de la zona costera, además de que se pescan y venden indiscriminadamente en las propias tiendas de artesanías turísticas.

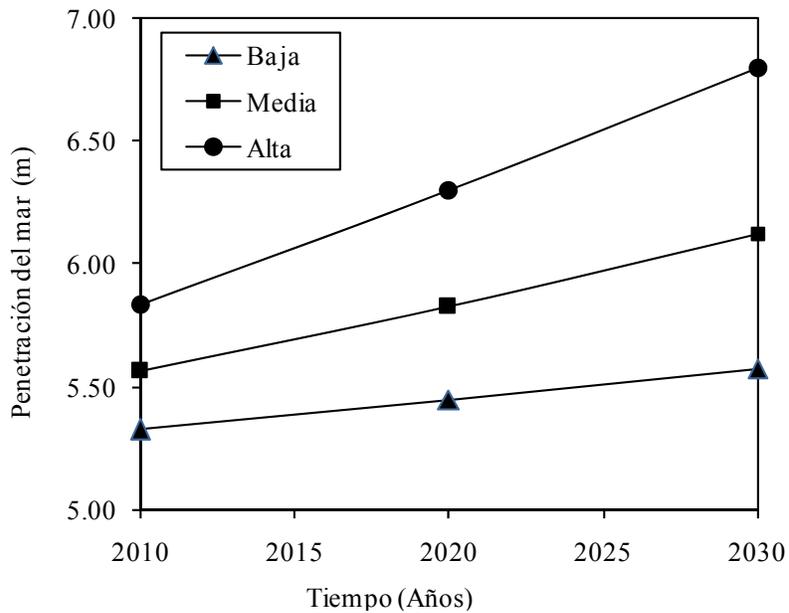


Figura 4.1. Penetración del nivel del mar en el sector de Playa de Cabeza de Toro, según los escenarios de emisiones SRES2 considerando la sensibilidad climática baja, media y alta ($\Delta X^{\circ}\text{C}$) (según Limia, 2007) para una pendiente costera de 5° y una amplitud de marea de 0.9 m.

Dentro de la biodiversidad de la región es de interés puntualizar grupos como la avifauna que actualmente tienen valor turístico a través del turismo de observación de aves (“birdwatching”) que se desarrolla en la región de Bávaro y Punta Cana. Este tipo de turismo basa su atractivo tanto en aves residentes como migratorias, las cuales podrían estar afectadas en su abundancia y distribución por los impactos del cambio climático. El **incremento de la temperatura** podría tener una influencia notable en los ciclos migratorios regidos fundamentalmente por este factor, mientras que el **ascenso del nivel del mar** alterará el ancho de la playa y la presencia de dunas, factores que influyen en la selección del territorio por las aves costeras (Tratalos *et al.*, 2005).

CAPÍTULO 5. IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

INTRODUCCIÓN

En el presente apartado haremos un resumen de los impactos esperados sobre algunos factores socioeconómicos claves relacionados con el desarrollo turístico de Bávaro y Punta Cana. A diferencia de los factores físico-naturales donde vimos que muchos impactos están ocurriendo ya de manera evidente u oculta, los impactos del cambio climático sobre lo económico y social del turismo regional aún no son evidentes o se están manifestando a través de evidencias sutiles que trataremos de destacar en este reporte. Los impactos a tratar comprenden el incremento del CO₂ atmosférico, el ascenso en el nivel del mar, el incremento de la temperatura los cambios en el patrón de precipitaciones y el incremento de eventos meteorológicos extremos, de acuerdo a los escenarios previamente discutidos. Dichos impactos (Tabla 5.1) se analizan más bien en sus efectos indirectos ya que los mismos son generalmente consecuencia de impactos que han ocurrido previamente sobre elementos en medio físico-natural y los mismos se ejemplifican en términos monetarios, siempre que existe información disponible.

INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA

Como punto de partida para el análisis de impactos socioeconómicos al turismo regional debemos enfocarnos hacia la infraestructura que la sustenta. La región de Bávaro a Punta Cana en el transcurso de unas tres décadas ha pasado de ser un área prácticamente despoblada a tener una cobertura de unos 37 hoteles o complejos hoteleros entre Arena Gorda y Punta Cana² que ofrecen 21,853 habitaciones y están equipados con todo lo necesario para ofrecer un servicio turístico de primera (Fig. 5.1). Todas estas infraestructuras, constituyen una importantísima inversión cuyo valor bastaría por sí mismo para brindar un elemento de juicio acerca del impacto económico que tendría su pérdida –parcial o total- por los efectos del cambio climático. Sin embargo, no hemos hallado información específica del costo particular de las diferentes instalaciones para ofrecer una cifra indicativa.

Por su cercanía al borde costero estas infraestructuras están amenazadas por el **ascenso del nivel del mar** que podría ocasionar pérdidas de infraestructuras por sumersión, especialmente aquellas ubicadas más cercas de la costa como las edificaciones ligeras de las concesionarias de buceo, las áreas de sombrillas y lechos de sol o espigones para las actividades náuticas, si bien es claro que la tasa de aumento permite a los inversionistas reubicar sus infraestructuras antes de que ocurran pérdidas. En términos de daños económicos a la infraestructura turística el **incremento de eventos meteorológicos severos** es sin dudas una amenaza permanente que ya se ha hecho sentir en la actualidad. Los daños económicos al turismo en la región de Bávaro y Punta Cana por eventos meteorológicos extremos aparecen ejemplificados por CEPAL (2004) para el Huracán Jeanne y pueden servir de ejemplo de cuanto puede significar el paso de un evento de esta naturaleza sobre la economía turística en términos de daños a infraestructura.

² Se aclara que la cifra de número de hoteles es variable por los cambios frecuentes de nombres, hoteles no registrados siquiera en la base de la Secretaría de Estado de Turismo y la continúa construcción y/o remodelación o ampliación los hoteles existentes.

Tabla 5.1. Matriz interactiva de impactos principales del cambio climático sobre factores socioeconómicos de valor turístico en la región de Bávaro y Punta Cana.

Impactos	Incremento del CO ₂ atmosférico	Ascenso del nivel del mar	Incremento de la temperatura	Cambios en el patrón de precipitaciones	Incremento de eventos meteorológicos extremos
Factores socioeconómicos					
Infraestructuras turísticas		Pérdidas de infraestructuras por sumersión	Mayor gasto por concepto de equipos de aclimatación		Daños a infraestructuras turísticas
Número de turistas			Reducción por mayor temperatura en sitios originales o pérdida de valores de los destinos turísticos		Reducción de turistas por pérdida de infraestructuras
Patrones estacionales de ocupación			Cambios en los patrones de ocupación y flujo de turistas		
Dinámica económica del turismo regional	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas
Uso del agua		Limitaciones del agua disponible por salinización		Limitaciones del agua disponible por reducción de lluvia	Daños a infraestructuras de manejo y almacén de agua
Uso de los arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos
Uso de la playa arenosa	Pérdida de playa por reducción de aporte de material carbonatado	Pérdida de capacidad de carga para uso recreativo	Reducción del tiempo al aire libre por las altas temperaturas		Pérdida de capacidad de carga para uso recreativo

Se reportaron daños en la infraestructura del aeropuerto de Punta Cana y varias de sus instalaciones y equipos de ayuda a la aeronavegación con daños directos de 15 millones de pesos e indirectos por 211 millones de pesos dominicanos. Al menos dieciocho hoteles de la zona (varios de más de 500 habitaciones) debieron cerrar temporalmente y gran parte de ellos continuaron cerrados un mes más tarde del paso del huracán. Por efecto del viento, la lluvia y las inundaciones se reportaron, de manera general, daños en el techado y ventanas de habitaciones, áreas comunes, mobiliario y equipos, instalaciones y equipos de bombeo, plantas de tratamiento de agua, sistemas de aire acondicionado, máquinas de lavar, sistemas de refrigeración e iluminación, equipos de cómputo, comunicación y transporte, restaurantes, comercios de venta de regalos y áreas de recepción.



Figura 5.1. Principales hoteles de la región de Bávaro y Punta Cana, desde Arena Gorda a Punta Cana, según datos de la base de la Secretaría de Estado de Turismo e información de Internet. Los puntos indican la posición central aproximada de los hoteles o complejos hoteleros.

En las áreas externas se reportaron daños en caminos de acceso, jardines, áreas recreativas (piscinas) y deportivas por acumulación de escombros, pérdida de instalaciones en las zonas de playa y caída de árboles. Asimismo, se perdieron embarcaciones destinadas a uso turístico y se dañaron algunas marinas y espigones. El costo estimado del daño directo alcanzó 1440 millones de pesos dominicanos, lo cual es un ejemplo del precio de un evento de esta naturaleza, si bien estudios más detallados –que no existen- podrían arrojar nuevas cifras. Por ejemplo otros daños indirectos sobre los cuales no se dispone de información comprenden los costos adicionales de generación de energía eléctrica y provisión de agua como consecuencia del corte temporal de suministro por afectación de las infraestructuras que deben ofrecer tales servicios.

