



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

ICMA



Plan de medidas de adaptación del municipio Las Terrenas en el marco de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial



FEDOMU
FEDERACIÓN DOMINICANA DE MUNICIPIOS



Plan de medidas de adaptación del municipio Las Terrenas en el marco de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN, REDACCIÓN Y APOYO

ICMA	ICF	FEDOMU	Ayuntamiento (Equipo técnico)
Alejandro Herrera Moreno	Molly Hellmuth	Dionys de la Cruz	Argenis Hernández
Indhira De Jesús	Joanne Potter	Ángel Mercedes	Lourdes Russa
Erick Dorrejo	Angela Wong	Elaine Guzmán	Nerys Vanderhorst
Andrea Vogel	Tara Hamilton		Patricia Fermín
Andrés Cepeda			Ramón Frías
			Rosa Martínez
			Domingo Minaya

Referencia: ICMA/ICF/FEDOMU/AMLT (2017). Plan de medidas de adaptación del municipio Las Terrenas en el marco de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial. Asociación Internacional para la Gestión de Ciudades y Municipios, ICF Internacional, Federación Dominicana de Municipios y Ayuntamiento del Municipio Las Terrenas. Programa Planificación para la Adaptación Climática de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Santo Domingo, República Dominicana, 23 pp.

Septiembre 2017.

Esta publicación es el fruto del trabajo conjunto de la Asociación Internacional para la Gestión de Ciudades y Municipios (ICMA), ICF Internacional, la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU) y el Ayuntamiento del Municipio Las Terrenas (AMLT) para su revisión por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). La producción de este material fue posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos a través de la USAID. Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de la USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.

ABREVIATURAS Y ACRONIMOS

AMLT. Ayuntamiento del Municipio Las Terrenas
AP. Áreas Protegidas.
BO. Bonita
CFLT. Comunidad Francesa de Las Terrenas
CODIA. Colegio de Ingenieros
CODOPESCA. Consejo Dominicano de Pesca y Acuicultura
COE. Comisión de Emergencia
CPPMR. Comité Provincial de Prevención y Mitigación de Riesgos
DGOdT. Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial
EDESUR. Empresa Distribuidora de Electricidad del Sur
EP. El Portillo.
FMG. Fundación Mahatma Gandhi
GC. Gobierno Central
INAPA. Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados
INDHRI. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
INTRANT. Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre
IP. Instituciones públicas
JBN. Jardín Botánico Nacional
LT. Las Terrenas
MIC. Ministerio de Cultura
MINERD. Ministerio de Educación
MISPAS. Ministerio de Salud y Asistencia Social
MITUR. Ministerio de Turismo
MMA. Ministerio de Medio Ambiente
MOPC. Ministerio de Obras Públicas y Construcción
P. Políticas planes programas y proyectos
POSC. Población y organizaciones de la sociedad civil
POTT. Plan de Ordenamiento Territorial Turístico.
R. Regulaciones
SP. Sector privado
SPE. Sector pesquero
SPR. Sector privado
T. Tiempo: Corto (C) Mediano (M) y Largo plazo (L).
UGAM. Unidad de Gestión Ambiental.
Z. Zonación
ZNU. Zona no urbanizable

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

2. PRINCIPALES IMPACTOS Y VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS

- 2.1. Ascenso del nivel del mar con mayor oleaje de tormenta e inundaciones costeras
- 2.2. Eventos meteorológicos extremos con precipitaciones intensas e inundaciones
- 2.3. Incremento de temperatura y olas de calor
- 2.4. Cambios en el patrón de precipitaciones
- 2.5. Vulnerabilidad de los recursos naturales que sustentan el turismo

3. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

4. CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN

- 4.1. Creación de un equipo técnico
- 4.2. Tiempo de implementación
- 4.3. Gestión adaptativa

5. REFERENCIAS

I. INTRODUCCIÓN

El municipio Las Terrenas constituye uno de los polos turísticos más importantes del país donde se han acumulado grandes inversiones, que han traído oportunidades de trabajo asociadas a un sector que hoy prevalece en su desarrollo económico. Pero el territorio es altamente vulnerable a la variabilidad climática presente y futura que tiene un efecto sobre la población, la infraestructura y los recursos naturales que sustentan el turismo. La variabilidad climática continuará impactando de manera significativa los recursos, servicios y sectores atentando contra el alcance de los objetivos de desarrollo del municipio que se centran en torno uso del suelo, gobernanza participativa, aguas residuales y aguas pluviales, electricidad y alumbrado público, manejo de residuos sólidos, movilidad urbana, espacios verdes, salud, suministro de agua, comercio, agricultura, pesca y turismo. Además, los impactos no-climáticos relacionados con el crecimiento de nuevas inversiones, a veces construidas en áreas vulnerables o sin considerar los efectos del clima, están exacerbando estas vulnerabilidades y la propia sostenibilidad de los nuevos desarrollos. Este plan esboza estrategias específicas para mejorar la resiliencia municipal al cambio climático.

En la actualidad se reconoce al cambio climático como uno de los mayores retos globales para el desarrollo. El aumento de la temperatura, los cambios en la estacionalidad y la cantidad de lluvias, los fenómenos meteorológicos extremos y el aumento del nivel del mar ya están teniendo un impacto en los sectores y servicios clave de desarrollo, y se espera que la amenaza continúe aumentando. La Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TNCCC) de la República Dominicana indica que para el año 2060, la precipitación anual promedio podría reducirse hasta en un 17%, las estaciones secas serán más intensas y los aumentos en intensidad y frecuencia de lluvias extremas podrían ocurrir incluso fuera de la estación lluviosa. Del mismo modo, los modelos climáticos proyectan un aumento general en las temperaturas anuales medias de entre 1°C a 3°C a mediados de siglo. Se prevé que el nivel del mar aumentará hasta 5 mm/año durante los próximos 100 años, lo que tendrá graves repercusiones negativas sobre los recursos costeros (IPCC, 2017).

Ante las amenazas de un clima cambiante es necesario proceder con la adaptación, entendida ésta como el proceso de ajuste al clima real o esperado y sus efectos para moderar el daño o explotar oportunidades beneficiosas (IPCC, 2017). La adaptación al clima mejora la resiliencia de un municipio al ampliar su capacidad para anticiparse, prepararse, responder y recuperarse de factores de impacto climático significativos con el mínimo daño. La planificación de la adaptación puede construir la resiliencia de un municipio mediante el desarrollo y la implementación de un portafolio de estrategias y medidas complementarias que le ayudarán a abordar las vulnerabilidades y los riesgos. Una vez que este paso ha sido cumplido el proceso de planificación de adaptación incluye la identificación, evaluación y construcción de un portafolio de medidas de adaptación, que será objeto de monitoreo, evaluación y nuevos ajustes.