Al referirnos a los impactos del cambio climático sobre la infraestructura hotelera es necesario destacar de nuevo que las construcciones sobre los manglares de cuenca, rompiendo su integralidad ecológica y su funcionalidad hidrológica que caracterizan el desarrollo turístico de la región constituye una práctica generalizada que pone a la infraestructura turística en situación crítica frente a futuros eventos catastróficos. El Huracán Jeanne tuvo impactos críticos producto de las inundaciones, motivadas por la pérdida de la capacidad de drenaje del manglar de cuenca sobre el cual se asentaron las infraestructuras lo cual es un claro ejemplo de cómo la propia actividad turística mal planificada ha incrementado la vulnerabilidad a los impactos naturales (CEPAL, 2004)

Finalmente, en el caso de las infraestructuras turísticas se considera que el **incremento de la temperatura** implicará un gasto adicional por concepto de equipos de climatización necesarios para satisfacer a un turismo que viene de altas latitudes y más aún en condiciones de una temperatura creciente. El gasto vendrá dado tanto por la necesidad de comprar más equipos unidos a su costo de instalación y mantenimiento pues que estos operarán durante más tiempo y en condiciones climáticas más severas, como al incremento del gasto de electricidad para su operación. Ya el IPCC señalaba que el uso de los sistemas de aire acondicionado se disparará significativamente respecto a la situación actual y consecuentemente la demanda eléctrica. Un razonamiento análogo puede hacerse con el incremento del uso del agua u otros recursos básicos, como veremos más adelante.

NÚMERO DE TURISTAS

De forma análoga a como vimos que el valor económico de la infraestructura construida es en sí misma un indicador de las posibles pérdidas, el aumento o reducción del número de turistas que llega a la región de Bávaro y Punta Cana deviene en un indicador clave de la situación económica del turismo regional pues los mismos constituyen la puerta de entrada del ingreso económico a la región. Los datos del número de turistas total y por meses que arriban por el Aeropuerto de Punta Cana muestra el incremento sostenido de pasajeros durante la última década, para una cifra global actual cercana a un 1,600,000 (Banco Central, 2007), representativa de un 40% del turismo nacional. Se espera que los efectos del cambio climático, especialmente el **incremento de la temperatura** tenga un efecto negativo sobre el turismo reduciendo el número de turistas en los diferentes destinos, bien sea porque las temperaturas en sus lugares de destino originalmente más frías se han elevado y al ser más tolerables no están tan obligados a partir a sitios de verano, como por las condiciones en los destinos turísticos tradicionales donde el aumento de la temperatura incrementa el riesgo de insolación o quemaduras severas, reduce el tiempo de actividades al aire libre o ha dañado los ecosistemas tropicales que atraen al visitante.

Sin embargo, al presente en la región de Bávaro y Punta Cana no existe ninguna tendencia de disminución del número de turistas. Es cierto que la temperatura de la región de Bávaro y Punta Cana ha venido experimentando ascensos obvios en la línea de tendencia de sus temperaturas máximas, sin embargo tanto el número de turistas (Fig. 5.2) como el número de hoteles construidos (Fig. 5.3) ha mantenido la misma tendencia progresiva en respuesta a un mercado creciente, por lo que los actuales incrementos de la temperatura no parecen haber influido negativamente en dicha demanda. El desarrollo del turismo regional es un fenómeno más reciente que el cambio climático y el mismo ha ido creciendo dentro de los intervalos de temperatura actuales que si bien son superiores en 1.2 a 2.3 °C a las de hace cuatro décadas (Limia, 2007) aun se encuentran dentro de valores, no solo tolerables, sino que pueden ser disfrutados con las medidas convenientes de protección solar.

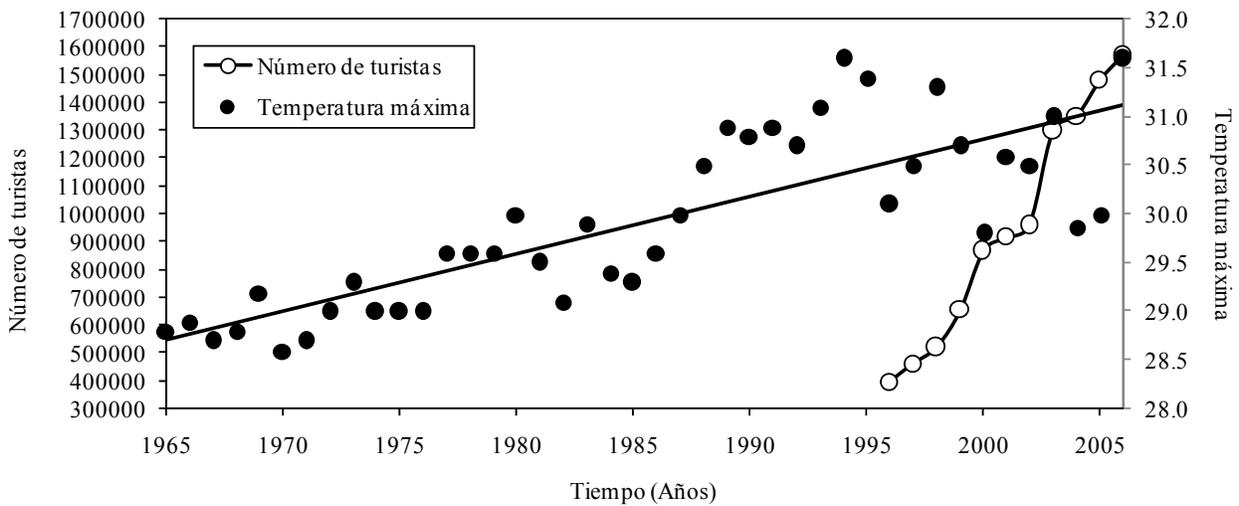


Figura 5.2. Número de turistas que llega por el Aeropuerto de Punta Cana desde 1966 a 2006 y serie temporal de la temperatura máxima (°C) en Punta Cana en el período de 1965 a 2003.

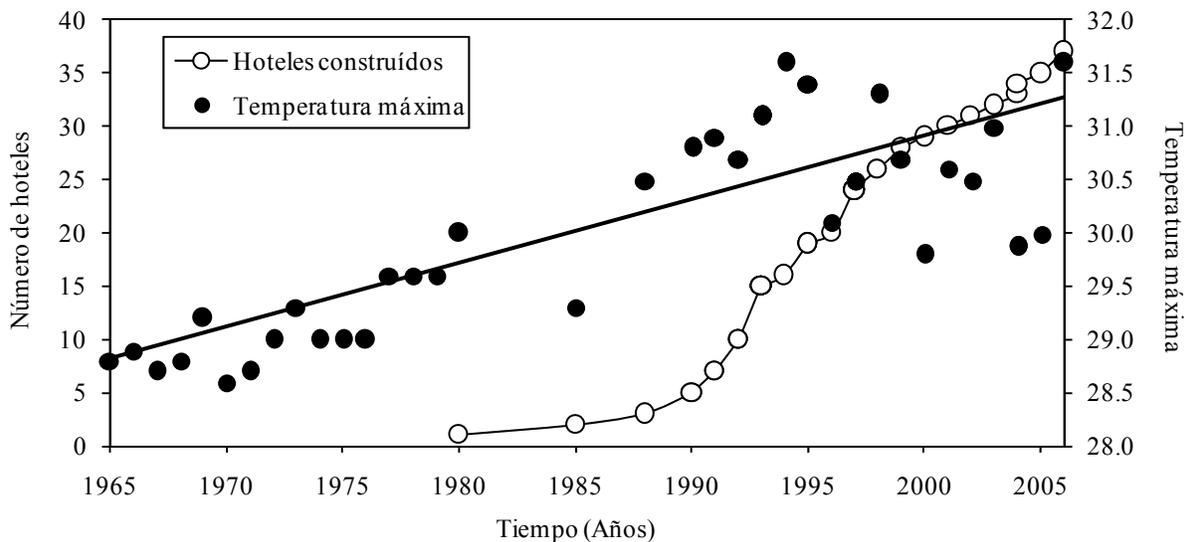


Figura 5.3. Número de hoteles construidos en Bávaro y Punta Cana desde 1980 a 2006 y serie temporal de la temperatura máxima (°C) en Punta Cana en el período de 1965 a 2006.

El **incremento de eventos meteorológicos extremos** tendrá también una influencia notable en el número de turistas, bien sea por sus desplazamientos ante la llegada de tormentas inesperadas o

por el temor de los propios turistas de venir en un periodo ciclónico con alto número de eventos catastróficos. Un ejemplo actual puede ilustrar la magnitud de la situación futura si llegaran a incrementarse los ciclones y huracanes. CEPAL (2004) señala que el Huracán Jeanne produjo como daño indirecto una reducción notable de la tasa promedio de ocupación hotelera en la zona Punta Cana-Bávaro, con su consecuente efecto de cascada sobre los sectores económicamente dependientes. Según sus cifras, por causa de la reducción de la ocupación en unos 351,876 turistas, se dejaron de percibir RD\$ 1140 millones por concepto de servicios de alojamiento, entretenimiento, transporte y otros y unos 14 millones de pesos debido a la disminución de la recaudación fiscal por derechos aeroportuarios. El Huracán Jeanne tuvo un impacto económico indirecto en un descenso en las demandas aéreas, en pasajeros y en vuelos de aproximadamente 60%, que se mantuvieron hasta finales de año.