El enfoque de portafolio que adopta el presente plan incluye una variedad de estrategias y medidas a corto, mediano y largo plazo, identificadas y validadas por el Ayuntamiento de Las Terrenas, que ofrecen una gama de opciones de adaptación para ayudar al municipio a mejorar la resiliencia en varios sectores y aumentar la capacidad adaptativa general. En el marco de la planificación para la adaptación climática el municipio puede seguir dos vías principales para implementar las medidas: a través del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT) o del Plan Municipal de Desarrollo (PMD), que ambos conducen a programas operativos con presupuestos anuales (Figura 1). De ahí el nombre de este documento: “Plan de medidas de adaptación del municipio Las Terrenas en el marco de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial” Este plan es fruto de un proceso participativo desarrollado por el Ayuntamiento con la colaboración de la Asociación Internacional de Gestión de Ciudades y Municipios e ICF Internacional. Se enfoca por tanto en necesidades prioritarias identificadas por los actores y esboza los principales factores de impacto y riesgos climáticos en múltiples sectores, identifica un portafolio de medidas de adaptación y proporciona algunos criterios para implementar las medidas prioritarias.



Figura 1. Vías para la implementación del portafolio de medidas de adaptación.

2. PRINCIPALES IMPACTOS Y VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS

De acuerdo a los resultados de la reciente evaluación de vulnerabilidad climática del municipio Las Terrenas (ICMA/ICF/FEDOMU/AMLT, 2016) la población y la infraestructura urbana, y de todos los sectores y servicios claves del municipio, particularmente el turismo junto a todos los recursos naturales que los sustentan, son vulnerables ante varias amenazas climáticas que pueden causar una variedad de impactos en los diferentes sectores (Tabla 1) según su vulnerabilidad, es decir su grado de exposición y sensibilidad, y el nivel de desarrollo de su capacidad adaptativa. Nos referimos al incremento de temperatura y olas de calor, mayor intensidad de eventos meteorológicos extremos con precipitaciones intensas e inundaciones, cambios en el patrón de las precipitaciones (con escenario de reducciones y sequía o precipitaciones extremas fuera de las estaciones tradicionalmente lluviosas), y el ascenso del nivel del mar con mayor oleaje de tormentas e inundaciones costeras de mayor alcance (Figura 2).

2.1. Ascenso del nivel del mar con mayor oleaje de tormenta e inundaciones costeras

El municipio tiene 26.2 km de línea de costa al Océano Atlántico. La población y la infraestructura urbana, y de todas las actividades, sectores y servicios claves del municipio (residencial, comercial y turística) en o cerca de la zona costera, principalmente desde Punta Balatá hasta la frontera Este municipal (unos 20.7 km), son vulnerables ante el paso de eventos meteorológicos extremos con sus impactos de marejadas de tormenta que causan penetración del mar e inundaciones costeras con pérdida de arena de las playas. Las inundaciones y sus consecuencias negativas sobre la población y la infraestructura costera pueden ser mayores en el futuro bajo los escenarios climáticos que indican eventos extremos más intensos con olas de tormenta de mayor alcance por el ascenso del nivel del mar. Las proyecciones de ascenso del nivel del mar entre 0.20 a 0.58 m al 2050 harán que el mar cubra parte de la costa (según las pendientes) y asimismo provocarán olas más grandes durante las tormentas, con mayor alcance de penetración, lo que hará más frecuentes y extensas las de inundaciones costeras. La vulnerabilidad se agrava por impactos no-climáticos como las construcciones costeras cerca de la línea de costa (franja de 60 m), cortes de manglares, extracción ilegal de arena y la eliminación de la cobertura vegetal costera (herbácea y arbustiva).

2.2. Eventos meteorológicos extremos, precipitaciones intensas e inundaciones

La ciudad se extiende en un valle, entre el borde costero y la Sierra de Samaná situación que favorece la escorrentía hacia el área urbana. Ello, unido a su ubicación en la cuenca baja del Río Las Terrenas, más la presencia de numerosas lagunas y ciénagas son condicionantes naturales de inundaciones. La población y la infraestructura urbana, y de todas las actividades, sectores y servicios municipales claves, en particular en el centro urbano, son vulnerables a las precipitaciones intensas que provocan inundaciones ante las crecidas de los ríos Las Terrenas y Caño Seco; por la acumulación de agua en zonas bajas naturalmente proclives a inundación (áreas de inundabilidad) o donde -producto de la urbanización descontrolada- la topografía y el drenaje han sido alterados propiciando condiciones de estancamiento. Esta situación puede agravarse por la surgencia de aguas en las partes altas del municipio que refuerzan y amplían las áreas de inundación como ocurrió durante los eventos de lluvias extremas de finales del año 2016 (SGN, 2017).

Tabla I. Matriz de impactos potenciales del cambio climático en recursos, sectores y servicios fundamentales para el desarrollo del municipio Las Terrenas. Fuente: ICMA/ICF/FEDOMU/AMLT (2016).

Sectores	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Cambios en las precipitaciones	Eventos extremos
Gobernanza Participativa	Los impactos climáticos sobre los medios de vida y las interrupciones de los servicios aumentan la presión sobre el Ayuntamiento para incluir mejor a la comunidad en los procesos de toma de decisiones. Cambios en las peticiones de los ciudadanos sobre la inversión pública			
Suministro de agua	Mayor demanda de agua. Mayores pérdidas potenciales por evaporación. Cambios en la calidad del agua. Expansión de especies acuáticas invasivas en los cursos de agua.	Avance de la cuña salina y salinización de los ríos. Intrusión salina en los acuíferos costeros.	Cambios en la calidad y disponibilidad de agua. Reducción drástica de fuentes de agua. Daños en los sistemas de almacenamiento y distribución por reducción de flujos.	Daño a infraestructuras de tratamiento, almacenamiento y distribución. Reducción de la calidad del agua. Interrupciones en la operación de plantas de tratamiento de agua.
Aguas residuales	Degradación de equipos e infraestructuras de tratamiento. Interferencia con el tratamiento por disminución del oxígeno, aumento de algas y microorganismos, y generación de gases y malos olores. Estrés térmico a los trabajadores en plantas.	Inundaciones y daño de equipos e infraestructuras de la planta de tratamiento cerca de la costa.	Reducción de la dilución de aguas residuales en plantas de tratamiento y sitios de vertimientos en ríos y costas. Incremento de las cargas contaminantes.	Inundaciones y daño de infraestructuras y equipos de la planta de tratamiento. Plantas fuera de servicio por interrupción de la energía. Derrames de aguas residuales con daños a la salud
Aguas pluviales	Impacto térmico sobre infraestructuras, equipos y tuberías del sistema de drenaje. Excedencia del rango de temperatura de trabajo de las tuberías, sobre todo en instalaciones antiguas	Daños a infraestructuras y equipos del sistema de drenaje cerca de la costa. Inutilización del sistema o inversión de flujos por altas mareas	Reducción del agua de lluvia aprovechable que puede ser captada	Daños a equipos e infraestructuras del sistema de drenaje. Colapso por excedencia de capacidad en épocas de lluvia. Depuradoras fuera de servicio por interrupción del servicio eléctrico. Aumento de “residuos de desastres” que bloquean el drenaje.
Movilidad urbana	Deterioro más rápido del asfalto en las vías. Aumento en costo de mantenimiento y construcción.	Inundación y erosión de las vías costeras. Daños a la infraestructura vial	Exacerbación del impacto térmico por falta de agua. Mayores costos de mantenimiento y reparación de vías.	Inundación temporal y mayores costos de mantenimiento y reparación de vías. Cierres por “residuos de desastres” y daños a la infraestructura
Manejo de residuos sólidos	Calentamiento de vehículos de recolección. Aumento de gases y olores. Necesidad de recolección más frecuente y mayor manejo de vertedero. Alteración de tasas de descomposición.	Reducción de las rutas de recolección cerca de la costa	Limitaciones de agua para el mantenimiento y limpieza de equipos del sistema y los procesos de reciclaje de los residuos sólidos	Daños y escombros a lo largo de las rutas de recolección. Mayor dispersión de residuos sólidos. Impactos físicos a la infraestructura. Limitaciones en el

Sectores	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Cambios en las precipitaciones	Eventos extremos
	Aumento de plagas y del riesgo de enfermedades infecciosas.			tránsito hacia y dentro de los sitios de disposición por anegación de rutas
Electricidad	Expansión térmica de las líneas eléctricas, reduciendo la cantidad de energía que puede ser transmitida con seguridad. Riesgos de distensión del tendido y cortes de energía. Incremento en la demanda para enfriamiento.	Caída de tendido eléctricos en vías costeras. Inundación de sitios de generación, transmisión y distribución cercanos a la costa.	Exacerbación del impacto térmico por la escasez de agua. Mayores costos de mantenimiento y reparación del sistema.	Tendidos eléctricos caídos. Interrupción del servicio energético. Alteración de todos los servicios básicos. Aumento de costos de mantenimiento y reparación.
Pesca	Impacto térmico sobre los ecosistemas (p.ej. arrecifes coralinos) y la biota marina de valor pesquero. Cambios en la distribución de especies marinas (p.ej. patrones migratorios de peces pelágicos). Reducción de recursos y productividad pesquera. Mayor gasto de conservar los productos pesqueros.	Inundación y daño físico a sitios de asentamiento y desembarco pesquero (infraestructura y embarcaciones).	Reducción del volumen de agua que llega al mar desde los ríos con cambios en la salinidad y por tanto en las especies estuarinas de valor pesquero. Daños a los ecosistemas marinos que sustentan la pesca por cambios potenciales en el balance hidrológico.	Daños a sitios de desembarco pesquero. Impacto a arrecifes poco profundos. Interrupción de los servicios de electricidad y transporte. Reducción del tiempo de pesca, especialmente de mar abierto.
Agricultura	Impactos térmicos en los cultivos e infraestructura agrícola. Pérdida de cultivos. Cambios de la productividad. Mayor problema con malezas, plagas y enfermedades.	Intrusión salina en suelos agrícolas cerca de la costa o que se irrigan de acuíferos salinizados.	Cambios en la estacionalidad y cantidad de lluvias para la agricultura en los ciclos de siembra y la disponibilidad de agua para el riego.	Daños a cultivos y la infraestructura agrícola. Interrupción de los servicios de electricidad y transporte.
Salud	Aumenta el impacto por calor (disconfort térmico). Mayor propagación de agentes patógenos. Graves daños dérmicos por la exposición solar. Mayor incidencia de ciguatera en especies comerciales sensibles Mayor demanda de servicios de respuesta a emergencias.	Inundación de vías costeras esenciales para la respuesta a emergencias.	Falta de agua para las actividades de centros de salud. Exacerbación del estrés por calor (disconfort térmico) por la escasez de agua.	Lesiones y pérdidas de vida. Daños físicos a infraestructuras de salud pública. Mayor demanda para servicios de respuesta de emergencia.
Actividad comercial	Mayor demanda de refrigeración para conservación de productos transportados o almacenados. Mayores gastos de conservación y mantenimiento	Interrupción del transporte de mercancías debido a la inundación de vías costeras.	Escasez de agua para las actividades comerciales. Aumenta el estrés por calor (disconfort térmico)	Daño físico a sitios comerciales. Mayor costo de reparación y mantenimiento. Interrupción de servicios de electricidad y transporte requeridos