PATRONES DE OCUPACION

El **incremento de la temperatura** se asume que tendrá una influencia notable en los patrones de ocupación ya que los mismos están regidos por la estacionalidad térmica. El número de turistas que llegan a la región de Bávaro y Punta Cana presentan variaciones estacionales que se han mantenido estables a través de los años. Los turistas que arriban a inicios del año (aproximadamente entre enero y abril) son predominantemente norteamericanos (entre un 50 a un 60%), mientras que a partir de julio, aproximadamente hasta octubre o noviembre, son principalmente europeos con valores porcentuales similares (entre 42.3 a 64.9%). Con porcentajes variables de 11.3 a 14.1% los turistas centroamericanos y caribeños se incrementan en los meses de verano, particularmente entre julio y agosto, representando un sector turístico típico de verano. Aquí se incluyen, aunque sus porcentajes son comparativamente muy bajos, parte del turismo nacional que aprovecha además el período vacacional de las escuelas y algunos centros de trabajo, muchos de los cuales cierran en este período (Fig. 5.4)

Por la estrecha relación que tiene el factor climático, especialmente la marcha anual de la temperatura, con la llegada de los turistas, pues éstos vienen en busca de condiciones climáticas favorables, en relación a las que tienen en su lugar de origen el **incremento de la temperatura** debe tener una influencia marcada en el patrón de ocupación. Resulta prematuro generar conclusiones al respecto pues estos cambios dependerán tanto de las variaciones de la temperatura en el destino turístico y en la región de origen pero ya se postula en el Modelo de Hamilton *et al.* (2005). que el turismo continuará creciendo en el mediano y largo plazo pero el cambio climático provocará un desvío de los destinos turísticos hacia altas latitudes y altitudes, donde el turismo clásico europeo amante del sol y la playa permanecerá más cerca de sus sitios de origen, donde el incremento de la temperatura será mayor que en el Caribe (Todd, 2003), con la consecuente disminución del número de turistas internacionales en destinos veraniegos.

El incremento en la **intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos**, también puede tener una influencia negativa en los patrones de ocupación ya que su ocurrencia tiene también un carácter estacional. Así, en las épocas críticas de formación de dichos eventos en el último trimestre del año podría reducirse el número de turistas pues los visitantes estarían evitando situaciones de riesgo.

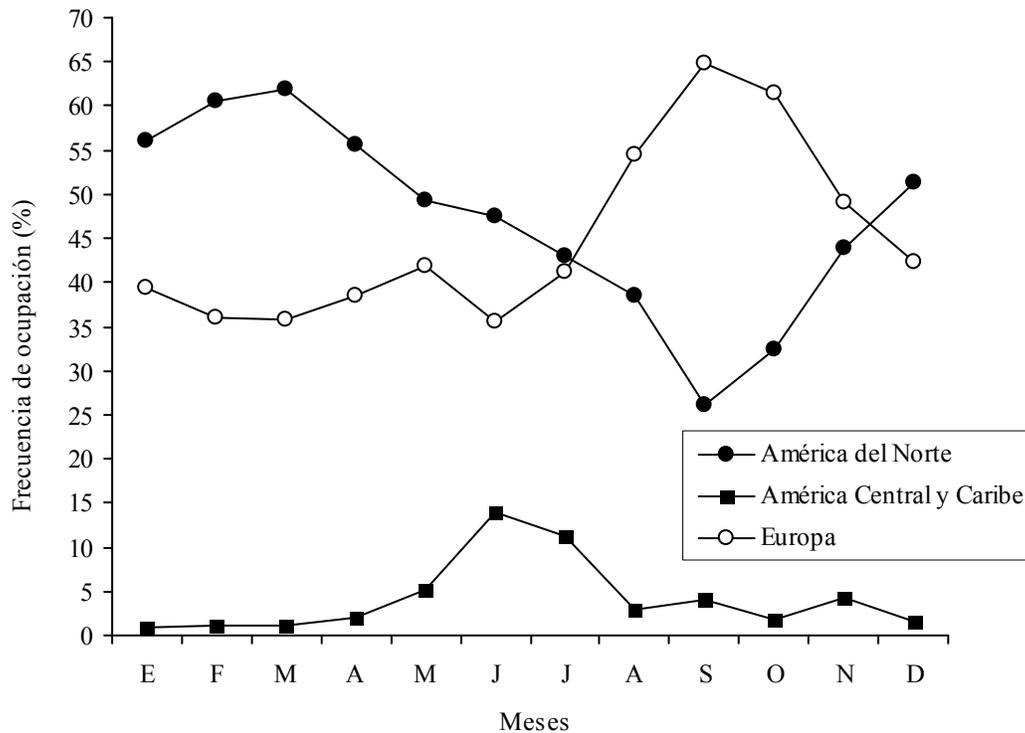


Figura 5.4. Variaciones estacionales de los turistas que arriban por el Aeropuerto de Punta Cana, de acuerdo a su procedencia, según datos del Banco Central (2007).

DINÁMICA ECONÓMICA VINCULADA AL TURISMO REGIONAL

Existe toda una cadena de relaciones socioeconómicas vinculadas al turismo de Bávaro y Punta Cana, que ha sido descrita recientemente por Herrera (2007) y que tiene su base en la infraestructura turística creada y parte del número de turistas que llegan, los cuales generan ganancias para los complejos turísticos como impacto indirecto y desencadenan otros impactos indirectos con la generación de empleos, el desarrollo de microempresas locales así como de otros sectores (agrícola, energético, químico, construcción, etc.) y aportes de ingresos fiscales; e impactos inducidos que se manifiestan en el desarrollo regional. Bajo estos criterios cualquier impacto del cambio climático que afecte a la infraestructura hotelera o altere el número de turistas que llegan y sus patrones de ocupación repercutirá negativamente sobre todos los eslabones de esta cadena. El Modelo de Hamilton de Turismo y Cambio Climático plantea que el cambio climático, especialmente el **incremento de la temperatura** provocará una disminución del número de turistas en los destinos internacionales (Hamilton *et al.*, 2005), pero hasta el presente dicha tendencia no se ha observado en la región.

Veamos solo a manera de ejemplo lo que puede significar la pérdida de turistas en uno de los eslabones claves de la economía nacional: el empleo. En el caso de la región de Bávaro y Punta Cana existe una clara relación entre el número de turistas que llega y el número de empleos directos e indirectos (Fig. 5.5) con cifras que alcanzan los 60,000 empleados para cerca de 1,600,000 turistas. La proporción turistas/empleados indica que por cada turista que deje de venir por cualquier causa relacionada con el cambio climático, perderían su empleo directo e indirecto unas 20 personas.

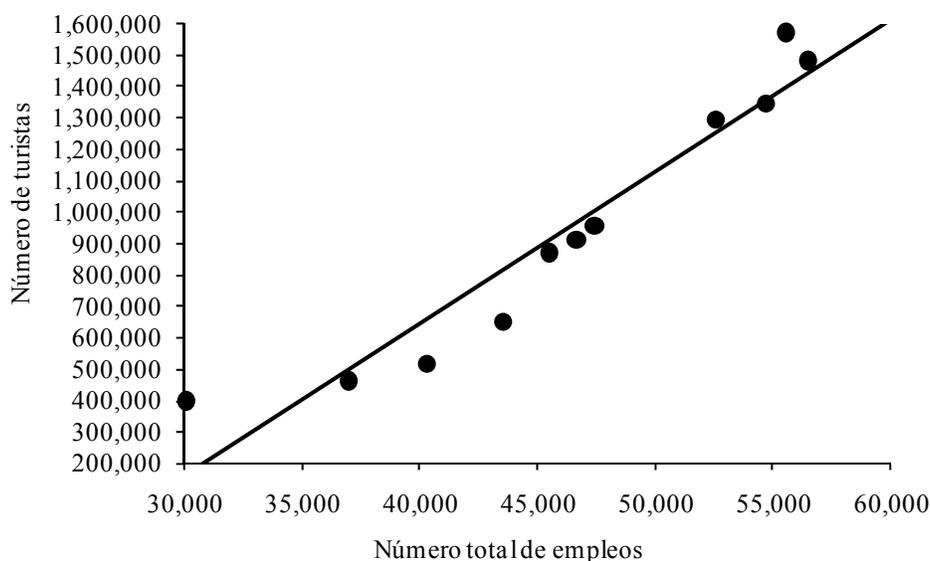


Figura 5.5. Relación entre el número de turistas que llega a Bávaro y Punta Cana y el empleo directo e indirecto generado en la región.

El ejemplo presentado para el empleo es igualmente válido para los restantes eslabones de la cadena económica ligada al turismo. Los impactos del cambio climático afectarán a todos los relacionados con el sector: a) inversionistas, b) empleados que trabajan directamente en el sector, c) empleados indirectos del sector, d) población que se relaciona temporalmente con el sector y e) otros sectores económicos. Desde el punto de vista financiero las mayores pérdidas de capital corresponden al inversionista, aunque las poblaciones costeras ya han creado un vínculo económico estrecho con la industria turística en la cual han visto una nueva vía para diversificar su economía. Como vimos, la reducción de los niveles de empleos directos e indirectos puede ser un impacto mucho más significativo. Por otra parte, las pérdidas económicas podrían extenderse a otros sectores económicos suministradores de productos y servicios al turismo como el sector agrícola y el pesquero.

USO DEL AGUA

El agua es un recurso clave para el desarrollo de cualquier actividad humana pero es especialmente demandada en el desarrollo turístico. Las limitaciones del agua disponible en la región de Bávaro y Punta Cana por los **cambios en el patrón de precipitaciones** que pronostican una reducción de las lluvias unido a los procesos de salinización de las cuencas por el **ascenso del nivel del mar** son impactos del cambio climático que se harán sentir. Esto es particularmente importante pues el Banco Mundial (2004) presenta el caso de la zona Bávaro-Punta Cana, como ejemplo de cómo las políticas turísticas actuales están dirigidas, primordialmente, a captar más turistas sin tomar en cuenta la capacidad de carga de la base de recursos naturales existente. Al respecto, argumenta que en la planificación turística de dicha región no se ha tomado en consideración la disponibilidad de los recursos hídricos pues en los años ochenta, el INDRHI estimó la disponibilidad del agua en la zona Este para servir un máximo de 20,000 habitaciones, pero los nuevos desarrollos exceden con creces ese estimado.

La escasez de agua tendrá un impacto económico indirecto pues incrementará los gastos básicos del turismo para construcción y uso de plantas desalinizadoras o el incremento de plantas de potabilización y/o transportación del agua, infraestructuras que igualmente estarían expuestas a los daños potenciales del **incremento de eventos meteorológicos extremos**.

USO DE LA PLAYA ARENOSA

De todos los posibles impactos del cambio de clima que afectan el turismo, ninguno es considerado más importante que la erosión de las playas producto del **ascenso del nivel del mar** por cuanto éstas constituyen la principal imagen del turismo tropical. Desde el punto de vista socioeconómico la pérdida de la playa puede enfocarse como pérdida de espacio recreativo para los turistas y eventualmente la reducción del número de usuarios de la playa con su consecuente efecto negativo en la economía. Ya hemos puntualizado que valorar la pérdida espacial en las playas de Bávaro y Punta Cana resulta al momento una tarea difícil pues no se cuentan con los estudios y los medios necesarios. En tal sentido podemos retomar el ejemplo de la Playa de Cabeza de Toro que explicamos en el capítulo anterior donde se estimó que considerando el máximo ascenso de 6.8 m (Limia 2007) tendríamos una penetración de unos 5 m con un área cubierta bajo el agua para el 2030 de 41310 m² equivalente a un 29% de la playa actual que tiene 142877 m².

En este análisis la capacidad de carga de la playa expresada en superficie de playa (m²) disponible por turista, deviene en un parámetro importante a los efectos de evaluar el impacto futuro del cambio climático sobre el turismo regional por cuanto se espera un ascenso del nivel del mar con su consecuente pérdida de superficie de playa y por tanto, de espacio de esparcimiento. Así, el impacto económico del cambio climático sobre el turismo, especialmente el ascenso del nivel del mar, puede hacerse estimando la cantidad de turistas que dejarían de utilizar la playa por la pérdida de superficie. La superficie actual de playa permite la estancia de 57150, 11430 y 1143 turistas bajo un criterio de ocupación intenso, moderado y bajo, respectivamente (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Cálculo de la capacidad de carga de las playas del Sector de Playa de Cabeza de Toro para tres criterios de ocupación, considerando la superficie actual, la superficie remanente después de una penetración y la superficie perdida.

		Criterio de ocupación		
		Intenso	Moderado	Bajo
Superficie (m ²)		Superficie/2.5	Superficie/5	Superficie/10
Actual	142877	57150.8	11430.16	1143.016
Remanente	101567	40626.8	8125.36	812.536
Perdida	41310	16524	3304.8	330.48

Para los cuatro hoteles que explotan esta playa (Hotel Natura Park, Hotel Occidental Allegro, Hotel Suncape y Hotel Catalonia Bávaro) con 2083 habitaciones en total que admiten unos 4166 turistas el espacio es adecuado para una ocupación moderada a baja, según la temporada. Si por el ascenso del nivel del mar se pierde un 29% de la playa quedarían 101567 m² y el espacio físico remanente ofrecería espacio ahora a 40626, 8125 y 812 turistas bajo un criterio de ocupación intenso, moderado y bajo, respectivamente. Para una misma cantidad de turistas de 4166 turistas se pierde el criterio de baja ocupación que es el que da más valor a un destino turístico pues implica más privacidad y se pasaría a un criterio de ocupación moderado. Por otra parte para los

inversionistas locales, el ascenso del nivel del mar según lo calculado podría implicar la pérdida de espacio para entre 330 a 16524 turistas, según el criterio de ocupación.

En términos de pérdida de playa por el **ascenso del nivel del mar** son de interés también, las infraestructuras situadas cerca del borde costero que podrían estar amenazadas por sumersión, especialmente aquellas ubicadas más cercas de la costa como las edificaciones ligeras de las concesionarias de buceo, las áreas de sombrillas y lechos de sol o espigones para las actividades náuticas, si bien es claro que las tasa de aumento permite a los inversionistas reubicar sus infraestructuras antes de que ocurran pérdidas.

USO DE LOS ARRECIFES CORALINOS

El impacto económico del cambio climático sobre el turismo de buceo contemplativo puede ser devastador en términos de pérdidas de ingresos por la cantidad de turistas que dejarían de realizar actividades náuticas y subacuáticas al desaparecer los paisajes submarinos para el buceo ya que los arrecifes se verán afectados directa o indirectamente por todos los impactos del cambio climático. Ya hemos comentado que la **acidificación del océano** limitará el crecimiento coralino por su relación con la producción de carbonato de calcio, el **incremento de la temperatura** promoverá fenómenos de blanqueamiento en las colonias coralinas y la **mayor frecuencia de huracanes y ciclones** será responsable de una mayor destrucción de un ecosistema debilitado por impactos previos que han alterado su tasa de crecimiento y la robustez de sus esqueletos.

En la región de Bávaro y Punta Cana operan unos diez centros de buceo como concesionarios de hoteles (Pelicano Sports, Scubacaribe, Sea Pro Divers, Dolin Dive Center, Neptuno Dive Center, Fun Dive Caribe, Punta Cana Scuba Diving, Mariana Caribbean Sports, Diving World, Scubacaribe, Padi Gold Palm Resort Dive Center) y otras tantas compañías independientes (Sea Quest Diver, Dressel Divers, Michael Murzko Dive y Slediver Aquarius Diving & Fishing) lo cual revela una actividad económica importante que explota económicamente la belleza de los paisajes submarinos especialmente los arrecifes coralinos y que además atiende otros deportes náuticos. No existen controles, ni cifras ni estadísticas de cuáles son sus ganancias o cuantos turistas bucean cada día en la región. A manera de ejemplo obtuvimos algunos datos de Sea Pro Divers, S. A. que opera desde el Hotel Flamenco Bávaro y según cifras suministradas por esta entidad, la empresa recibe como promedio: 7 buzos diarios que pueden bucear en unos doce sitios de buceo (entre 6.1 a 16.8 m) (Fig. 5.6) que son compartidos por todos los hoteles desde Macao hasta la Cabeza de Toro. Con este número podríamos estar hablando de cientos de buzos diarios durante la temporada alta a un costo de unos USD\$50.00 cada uno por los servicios de buceo.

No obstante, En la región de Bávaro y Punta Cana ya han ocurrido aumentos significativos de la temperatura del aire que deben tener un reflejo en la temperatura del agua, aunque no se han reportado fenómenos alarmantes de blanqueamiento coralino (Brandt *et al.*, 2003). Al presente el único impacto evidente sobre los arrecifes de Bávaro y Punta Cana, que está contribuyendo a su destrucción paulatina, proviene de la contaminación del agua, las pesquerías destructivas y el turismo de buceo insostenible que cada día traslada cientos de turistas a la barrera arrecifal sin haber explicado siquiera qué es un coral, elementos que sin dudas están contribuyendo a debilitar este ecosistema ante futuros cambios.



Figura 5.6. Foto del mapa improvisado por las empresas de buceo que muestra los sitios de buceo de Báváro, tomada en Pelicano Sports. El centro de buceo no cuenta con mapas georreferenciados de los sitios de buceo.