Sectores	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Cambios en las precipitaciones	Eventos extremos
				para la operación y el movimiento de bienes.
Infraestructura y actividades turísticas	Mayor consumo de energía para aclimatar instalaciones turísticas. Reducción del tiempo de actividades recreativas al aire libre. Reducción del buceo turístico por pérdidas de arrecifes coralinos.	Inundación o daños a la infraestructura costera. Pérdida de capacidad de carga de la playa para recreo y de arrecifes para el buceo turístico	Reducción del agua para las operaciones turísticas. Incremento de gastos por búsqueda de fuentes de agua, tratamiento, traslado y almacenamiento	Inundación y daño físico a instalaciones turísticas costeras. Interrupción de operaciones turísticas. Pérdida de arrecifes y afectación del buceo turístico.
Bosques terrestres y costeros	Incremento del riesgo de incendios forestales. Pérdidas de bosques o ralentización del crecimiento. Cambios en la zonación y la composición de especies	Sumersión de bosques costeros con pérdida selectiva de especies	Alteración de la estructura y composición natural de los bosques por cambios en la estacionalidad y cantidad de agua que reciben	Daños físicos con mayor efecto en los bosques costeros por el gran oleaje de tormenta
Ríos, cañadas, acuíferos y estuarios	Mayores pérdidas por evaporación. Exacerbación de problemas sanitarios en cursos con contaminación orgánica	Salinización de cursos fluviales. Cambios en la calidad del agua. Intrusión salina en acuíferos costeros	Reducción de caudales por menores precipitaciones. Pérdida de conexiones estuarinas	Más crecidas y desbordes de cursos de agua. Extensión de llanuras aluviales y áreas de inundación ribereñas.
Playas arenosas	Pérdida de arena y erosión costera por reducción de aportes al perderse los arrecifes por el blanqueamiento	Sumersión de línea de costa arenosa con pérdida de arena y erosión, Reajuste de perfiles de playa	Perdida de arena y erosión por la reducción del aporte de sedimentos de los ríos cuyos flujos se han reducido.	Daños físicos a la playa y la vegetación costera que la consolida. Mayor penetración del mar en la playa
Ciénagas y manglares	Impactos de calor sobre la vida silvestre. Cambios en la zonación y la composición de especies de manglares	Pérdida de humedales. Inundaciones del manglar y cambios en la zonación de especies	Reducción de volumen de agua por alteración del régimen hidrológico. Mayor erosión y escorrentía. Daños a ecosistemas.	Daños físicos a ciénagas y manglares, inundaciones por penetración del mar
Arrecifes coralinos	Blanqueamiento de corales. Cambios en la distribución y composición de los arrecifes coralinos. Destrucción parcial o total de los arrecifes.	Posible reducción del crecimiento arrecifal por cambios en la iluminación	Cambios en la salinidad, balance de nutrientes y mayor sedimentación sobre los arrecifes	Daño físico a los arrecifes de barrera y someros, por el oleaje de tormenta

Con la excepción de El Almendro, los restantes nueve barrios urbanos son, en mayor o menor medida, vulnerables a inundaciones, pero los más críticos son el Centro de la Ciudad donde se ubica el área comercial más importante, o El Hospital, donde se encuentra una importante infraestructura de salud del municipio. Se prevé que el calentamiento global hará que los huracanes sean más intensos y con más altas tasas de precipitación lo que incrementará las inundaciones. La vulnerabilidad a las inundaciones se acrecienta por impactos no-climáticos como las construcciones no planificadas que cambian la dirección de la escorrentía o impermeabilizan el suelo anulando la infiltración; la dispersión de residuos sólidos que obstruyen el drenaje, la eliminación de la vegetación que reduce drásticamente los espacios de drenaje natural o los asentamientos humanos informales en zonas bajas o en las llanuras de inundación fluvial.

2.3. Incremento de temperatura

El municipio se ubica en un entorno con una temperatura media anual de unos 26°C. La población y la infraestructura urbana, y de todos los sectores y servicios claves del municipio, especialmente el turismo y los recursos naturales de los cuales depende, son vulnerables al incremento de temperatura. Las altas temperaturas tienen incidencia particular en la salud pública por el aumento del impacto del calor y la mayor propagación de enfermedades, lo cual también afecta el turismo, altamente dependiente de un entorno saludable. Pero, además, el turismo de sol y playa es especialmente susceptible al incremento de la temperatura que hace que los efectos carcinogénicos de la radiación UV (incrementada por otros problemas climáticos como la reducción de la capa de ozono) sean aún más dañinos (Bharath y Turner, 2009), lo cual puede limitar seriamente el tiempo de las actividades al aire libre (p. ej. asoleamiento, paseos por la arena o deportes de playa). Otro aspecto de salud que afecta al sector turismo es la mayor incidencia de ciguatera relacionada con el incremento de la temperatura del mar (Tester *et al.*, 2010) que puede incluir especies de la oferta comercial turística. El sector puede también verse afectado económicamente por las necesidades de agua y una mayor demanda de refrigeración, además de los impactos indirectos de otros sectores susceptibles al incremento de la temperatura como el de los residuos sólidos o la energía, servicios esenciales para el desarrollo de un turismo sano y seguro. Esta situación puede agudizarse en el futuro, pues para escenarios de emisiones bajas y altas, respectivamente, está proyectado que el promedio anual de temperatura se incremente al 2030 en 0.7°C y 0.8°C y al 2050 entre 1.13°C a 1.56°C.