CAPÍTULO 6. MEDIDAS DE RECTIFICACIÓN Y ADAPTACIÓN

La adaptación al cambio climático se ha concebido de dos maneras: a) interviniendo sobre las causas -mitigación de las emisiones- o b) interviniendo sobre las consecuencias, que es la adaptación propiamente dicha. A éstas dos deberíamos añadir medidas de rectificación para calificar aquellas encaminadas a rectificar impactos actuales –no atribuibles al cambio climático, sino a otras acciones humanas- pero que debilitan el ambiente ante los futuros cambios del clima, por lo que su corrección deviene en sí misma en la más importante medida de adaptación que pueda acometerse en el presente. Aunque los cambios del clima son un hecho reconocido, la incertidumbre inherente a la selección de los escenarios hace que se deba ser cauto con la adopción de medidas de adaptación que involucren costos muy considerables. Por ello, lo más recomendado es adoptar todas las medidas que produzcan beneficios en cualquier caso, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de cada lugar de la costa en el proceso de planificación (Saizar, 1996) y en tal sentido, son válidas todas las medidas que contribuyan a mitigar impactos antrópicos actuales no relacionados con el cambio climático, pero que su acción nociva torna más vulnerable la zona costera y sus ecosistemas, tal y como ya se ha descrito para la región de Bávaro y Punta Cana.

El primer paso para proteger y adaptar la región de Bávaro y Punta Cana es comprender la necesidad de investigación y monitoreo permanente de la situación regional ante el cambio climático, en un esfuerzo coordinado regionalmente y financiado por las empresas turísticas y sus concesionarias de buceo para dar seguimiento a las evidencias sutiles o concretas de este cambio, y ante todo resolver serios impactos actuales que, o bien ya son más catastróficos que los cambios que se avecinan y/o están comprometiendo la salud ambiental de la región para hacer frente a un clima cambiante. Al respecto, el presente Plan de Medidas ofrece las pautas básicas, tratando independientemente las acciones que conciernen a diferentes factores físico-naturales y socioeconómicos que se indican en la Tabla 6.1.

El éxito en la implementación y adopción de un plan de acción como el propuesto en el presente reporte y de las medidas de rectificación y adaptación recomendadas en el mismo está fuertemente relacionado con el nivel de percepción del público en general, el sector privado y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales pertinentes, sobre los problemas del cambio climático, sus potenciales impactos, los beneficios de las medidas de adaptación y el papel respectivo de cada actor para asistir en la implementación del plan.

Sin embargo, dada la naturaleza turística de la región, de todos los actores anteriormente mencionados la opinión y apoyo de los inversionistas es fundamental para asegurar la implementación, dado que es el que se vería más directamente afectado por los impactos del cambio climático y por los beneficios o desventajas, si las hubiera, de las medidas propuestas. Por otra parte, siendo este sector el primer receptor de los beneficios económicos del turismo a partir del cual se desencadenan beneficios sociales en términos de infraestructura, empleo, desarrollo de otros sectores productivos o ingresos fiscales, tiene una alta responsabilidad en mantener estos alcances que constituyen su remuneración económica al país por la explotación de los recursos naturales de la nación.

Tabla 6.1. Ejemplo de Plan de medidas encaminado a la adaptación al cambio climático en la región de Bávaro y Punta Cana teniendo como centro la protección del desarrollo turístico.

Plan de medidas	Objetivos generales
Seguimiento y adaptación al cambio climático	Partiendo de que los impactos del cambio climático son una realidad en la región de Bávaro y Punta Cana y ante la carencia de instituciones que de manera sistemática investiguen y evalúen dichos cambios, es importante a nivel local poner en funcionamiento un mecanismo de generación operativa y actualización de escenarios climáticos regionales que alimente de forma periódica el presente plan de rectificación y adaptación, creándose la infraestructura adecuada para dar seguimiento a este fenómeno a favor de la protección de los alcances de la industria turística y se deriven resultados precisos relacionables con estadísticas turísticas que contengan parámetros más relevantes a los efectos del turismo local.
Protección a la infraestructura turística	Garantizar la implementación de medidas locales de protección a las instalaciones turísticas, especialmente las localizadas cerca de la costa, sobre la base de un conocimiento cabal de cómo afectará el cambio climático a la región
Manejo del agua	Evaluar cualitativa y cuantitativamente la situación actual del recurso en la región a fin de conocer la necesidad real de buscar nuevas alternativas ante los pronósticos de reducción regional de las precipitaciones, promoviendo en cualquier caso medidas de ahorro intensivas
Protección a los arrecifes coralinos	Promover la protección de los arrecifes coralinos y su biota asociada ante los impactos del cambio climático fomentando acciones de conservación, educación ambiental y divulgaciones de las leyes ambientales que favorezcan su actual integridad ecológica y paisajística
Protección y rehabilitación de los manglares	Incrementar y conservar la superficie de manglares no solo en su valor como especies protegidas, su función protectora de la costa y su contribución al paisaje, sino también y como sumideros de CO ₂ , fomentando acciones que promuevan la recuperación de su integralidad ecológica e hidrológica a fin de compensar las pérdidas por fragmentación, disección y alteración del balance hídrico y reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.
Protección de las playas	Siendo las playas el símbolo del turismo local es imprescindible acometer acciones de ordenamiento costero e investigación que expliquen sobre bases científicas su situación actual y den seguimiento a los impactos del ascenso del nivel del mar, permitiendo tomar medidas realistas ajustadas a los niveles de ascenso y sus tasas
Protección de la biota costera	Promover la conservación de las especies marinas, especialmente las especies protegidas, a través de acciones de educación ambiental enfocadas a los impactos del cambio climático y la divulgación de las leyes ambientales.
Regulaciones y cambio climático	Reforzar el marco regulatorio nacional en aquellos aspectos que conciernan a la protección de los recursos costeros y marinos ante los impactos del cambio climático, considerando que las amenazas a dichos recursos ponen en serio riesgo al país ante los futuros cambios del clima, por lo que constituye un delito ambiental de mayor magnitud.

SEGUIMIENTO AL CAMBIO CLIMÁTICO

Implementar en la región un espacio de investigación y seguimiento, por ejemplo en el Centro de Biodiversidad de Punta Cana que consta con la infraestructura adecuada, para realizar las investigaciones necesarias acerca de los impactos del cambio climático y elaborar una base de datos confiable y precisa que permita dar seguimiento a los cambios a partir de observaciones sistemáticas a nivel local y lo que es más importante tomar medidas de adaptación ajustadas a las situaciones locales.

Realizar un inventario con salida cartográfica georreferenciada de la situación de la región ante el cambio climático en términos de fuentes de aporte de gases de invernadero y cobertura vegetal disponible como sumidero, a fin de implementar acciones para reducir las primeras y ampliar las segundas.

Fortalecer la infraestructura de la Estación Meteorológica de Punta Cana y abrir una nueva Estación en la zona de Bávaro, incorporando la medición sistemática de todos los parámetros climáticos, especialmente la temperatura del agua como parámetro de medición permanente en estaciones fijas en la zona costera.

Fortalecer la infraestructura de atención y seguimiento a eventos meteorológicos extremos, de manera que éstos puedan estudiarse en sus regularidades y cambios y además, ofrecer predicciones del tiempo y clima para la zona costera más precisas y con mayor anticipación a través de pronósticos tempranos que generen confianza y permitan tomar medidas a tiempo de protección de infraestructuras y evacuación y cuidado de todo el personal turístico.

Instalar mareógrafos permanentes en Bávaro y Punta Cana para comenzar a obtener registros de la marea meteorológica que permitan a mediano y largo plazo hacer inferencias del ascenso real del nivel del mar y tomar las medidas adecuadas puntuales que permitan proteger las infraestructuras costeras.

Difundir regionalmente, por todos los medios posibles, información sobre cambio climático y sus potenciales impactos, con particular énfasis en las opciones de adaptación y mitigación.

Incorporar a las estadísticas turísticas el número de turistas que visita particularmente la región de Bávaro y Punta Cana, de manera que éstas no deban ser inferidas a partir de los arribos por el Aeropuerto de Punta Cana. Es imprescindible mantener un monitoreo permanente de los cambios en el número de turistas en relación con los cambios de temperatura para poder tomar medidas anticipadas. Lo mismo es válido para sus tasas de ocupación estacional, que deberán también ser relacionadas con el incremento de la temperatura y la intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos.

PROTECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA

Realizar un balance económico del costo real de las infraestructuras turísticas existentes por tipos y regiones, de manera que se pueda tener un estimado lo más cercano a la realidad del costo asociado a pérdidas por el cambio climático.

Realizar una cartografía georreferenciada de todas las infraestructuras turísticas situadas hacia el mar para estimar sus distancias y evaluar cuantitativamente el riesgo real a fin de derivar medidas correspondientes de protección. En tal sentido, es igualmente válido el análisis de posibles alteraciones actuales del transporte sedimentario por estructuras costeras que puedan estar promoviendo erosión para eliminar impactos actuales que potencien los efectos negativos del ascenso del nivel del mar.

Derivar a nivel de cada instalación turística un plan de medidas que contemple la remoción y/o reubicación de determinadas estructuras costeras según las tasa de aumento del nivel del mar

antes de que ocurran pérdidas de bienes y/o antes de que las mismas comiencen a promover fenómenos erosivos.