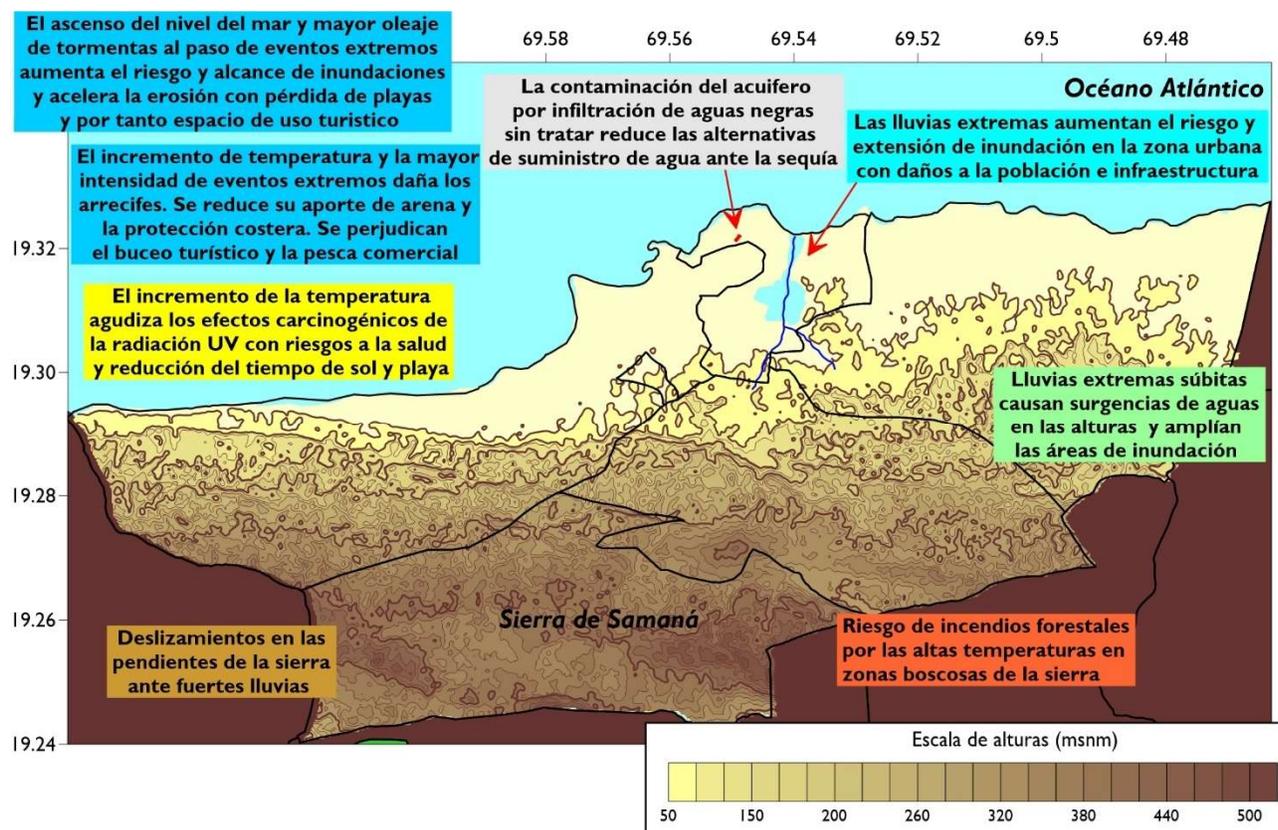


Figura 2. Resumen de amenazas climáticas y sus impactos presentes y futuros en el municipio Las Terrenas sobre el contexto geomorfológico. Se indica en azul claro la franja de inundación en la zona urbana, con líneas azul oscuro los ríos Las Terrenas y Caño Seco y con un punto rojo el sitio actual de infiltración de aguas contaminadas. Todos los impactos climáticos están agravados por impactos no climáticos que se describen en el texto.

2.4. Cambios en el patrón de precipitaciones

El servicio de agua del municipio Las Terrenas proviene del Río Cosón y se distribuye a la población a través del acueducto. Siendo el agua un factor esencial para el desarrollo, la población y la infraestructura urbana y de todos los sectores y servicios son vulnerables a la disminución de las precipitaciones y la sequía, que pueden reducir la cantidad y calidad del suministro de agua de consumo. Para Las Terrenas se han reportado periodos más secos en el 2000–2001 y en el 2010 y se espera que la aridez y el déficit anual en la humedad aumente al 2030 debido al incremento en la temperatura, la evapotranspiración potencial y la disminución de las lluvias, si bien Las Terrenas aún se considerará una región húmeda en el futuro. No obstante, las proyecciones para la precipitación promedio anual indican reducciones al año 2030 (-1.2% a -2.3%) y hasta mediados del 2050 (-3.7% a -10.9%), lo que apunta hacia la necesidad de tomar medidas de protección de los recursos de agua superficial y subterránea como base de la adaptación. La vulnerabilidad climática se incrementa por impactos no-climáticos derivados del mal manejo de las fuentes de agua: contaminación de ríos, relleno de ciénagas o la infiltración permanente al manto freático de las aguas residuales sin tratar producto del mal funcionamiento de la planta de tratamiento municipal (Figura 3). El escenario climático de cambios en las precipitaciones también incluye lluvias extremas súbitas, que pueden tener lugar fuera de la estación lluviosa, como ocurrió en el último trimestre del año 2016. Las fuertes precipitaciones causaron la surgencia de aguas en las partes más altas del municipio que crearon nuevas corrientes de agua provisionales y ampliaron las áreas de inundación (SGN, 2017), ampliando la lista de vulnerabilidades relacionadas con el clima del municipio.

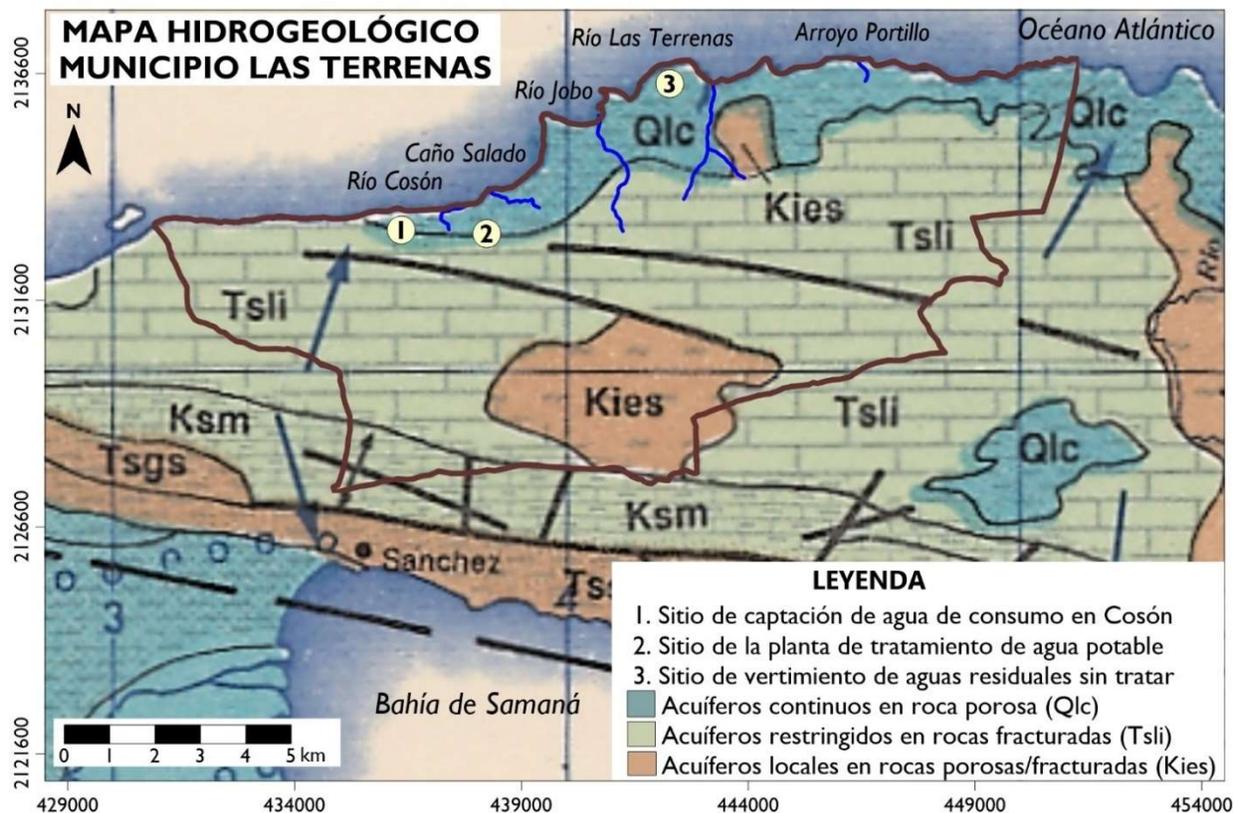


Figura 3. Fragmento del Mapa Hidrogeológico Nacional correspondiente al municipio Las Terrenas (borde carmelita). Se indican las formaciones hidrogeológicas, los principales cursos de agua (líneas azules) y los componentes del sistema municipal de suministro y tratamiento de agua (números 1 a 3) asentados sobre el acuífero del norte. Nota. La planta de tratamiento de aguas residuales (sitio 3) no funciona por lo que las aguas no tratadas se vierten directamente al suelo creando condiciones degradantes en el entorno y contaminando las aguas subterráneas.

2.5. Vulnerabilidad de los recursos naturales que sustentan el turismo

En este apartado nos referimos a los ecosistemas (lagunas costeras e interiores, bosques costeros y terrestres, playas arenosas, manglares de borde y de cuenca, ciénagas y arrecifes coralinos) y especies de la flora y la fauna (p. ej. corales, crustáceos, peces, tortugas marinas o aves) que tienen un valor turístico-recreativo como recursos paisajísticos costeros; o submarinos para el buceo contemplativo; o como recursos pesqueros para la pesca deportiva y la oferta gastronómica local, además del valor intrínseco de los servicios ecosistémicos al proporcionar protección contra la erosión, alimentación de las playas, regeneración de suelos, recarga de acuíferos, control de inundaciones, protección costera frente al oleaje o regulación climática, entre muchos otros. El turismo en Las Terrenas es esencialmente de “sol y playa” cuyas actividades básicas transcurren en la playa (recreación y asoleamiento) y en el mar (baño). Amplían y complementan esta oferta un conjunto de actividades recreativas de exploración, navegación, pesca deportiva y buceo. Todas estas actividades están sustentadas en los recursos naturales. En el borde costero se encuentran 1.9 km de manglares de borde, 5.8 km de costa rocosa, 18.5 km de playas arenosas, varias lagunas y ciénagas; y en la zona marina extensos arrecifes coralinos con una gran diversidad de especies, que son recursos pesqueros. Las playas y arrecifes coralinos son altamente vulnerables al cambio climático. En las playas el ascenso del nivel del mar dejará sumergida partes de la costa, mientras que la mayor intensidad de eventos meteorológicos extremos, con mayor oleaje de tormenta, acelerará los procesos erosivos con pérdidas de arena.

Los arrecifes coralinos tienen una estrecha tolerancia térmica y son muy vulnerables al incremento de temperatura que provoca que las colonias sufran el fenómeno conocido como blanqueamiento coralino, que puede conducir a la aniquilación del arrecife. Por otra parte, la mayor intensidad de eventos meteorológicos extremos puede causar daños físicos en los arrecifes sobre todo a menor profundidad. Los impactos a las playas darán lugar a una pérdida de capacidad de carga para la recreación turística. Los impactos a los arrecifes afectarán los paisajes submarinos en detrimento del buceo turístico y de los servicios que este ecosistema presta: aporte de arena para las playas y protección contra el oleaje. Además, afectarán a las especies arrecifales que son recursos pesqueros de valor comercial.

Los manglares, lagunas y ciénagas pueden verse afectados por la reducción del agua o el impacto físico de los eventos extremos, y su conservación es crucial por el papel que juegan como amortiguadores de inundaciones. Estos recursos ya han sido degradados debido a una combinación de impactos climáticos y no climáticos, como la contaminación por aguas residuales, la extracción de arena, el corte de manglares, el relleno de humedales o la sobrepesca. Las demandas crecientes para infraestructuras de servicios (nuevos hoteles y otras instalaciones) con la expansión del sector turístico, agravarán la vulnerabilidad de los recursos naturales en el futuro si los proyectos no comienzan a implementarse de una manera sostenible. Los servicios de los ecosistemas son esenciales para desarrollar servicios orientados al turismo, así como fortalecer la capacidad adaptativa del territorio. La resiliencia al cambio climático en el municipio Las Terrenas requerirá necesariamente de practicar una *adaptación basada en ecosistemas*. La adaptación basada en ecosistemas es la utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de la estrategia de adaptación, a través de la conservación, el uso sostenible y la restauración de los ecosistemas, elementos que no pueden faltar entre las medidas de adaptación del municipio.

3. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Para implementar las presentes medidas de adaptación y ofrecer un marco organizativo y metodológico que permita al Ayuntamiento la incorporación de nuevas medidas en el futuro este plan se basa en siete estrategias de adaptación interrelacionadas que ya han sido puestas en práctica en los restantes municipios del programa. Estas estrategias abordan las situaciones de vulnerabilidad del territorio, considerando sus tres componentes: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (Tabla 2).

Tabla 2. Estrategias de adaptación al cambio climático para el municipio Las Terrenas. Componentes de la vulnerabilidad: E. Exposición, S. Sensibilidad, C. Capacidad adaptativa.