Analizar los daños económicos que ya ha causado al turismo en la región de Bávaro y Punta Cana los eventos meteorológicos extremos pasados (por ejemplo, el Huracán Jeanne) para derivar experiencias positivas que pueden servir de pautas de acción ante futuros eventos.

Evaluar la incorporación de fuentes alternativas de energía como paneles solares o aerogeneradores locales que permitan reducir el consumo de combustible fósil y hacer frente de una forma más amigable con el ambiente a los incrementos en la demanda de energía eléctrica por el mayor gasto por concepto de equipos de aclimatación debido al incremento de la temperatura.

Evaluar la ubicación actual de las infraestructuras turísticas en relación con el manglar de cuenca para modificar o corregir acciones que han tornado más vulnerable la región a las inundaciones producto de la ruptura del balance hidrológico local.

MANEJO DEL AGUA

Realizar una reevaluación de las reservas de agua en los acuíferos regionales y de los procesos de salinización de las cuencas por el ascenso del nivel del mar a fin de lograr un panorama actual sobre datos reales que permita conocer la situación de las reservas de agua en términos de cantidad y calidad y tomar medidas realistas tanto al presente como proyectar medidas de adaptación convenientes.

Realizar una evaluación objetiva, de alcance regional, de los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos en Bávaro y Punta Cana mediante una simulación cuantitativa y cualitativa de los escenarios hidrológicos que ofrezca escenarios más precisos sobre los cuales puedan tomar acciones más fundamentadas.

En cualquier caso se deben implementar medidas de ahorro de agua de las que se usan convencionalmente en las instalaciones ecoturísticas que comprenden toda la cadena de uso del agua desde su extracción de los pozos o adquisición vía acueducto hasta la distribución y utilización en las instalaciones sanitarias de las habitaciones hoteleras u otras instalaciones del hotel como restaurantes o cafeterías (llaves controladas, materiales de incentivación al ahorro, sanitarios de flujo controlado, eliminación total de salideros), la jardinería (tratamiento y reutilización de agua tratada) o manejo de piscinas (control de limpieza y cambio de agua).

Realizar los estudios de factibilidad correspondientes acerca de soluciones alternativas al problema del agua a través de plantas desalinizadoras en sus implicaciones económicas y ambientales, considerando en este último aspecto el incremento de la demanda de energía para su funcionamiento y el manejo de los residuos clorinados.

PROTECCIÓN A LOS ARRECIFES CORALINOS

Realizar y mantener actualizado un inventario de todos los centros de buceo que funcionan como concesionarios de hoteles o independientes para lograr estadísticas regionales que permitan conocer el alcance de la actividad de buceo y su aporte económico.

Realizar un estudio ecológico y paisajístico integral de los actuales sitios de buceo –con snorkel y SCUBA- a fin de establecer la situación real de los arrecifes sobre bases cuantitativas y promover su uso sostenible. Este estudio debe contemplar de manera especial –a la luz de los impactos del cambio climático- la relación de las coberturas coralinas y algales, b) los fenómenos de blanqueamiento y/o enfermedades y c) la composición cualitativa y cuantitativa de las comunidades coralinas y otros representantes sésiles como octocoralios y esponjas. El estudio debe arrojar sitios permanentes de monitoreo que estén enlazados con arrecifes similares en la región del Atlántico y el Caribe, como por ejemplo, siguiendo el modelo de CARICOM.

Elaborar un mapa ecológico-turístico georreferenciado para la región con los puntos de buceo y sus principales atractivos y vulnerabilidades. Este mapa además de ofrecer una imagen más profesional del buceo turístico permitiría tener un control de los sitios visitados para monitorear posibles alteraciones en los arrecifes y tomar las medidas correspondientes.

Elaborar propaganda escrita en posters o brochures e implementar además charlas o videos para los turistas que expliquen cuáles son las reglas de buceo en el arrecife coralino, cómo evitar daños físicos a los corales y la prohibición de extracción de especies marinas y las regulaciones nacionales e internacionales que protegen las diferentes especies de la flora y la fauna marina que se encuentran en el área de uso turístico.

Elaborar materiales ecoturísticos particulares para todos los sitios de buceo (materiales impresos, juegos de fotos o diapositivas y documentales) que ofrezcan información general (coordenadas geográficas, profundidad, visibilidad, topografía del fondo, etc.) ecológica y paisajística (tipo de fondo, especies que se observarán, entre otros) sobre el sitio, sus bondades para el buceo contemplativo y las medidas que se deben tomar para no dañar a los ecosistemas y su biota asociada.

Georreferenciar y marcar con boyas para el amarre de buques a todos los sitios de buceo y adiestrar a los buzos en el uso del GPS, de manera que puedan evitarse totalmente el uso de anclas que dañan a las colonias coralinas. Por otra parte, se pueden diseñar senderos ecológicos submarinos a través de la barrera arrecifal que indiquen sus atractivos y a la vez establezca límites físicos para la interacción de los buzos con los corales dentro del buceo contemplativo.

Establecer arrecifes artificiales con estructuras atractivas como los “reef balls” que promueven una alta biomasa de especies y eventualmente se conviertan en sitios atractivos para el buceo ecoturístico a los cuales puedan ser llevados los visitantes, alejando o reduciendo la presión de los arrecifes reales, de manera que permanezcan saludables para enfrentar los impactos del cambio climático.

PROTECCIÓN Y REHABILITACIÓN DE LOS MANGLARES

Realizar un estudio minucioso de la actual situación y ubicación de las infraestructuras hoteleras en relación con el manglar de cuenca con dos propósitos básicos. Primero, conocer la situación ecológica del manglar en términos de déficit de agua por enclaustramiento y/o problemas de contaminación por vertimiento de aguas negras, a fin de tomar las medidas que correspondan. Segundo, detectar dónde se encuentran los puntos que ocasionan retención de agua o desvíos del curso natural del drenaje provocando problemas comprobados de inundaciones ante eventos meteorológicos extremos, a fin de realizar los arreglos correspondientes.

Realizar paralelamente un estudio ecológico e hidrológico integral del manglar a todo lo largo de su área de distribución en Bávaro y Punta Cana con el fin de valorar y proponer nuevas alternativas para mejorar sus condiciones ecológicas y restablecer el flujo transversal de agua. En tal sentido, es obligatorio aplicar de manera inmediata todas las medidas presentes en los Planes de Manejo de los Estudios de Impacto Ambiental en la zona costera de Bávaro y Punta Cana referidos a la rehabilitación de los manglares de la región emitidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales que nunca han sido cumplidos a cabalidad.

Implementar medidas generales de mejoramiento del flujo de agua entre los parches de manglar para eliminar el riesgo actual de inundaciones a través de acciones sencillas como: a) eliminar los escombros y/o hierbas que se encuentran dentro del paso de los tubos, a fin de garantizar el traslado de las aguas para ambos lados, b) colocación de nuevas tuberías donde sea necesario ampliar el flujo, c) realizar campañas de limpieza sistemáticas en toda el área de manglar de manera que puedan revertirse las condiciones del paisaje, d) implementar un programa educativo para evitar la dispersión de basura en el borde del manglar y e) utilizar solo las aguas debidamente tratadas como aporte hídrico al manglar.

Implementar una red de monitoreo físico-químico en estaciones georreferenciadas del manglar con parámetros indicadores de sus condiciones ambientales, de manera que pueda darse seguimiento a su recuperación una vez tomadas las medidas de restitución del flujo de agua y mejora de sus condiciones ecológicas generales.

Establecer en la región pautas básicas de diseño y construcción a las nuevas instalaciones como: a) permitir y mantener el flujo y reflujos de agua hacia los manglares, manteniendo los canales libres de obstáculos y c) promover normas de diseño con criterios que aseguren el drenaje de las aguas superficiales y subterráneas en los humedales y c) incentivar la repoblación de las zonas de manglar en todos los sitios afectados por la deforestación y las construcciones.

CONSERVACIÓN DE LAS PLAYAS

Realizar un estudio integral –geomorfológico, sedimentológico y oceanográfico- de la situación de todas las playas de Bávaro a Punta Cana para determinar sus características ambientales de línea base, como punto de partida de un monitoreo permanente que permita continuar el uso de la playa, garantizando su preservación, sobre la base de sus condiciones naturales particulares ante el ascenso del nivel del mar por el cambio climático.

Establecer, a partir de estos resultados, un sistema de monitoreo sistemático de la evolución de la línea de costa y variables relacionadas para efectuar el seguimiento de los impactos del cambio climático en la región y que permitan, por ejemplo, realizar los retiros de edificaciones costeras existentes en Bávaro y Punta Cana, de acuerdo con la vulnerabilidad de la costa al aumento del nivel del mar, para evitar las propuestas de medidas no fundamentadas y sus costos asociados.

Realizar una cartografía georreferenciada y una topografía precisa de toda la zona costera de la región de Bávaro y Punta Cana a fin de conocer de manera precisa la ubicación y extensión de los ecosistemas costeros y para poder ofrecer una salida cartográfica a la modelación y evaluación del ascenso del nivel del mar.

Implementar un manejo integrado de la zona costera -no existente hasta el momento- en la región de Bávaro y Punta Cana, de manera que puedan establecerse medidas de corrección de impactos pasados -que son medidas de adaptación al cambio climático en el presente- y continuar el desarrollo regional sobre una planificación territorial con impactos mínimos presentes y proyectando el desarrollo con conocimiento cabal de lo que ocurrirá en el futuro con el cambio del clima, por ejemplo, reduciendo la densidad en las zonas bajas o reubicando instalaciones y actividades humanas a sitios más favorables. Esta planificación territorial debe ordenar el uso de áreas sensibles, especialmente los manglares, delimitando el lugar para edificar infraestructuras sin afectar los gradientes hidrológicos.

PROTECCIÓN A LA BIOTA COSTERA Y MARINA

Establecer las coordinaciones necesarias para impedir el comercio de especies de la flora y la fauna arrecifal, tanto mediante acciones directas con las autoridades de turismo como con la adopción de medidas de educación ambiental a nivel de los turistas, donde se les informe que la compra de estas especies constituye una violación de las leyes nacionales e internacionales, que debilita la integridad de los ecosistemas ante los impactos del cambio climático.

Diseñar e implementar un Programa de Educación Ambiental que abarque todos los niveles de decisión de las autoridades hoteleras, así como a sus concesionarios y población turística, e incluya al menos los siguientes aspectos: a) regulaciones nacionales e internacionales relacionadas con la protección de las tortugas marinas, b) aspectos ecológicos de las poblaciones que anidan en nuestras playas y c) esfuerzos internacionales para la conservación de estas especies de quelonios marinos.

Si se desea proteger la playa como sitio de anidamiento de las tortugas marinas ante el ascenso del nivel del mar, igualmente hay que considerar reducir en la playa los niveles de iluminación al mínimo ya que el proceso de anidamiento transcurre en total oscuridad. Para ello existen medidas concretas en los Planes de Manejo y Adecuación Ambiental indicados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que pueden ser monitoreados.

Incentivar y regular la reforestación de la zona costera con las especies autóctonas de la misma, de manera que se mantenga la biodiversidad de este ecosistema, se reduzca la erosión – potencialmente incrementada por el cambio climático- tanto la eólica como la que pueda provocar el ascenso del nivel del mar.

REGULACIONES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Incorporar la temática del cambio climático en la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales como un apéndice necesario que regule la protección de los recursos costeros y marinos con un enfoque científico de los potenciales cambios futuros y sus evidencias actuales.

Reforzar todo el marco regulatorio nacional en aquellos aspectos que conciernan a la protección de los recursos costeros y marinos ante los impactos del cambio climático, considerando que las amenazas a dichos recursos ponen en serio riesgo al país ante los futuros cambios del clima, por lo que constituye un delito ambiental de mayor magnitud.

Proponer a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales que la creación de Centros de Buceo debe llevar un Estudio de Impacto Ambiental con su correspondiente Plan de Manejo y Adecuación Ambiental. Todos los sitios seleccionados para comenzar a ser explotados para el buceo turístico deben ser objeto de una evaluación ecológica que ofrezca datos de línea base para evaluar futuros cambios e identifique las acciones para su uso sostenible.

Identificar las principales áreas en la región que deberían incorporarse legalmente a un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, dado el papel que pueden jugar dichas áreas en la conservación de los ecosistemas y por ende, en mantener su fortaleza ante el cambio climático.

CAPÍTULO 7. REFERENCIAS

- Ali, A. Climate change impacts and adaptation assessment in Bangladesh. *Climate Search*, 12; 109-116.
- Banco Central 2007. Estadísticas turísticas. <http://www.bancentral.gov.do>.
- Banco Mundial 2004. República Dominicana. Prioridades Ambientales y Opciones Estratégicas. Análisis Ambiental del País. Acápites 2.3 y 2.4.
- Betancourt L. y Herrera-Moreno A 2007. ¿Cómo se elabora un Estudio de Impacto Ambiental? Programa EcoMar, Inc., Santo Domingo, 123 pp.
- Bigano, A., Jacqueline M. Hamilton y Richard S. J. Tol 2006. The Impact of Climate Change on Domestic and International Tourism: A Simulation Study. *Nota di Lavoro* 866.
- Brandt, M. E., W. T. Cooper y J. F. Polsenberg 2003. Results of a coral reef survey of Punta Cana, Dominican Republic, with comparisons to past studies and other Caribbean reefs, August 20– 25. Reporte de The National Center for Caribbean Coral Reef Research Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science University of Miami, 39 pp.
- Buddemeier, Robert W., Joan A. Kleypas y Richard B. Aronson 2004., Coral Reefs & Global Climate Change: Potential Contributions of Climate Change to Stresses on Coral Reef Ecosystems, Prepared for the Pew Center on Global Climate Change, February, 56 pp.
- CEPAL 2004. Los efectos Socioeconómicos del Huracán Jeanne en la República Dominicana. <http://siteresources.worldbank.org/INTDISMGMT/Resources/RepDomL638-Parte1.pdf>
- Charry, H., Elvira M. Alvarado y Juan A. Sánchez 2004. Annual skeletal extension of two reef-building corals from the Colombian Caribbean Sea. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 33 209-222.
- Cocco A 2005. Aspectos Socioeconómicos de los desastres meteorológicos del 2004 En La Republica Dominicana. <http://www.acqweather.com/Aspectos%20Socioeconomicos.pdf>
- Coral Reef Alliance 2007. Los arrecifes de coral y el cambio climático global: Sitio Web <http://www.coralreefalliance.org/>
- Emanuel K. A. 1987. The dependence of hurricane intensity. *Nature*, 329: 483-485.
- Gladfelter, E. H., R. K. Monahan y W.B. Gladfelter. 1978. Growth rates of five reef-building corals in the northeastern Caribbean. *Bulletin of Marine Science* 28:728-734.
- Goreau, T. J. y R. L Hayes 1994. Coral bleaching and ocean "hot spots". *Ambio*, 23(3): 176-180.
- Guzman H. M., y J. Cortés 1989. Growth rates of eith species of Scleractinian corals in the eastern pacific (Costa Rica). *Bulletin of Marine Science*. 44(3): 1186-1194.
- Hamilton, J. M., D. J. Maddison y R.S.J. Tol, 2005. Climate change and international tourism: a simulation study. *Global Environmental Change*, 15 (3), 253-266.
- Hernández González Marcelino y Georgina Díaz Llanes 2003. "Mediciones y técnicas de procesamiento del nivel del mar en Cuba, Instituto de Oceanología/ Geocuba Geodesia.
- Herrera-Moreno, A. y L. Betancourt 2007. Efectos del Cambio Climático sobre la zona turística de Bávaro y Punta Cana, costa Este de la República Dominicana. Fase I. Establecimiento de línea base. Reporte Técnico al PNUD, Proyecto Cambio Climático, 63 pp.
- Houghton, J. T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden y D. Xiaosu (eds.) 2001. IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 944 pp.
- http://www.gloss-sealevel.org/publications/documents/reportmarcelinohernandez_2003.pdf
- IPCC, 2000. Informe especial del grupo de trabajo III del IPCC. Escenarios de emisiones. Resumen para responsables de políticas. ISBN: 92-9169-413-4. [tomada de Limia, 2007]