Estrategia de adaptación	Aspectos de vulnerabilidad	E	S	C
1. Evitar la urbanización en suelo vulnerable a inundaciones ribereñas y costeras previniendo los asentamientos a través de los instrumentos del ordenamiento (zonificación) y dejando estos espacios libres para proyectos de uso público bajo normativas en un Plan Regulador Urbano, con enfoque de adaptación climática y la protección de los ecosistemas (playas, humedales, manglares y arrecifes coralinos)	Las riberas de los cursos de agua dulce, ciénagas y lagunas, están expuestas a inundaciones por las crecidas naturales estacionales y desbordamiento ante eventos extremos y precipitaciones intensas. La zona costera está expuesta al ascenso del nivel del mar y los eventos extremos con oleajes de tormenta que causan penetración del mar e inundaciones costeras	■	■	■
2. Reducir/eliminar el impacto de las inundaciones sobre la población e infraestructura en sitios vulnerables a través de medidas estructurales (obras de ingeniería, tecnologías de manejo y control de inundaciones), no estructurales (alerta temprana o gestión eficaz de caudales del complejo de presas) o de reasentamiento, a mediano y largo plazo	La población e infraestructura (residencial, comercial o industrial) asentada en las riberas de cursos de agua, en áreas de inundabilidad o donde la topografía y el drenaje han sido alterados están expuestas a inundaciones por desbordamiento, ante eventos extremos y por precipitaciones intensas.			
3. Conservar, restaurar y aprovechar los ambientes terrestres, ribereños y costeros para implementar una estrategia de adaptación basada en ecosistemas con proyectos urbanísticos integrados a la naturaleza con cobeneficio para la biodiversidad y el ecoturismo	Los ecosistemas terrestres, ribereños y costeros y los servicios que éstos brindan juegan un papel clave en la adaptación al cambio climático ante todas las vulnerabilidades climáticas			
4. Reducir/ evitar la sinergia negativa entre impactos climáticos y no climáticos derivados de la sensibilidad (debilidades y deficiencias) en algunos sectores (p. ej. residuos sólidos, suministro de agua, energía) y ofrezcan un cobeneficio ambiental a la vez que la mejora en los servicios básicos	Las inundaciones se agravan cuando la dispersión de residuos sólidos obstruye el drenaje. Las aguas residuales se dispersan durante inundaciones y contaminan las fuentes de agua con daños a la salud. Las pérdidas y fugas del suministro de agua tornan el sistema más sensible ante un escenario de reducción de precipitaciones con secuelas en los sectores dependientes: agricultura, industria y transporte.			
5. Crear relaciones y alianzas, y fortalecer mecanismos inter-institucionales e inter-sectoriales y con la sociedad civil para la adaptación	La falta coordinación entre instituciones y sectores no favorece el abordaje de los impactos climáticos y constituye -de hecho- uno de los más serios impactos no-climáticos que la agravan.			
6. Atender necesidades prioritarias de información para el mejor entendimiento de las vulnerabilidades y el enfoque de la adaptación municipal al clima para el ordenamiento territorial	La vulnerabilidad está condicionada por factores climáticos, espaciales y socioeconómicos -históricos y presentes- particulares del territorio que deben ser conocidos para una adaptación bajo criterios técnicos			
7. Incrementar la educación y la conciencia a todos los niveles (ciudadanos, empresarios) a ante las necesidades del ordenamiento del territorio, los riesgos del cambio climático y la protección de los recursos naturales en el municipio	La habilidad de manejar y entender la información climática y una correcta percepción del riesgo son determinantes para aumentar la capacidad adaptativa y reducir la vulnerabilidad a las variaciones del clima.			

La Estrategia 1 aborda un problema fundamental: la exposición a las amenazas, y se enfocan en reducir la vulnerabilidad regulando el uso del suelo vulnerable. La Estrategia 2 asume que en el municipio ya hay suelo vulnerable ocupado y se encarga de reducir la vulnerabilidad actuando más sobre la sensibilidad, si bien en medidas de reasentamiento se incide directamente en la exposición. Las estrategias 3 y 4 enfocan las acciones de adaptación básicamente hacia la reducción de la sensibilidad, aunque pueden tener cierta incidencia en el aumento de la capacidad adaptativa, en cuyo crecimiento se enfocan definitivamente las

Estrategias 5, 6 y 7. En relación con los instrumentos del ordenamiento territorial, las medidas de la Estrategia I se expresan básicamente a través de zonificación de usos del suelo (zonas no urbanizables) y normativas, mientras que en las restantes pueden ser más relevantes los instrumentos de planes, programas y proyectos, propuestos tanto para el PMOT como al PMD (Apéndice I).

Seguidamente se presentan y describen cada una de las medidas de adaptación en relación con las estrategias que les corresponden. Todas las medidas fueron valoradas a través de la herramienta de ICF (2016). En cada caso se enuncian las medidas, organizadas por recursos, sectores y servicios. Se indica su área geográfica de acción; se señala instituciones responsables, se identifica el instrumento del ordenamiento a través del cual se incorpora en el plan de uso del suelo (zonación, regulaciones y proyectos) y finalmente se le asigna un marco temporal de implementación (corto, mediano o largo plazo). Las medidas están en línea con la legislación ambiental vigente y vinculadas al Plan de Ordenamiento Territorial Turístico del Norte de la Península de Samaná, según la Resolución 06/2011 (MITUR, 2012). Estas medidas pueden ser complementadas con las fichas técnicas de apoyo a la adaptación climática y el ordenamiento de ICMA/ICF (2017).

3.1. Estrategia I. Reducir la exposición en sitios vulnerables

La Estrategia I aborda el problema fundamental del municipio: la exposición a las amenazas, y se enfoca en reducir la vulnerabilidad regulando el uso del suelo vulnerable (principalmente a inundaciones ribereñas y costeras) y garantizando que se respeten sus características naturales (p.ej. cobertura de vegetación) que ayudan a la infiltración y conservación del suelo. Para ello, se apoya en los resultados de la evaluación de vulnerabilidad del territorio para proponer medidas (Tabla 3) que dan criterios para cartografiar un conjunto de zonas que no deben ser ocupadas (Figura 4) y establecer una zonificación de no urbanización (Tabla 4) que deben estar avalada por un cuerpo de normativas en un Plan Regulador Urbano (Tabla 5).

Tabla 3. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia I validadas por el Ayuntamiento de Las Terrenas Nota. El primer número de la medida le relaciona con una estrategia de adaptación.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Planeamiento, población, infraestructura y ambiente	I.1. Establecer una ZNU de 60 m de ancho en los 26.2 km de línea de costa con normativas para instalaciones no permanentes en la franja de playa y manejo de la vegetación arbustiva y herbácea costera (Ley 305-68 ¹) (ver propuesta de Normativas I y IV).	Zona costera	AMLT, DGODT, MMA, MITUR, MOPC, SPR	X			C
Planeamiento, población, infraestructura y ambiente	I.2. Establecer ZNU dentro de los 30 m establecidos por la ley como zona de protección alrededor de todos los cursos de agua dulce, ciénagas y lagunas (con sus manglares asociados) y definir una zonificación de usos de conservación más allá de ésta, sobre la base de una cartografía actualizada, considerando las condiciones de los ecosistemas y la normativa ambiental vigente (Ley 64-00) ² (ver propuesta de Normativa III).	Municipio	AMLT, DGODT, MMA, MITUR, MOPC, SPR	X			C

¹ La Ley 305-68 prohíbe toda construcción en la franja de 60 m y la Resolución 06/2011 la refrenda. En el borde costero del municipio Las Terrenas esta franja 26.2 km de línea de costa, entre sus límites O (430938 E y 2133336 N) y E (451346 E y 2137134 N) con una superficie de 1.5 km². incluye las Secciones Jackson, Cosón, Bonita, Jobo, Las Terrenas, Portillo y Barbacoa del POTT.