- Jones R., H. David. S. Wilson, G. Jenkins and Mitchel J., 2003: Workbook on generating high resolution climate change scenarios using PRECIS.
- Jones R., H. David. S. Wilson, G. Jenkins and Mitchel J., 2003: Workbook on generating high resolution climate change scenarios using PRECIS.
- Joshua Henson 2005. Status Report on Tide Gauges and Observing Stations in the Caribbean and Adjacent Waters, College of Marine Science, University of South Florida, 57 pp. Sitio Web: <http://www.gloss-sealevel.org/publications/documents/report.pdf>
- Lewis, J. B., F. Axelsen, I. Goodbody, C. Page y G. Chislett. 1968. Comparative growth rates of some reef corals in the Caribbean. Marine Sciences Manuscript Report 10. McGill University.
- Limia Martínez Miriam E. 2007. Definición de escenarios y evaluación de las tendencias actuales del clima en la cuenca del río Haina y la zona costera de Bávaro y Punta Cana. Reporte a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales/ Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, 40 pp.
- Marcano, J. 2006. República Dominicana: sus mares. Sitio Web: <http://www.jmarcano.com/mipais/geografia/mar.html>
- Marianne R. Fish, Isabelle M. Côté, Jennifer A. Gill, Andrew P. Jones, Saskia Renshoff y Andrew R. Watkinson 2005. Predicting the Impact of Sea-Level Rise on Caribbean Sea Turtle Nesting Habitat Conservation Biology 19 (2), 482–491.
- Maul, G. 1989. Implications of Climate Changes in the Wider Caribbean Region. Caribbean Environment Programme. United Nations Environment Programme, CEP Technical Report No. 3.
- NOAA 2007. Tides and currents. Mean Sea Level Trends for Stations in other areas. Sitio Web: http://co-ops.nos.noaa.gov/sltrends/sltrends_station.shtml?stnid=9759110
- NOAA 2007a. NOAA Coastal Services Center, Historical Hurricane Track, National Oceanic & Atmospheric Administration. Sitio Web: <http://hurricane.csc.noaa.gov/hurricanes/>
- Odum, H.T. y E.P. Odum. 1955. Trophic structure and productivity of a windward coral reef community on Eniwetok Atoll. Ecological Monographs 25(3):291-320.
- OMT 2003. Declaración de Djerba sobre Turismo y Cambio Climático, Organización Mundial de Turismo, 3 pp.
- Saizar, A. 1996. Gestión de la zona costera y cambio climático. En: Hacia el desarrollo sostenible de la zona costera del Río de la Plata, Conferencia Internacional, Montevideo. Sitio Web: [http://www.idrc.ca/lacro/docs/conferencias/ecodoc3.html#gestion de la zona costera y cambio climático](http://www.idrc.ca/lacro/docs/conferencias/ecodoc3.html#gestion%20de%20la%20zona%20costera%20y%20cambio%20clim%C3%A1tico).
- Saunders M. A. y A. R. Harris 1997. Statistical evidence links exceptional 1995 Atlantic hurricane season to record seas warming. Geophys. Res. Lett., 24: 1255-1258.
- SEMARN 2004. Primera comunicación nacional. Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 163 pp.
- Shinn, E. A. 1976. Coral reef recovery in Florida and the Persian Gulf. Environmental Geology 1:241-254.
- Smith, S. V. y R.W. Buddemeier. 1992. Global change and coral reef ecosystems. Annual Reviews of Ecology and Systematics 23: 89-118.
- Sneyers, R. 1975. Sur l'analyse statistique des series d'observations. Note Technique No. 143, OMM-No.415. pag 1-113.
- Todd, Graham 2003. The interrelations between tourism and climate change. 1st International Conference on Climate Change and Tourism Djerba, Tunisia, 9-11 April 2003.
- Tratalos, J. A., Gill, J. A., Jones, A., Showler, D., Bateman, A., Watkinson, A., Sugden, R. y W. Sutherland 2005. [Interactions between tourism, breeding birds and climate change across a regional scale](#), Tyndall Centre Technical Report 36.

- UNEP 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Intergovernmental Panel On Climate Change. UNEP IPCC Secretariat, 21 pp.
- USAID 2005. BANDERA AZUL DEL CARIBE. Estudio de Viabilidad de Playa Cabeza de Toro, Bávaro, Provincia la Altagracia, República Dominicana, 108 pp. Sitio Web: http://www.usaid.gov/dr/docs/resources/estudios_apoyo_cafta_rd/st_viabilidad_bandera_azul_playa_cabeza_de_toro.pdf
- Voda, V. 1973. Special chapter in applied statistics. Vol.1. Centre of Mathematical Statistics, Academy of Science, Rumania. pag 96-100.
- Wigley, T. M. L., Smith, S.J. y Prather, M. J., 2002. Radiative forcing due to reactive gas emissions. Journal of Climate 15, 2690–2696. [tomada de Limia, 2007]

Anexo 1. Declaración de Djerba sobre Turismo y Cambio Climático

Los participantes reunidos en la I Conferencia Internacional sobre Cambio Climático y Turismo, celebrada en Djerba (Túnez) del 9 al 11 de abril de 2003, convocada por la Organización Mundial del Turismo, por invitación del Gobierno de Túnez, *Habiendo escuchado* las comunicaciones de los representantes de:

- el Gobierno de Túnez,
- la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) – UNESCO,
- el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC),
- la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD),
- el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA),
- la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC),
- la Organización Meteorológica Mundial (OMM),
- la Organización Mundial del Turismo (OMT)

y de representantes de los sectores público y privado, así como los puntos de vista de diversos gobiernos nacionales, empresas de turismo, instituciones académicas, ONG y expertos,

Consciente de que los objetivos de esta Conferencia están en plena consonancia con las preocupaciones, intereses y actividades del sistema de las Naciones Unidas en el campo del cambio climático y, más en general, en el del desarrollo sostenible,

Reconociendo el papel fundamental del Protocolo de Kyoto como primer paso en el control de las emisiones de gases de efecto invernadero,

Teniendo en cuenta que, al convocar la Conferencia, la OMT no pretendía mantener un debate puramente científico, ni abarcar en su totalidad las ampliamente conocidas implicaciones sociales y medioambientales que el cambio climático puede tener para nuestras sociedades, sino antes bien hacer hincapié en las relaciones entre el cambio climático y el turismo, dada la importancia económica que está teniendo este sector de actividad en numerosos países, y especialmente en islas pequeñas y en estados en desarrollo, con miras a despertar una mayor conciencia de estas relaciones y reforzar la cooperación entre los diferentes agentes involucrados,

Habiendo analizado detenidamente las complejas relaciones entre el turismo y el cambio climático, y en particular los efectos que este último está teniendo en distintos tipos de destino turístico, sin pasar por alto que algunos medios de transporte utilizados para desplazamientos de turismo y otros componentes del sector turístico contribuyen a su vez a ese cambio climático,

Conscientes de la importancia de los recursos hídricos para el sector turístico y de su vinculación con el cambio climático,

Reconociendo la incidencia actual, y posiblemente peor en el futuro, del cambio climático, unido a otros factores de origen humano, sobre el desarrollo turístico en ecosistemas sensibles como las tierras áridas, las regiones costeras y montañosas y las islas, y

Teniendo presente que el derecho a viajar y el derecho al ocio están reconocidos por la comunidad internacional, que el turismo está actualmente completamente integrado en los patrones de consumo de numerosos países, y que las previsiones de la OMT indican que continuará creciendo en un futuro previsible,

Acuerdan lo siguiente:

1. *Apremiar* a todos los gobiernos interesados en la contribución del turismo al desarrollo sostenible a que suscriban todos los acuerdos intergubernamentales y multilaterales afines, especialmente el Protocolo de Kyoto, y otros convenios y declaraciones similares sobre cambio climático y las resoluciones asociadas que previenen que la incidencia de este fenómeno se expanda aún más o se acelere,

2. *Alentar* a las organizaciones internacionales a que estudien e investiguen en mayor medida las implicaciones recíprocas del turismo y el cambio climático, incluyendo los casos de lugares de interés cultural o yacimientos arqueológicos, en cooperación con las autoridades públicas, las instituciones académicas, las ONG y la población local; en particular, *alentar* al Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos a que preste especial atención al turismo, en cooperación con la OMT, y a que incluya específicamente el turismo en su Cuarto Informe de Evaluación,

3. *Instar* a los organismos de las Naciones Unidas, internacionales, financieros y bilaterales a que apoyen a los gobiernos de los países en desarrollo, y en particular a los de los países menos adelantados, para quienes el turismo representa un sector económico clave, en sus esfuerzos por afrontar la situación y adaptarse a los efectos adversos del cambio climático y a que formulen planes de acción adecuados,

4. *Solicitar* a las organizaciones internacionales, los gobiernos, las ONG y las instituciones académicas que apoyen a los gobiernos locales y a las organizaciones de gestión de destinos en la aplicación de medidas de adaptación y mitigación que respondan a los efectos específicos del cambio climático en los destinos locales,

5. *Alentar* al sector turístico, incluyendo a las empresas de transporte, los hoteleros, los tour operadores, las agencias de viajes y los guías turísticos, a que adapten sus actividades utilizando tecnologías y logísticas más limpias y que entrañen un consumo de energía más racional para minimizar en la medida de lo posible su contribución al cambio climático,

6. *Instar* a los gobiernos y a las instituciones bilaterales y multiculturales a que conciban y apliquen políticas de gestión sostenible para los recursos hídricos y para la conservación de los humedales y otros ecosistemas de agua dulce,

7. *Instar* a los gobiernos a que promuevan el uso de fuentes de energía renovables en las empresas y actividades de turismo y transporte, facilitando asistencia técnica y utilizando incentivos fiscales y de otro tipo,

8. *Alentar* a las asociaciones de consumidores, a las empresas de turismo y a los medios de comunicación a que contribuyan a la sensibilización de los consumidores en los destinos y en los

mercados emisores con el fin de modificar los hábitos de consumo y optar por formas de turismo menos dañinas para el clima,

9. *Invitar* a los grupos interesados públicos, privados y no gubernamentales y a otras instituciones a que informen a la OMT sobre los resultados de cualquier investigación relevante sobre el cambio climático y el turismo para que la OMT actúe como centro de intercambio de información, cree una base de datos sobre el tema y difunda esos conocimientos a escala internacional, y

10. *Considerar* que esta Declaración constituye un marco para los organismos internacionales, regionales y gubernamentales para el seguimiento de sus actividades y de los planes de acción antes mencionados en este campo.

Los participantes expresaron su agradecimiento al Gobierno y al pueblo de Túnez por su calurosa hospitalidad y los excelentes servicios prestados para acoger esta Conferencia en la isla de Djerba.

Djerba (Túnez), 11 de abril de 2003