² Al presente no se cuenta con ningún modelaje hidrológico de los cuerpos de agua dulce del municipio Las Terrenas que permita establecer áreas inundables para diferentes períodos de retorno como límites para una zonificación con un criterio técnico. El Artículo 129 del Capítulo III de la Ley 64-00, que obliga a garantizar una franja de protección de 30 m en ambas márgenes de las corrientes fluviales, así como alrededor de los lagos, lagunas y embalses, ofrece una base para la conservación de los ecosistemas.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Biodiversidad y espacios verdes	I.3. Establecer disposiciones y parámetros especiales para el manejo apropiado de la vegetación (arbustiva y herbácea) en la línea de costa que aseguren que la cobertura vegetal ofrezca espacios de sombreado y drenaje a la vez que una protección efectiva contra la erosión eólica e hídrica. ³ (ver propuesta de Normativa IV).	Zona costera	AMLT, DGODT, MMA, MITUR, JBN		X		C
Turismo y ecosistemas	I.4. Establecer disposiciones y parámetros especiales para la construcción en las franjas de arena de las playas sobre la base de criterios técnicos que consideren tanto su vulnerabilidad climática como la conservación integral del perfil de playa (ver propuesta de Normativa I).	Zona costera	AMLT, DGODT, MMA, MITUR		X		C
Movilidad urbana	I.5. Establecer disposiciones y parámetros especiales para las nuevas vías costeras, en cuanto a ubicación (detrás de los 60 m o más) y construcción (diseños, medidas y materiales) para garantizar que su construcción de promueva impactos de erosión en la zona costera que atraviesa así como la resistencia de las vías a elevadas temperaturas y penetraciones del mar (ver propuesta de Normativa II).	Zona costera	AMLT, DGODT, MMA, MITUR, MOPC		X	X	C
Turismo y biodiversidad	I.6. Establecer disposiciones y parámetros especiales para la iluminación costera para reducir la vulnerabilidad de las tortugas marinas al cambio climático y desarrollar eventualmente una vertiente de turismo de observación de anidamiento. (ver propuesta de Normativa V).	Zona costera	AMLT, CODOPESCA, MMA, MITUR, SPE		X		C

Tabla 4. Propuestas para categorías de suelo no urbanizable para el municipio Las Terrenas bajo la Estrategia 1.

Categoría	Características
Área de protección especial agrícola y forestal	Incluye: a) suelos montañosos con pendientes igual o superior a 60% de inclinación destinados al establecimiento de plantaciones permanentes de arbustos frutales y árboles maderables (Ley 64-00, Art. 122)
Área de protección ecológica o conservación	Incluye: a) Sierra de Samaná con toda su cobertura de bosques pluviales de montaña, b) nacimiento de cursos de agua (p. ej. nacimiento del Río Las Terrenas), c) Laguna Maricó y su sistema de manglares, d) todas las categorías de humedales y manglares
Área de riesgo natural geológico (deslizamientos) y climático (inundaciones)	Incluye: a) toda la franja costera de 60 m (Medida I.1), b) franja de 30 m a ambos márgenes de ríos, arroyos y cañadas (Las Terrenas, Caño Seco, Cosón, El Jobo, Salado o El Portillo), ciénagas (Cosón, Mar Gorda o La Barbacoa) y lagunas interiores y costeras (Maricó) (Medida I.2), c) áreas pendientes proclives a deslizamientos y d) áreas de afloramientos de agua.
Áreas de riesgo sanitario	Incluye a) áreas afectadas por la contaminación atmosférica (ruido, gases y olores) y visual en la cercanía de instalaciones de colección y tratamiento de aguas residuales (p. ej. planta de tratamiento de aguas residuales en la coordenada 442309 E y 2136549N) o disposición y acumulación de residuos sólidos (p. ej. Vertedero municipal en la coordenada 444345 E y 2133861N).

³ Se necesita una norma que vaya más allá de “preservar la mayor cantidad de árboles existentes posibles” y exija la evaluación botánica y forestal de la cobertura vegetal existente para tomar las decisiones de manejo fundamentadas acerca de cortes, sustituciones, trasplantes, preservación o reforestación con especies autóctonas o endémicas de Samaná.

Tabla 5. Criterios para propuestas de normativas del Plan Regulador Urbano de Las Terrenas derivados de las estrategias y medidas de adaptación propuestas y validadas por el Ayuntamiento.

Normativa	Contenido de la Normativa
I. Distancia de construcciones residenciales, comerciales o turísticas al borde costero	a) Como precaución ante el ascenso del nivel del mar y el incremento del oleaje de tormentas la distancia de cualquier construcción al borde costero podrá estar por detrás de los 60 m indicados en la ley, e incluso por detrás de la llamada “primera línea” (primeros 40 m a partir de los 60 m). b) Esta distancia debe ser definida con una evaluación de la topografía costera, modelación del ascenso del nivel del mar y estudio de la dinámica natural estacional de la playa, si se trata de una costa arenosa. Esto es imprescindible para permitir la adaptación de la playa como ecosistema y ofrecer protección a largo plazo a la infraestructura residencial y turística.
II. Ubicación y construcción de vías costeras	a) Las nuevas vías que se proyecten en la franja costera estarán ubicadas como mínimo por detrás de la ZNU previamente definida en la Normativa I (a no menos de 60 m). b) La construcción en termino de diseño y materiales deberá garantizar la resistencia ante los incrementos de temperatura y eventuales penetraciones del mar. c) Actualmente hay al menos 6 km de vías sobre la costa arenosa en la franja de 60 m, que probablemente sigan teniendo un impacto importante en la erosión costera por lo que se deben contemplar soluciones de adaptación a mediano plazo.
III. Usos de la franja de protección de 30 m	Más allá de los 30 m establecidos por la ley como zona de protección alrededor de todos los cursos de agua dulce, ciénagas y lagunas (con sus manglares asociados) se establecerá una zonificación de usos de conservación sobre la base de una cartografía actualizada, considerando las condiciones de los ecosistemas y la normativa ambiental vigente (Ley 64-00)
IV. Manejo de la vegetación	Establecer disposiciones y parámetros especiales para el manejo apropiado de la vegetación (arbustiva y herbácea) en la línea de costa que aseguren que la cobertura vegetal ofrezca espacios de sombreado, drenaje y protección efectiva contra la erosión eólica e hídrica. ⁴
V. Manejo de la iluminación costera	Toda la iluminación costera estará diseñada de acuerdo a las normas internacionales para reducir la vulnerabilidad de las tortugas marinas al cambio climático y desarrollar eventualmente una vertiente de turismo de observación de anidamiento.

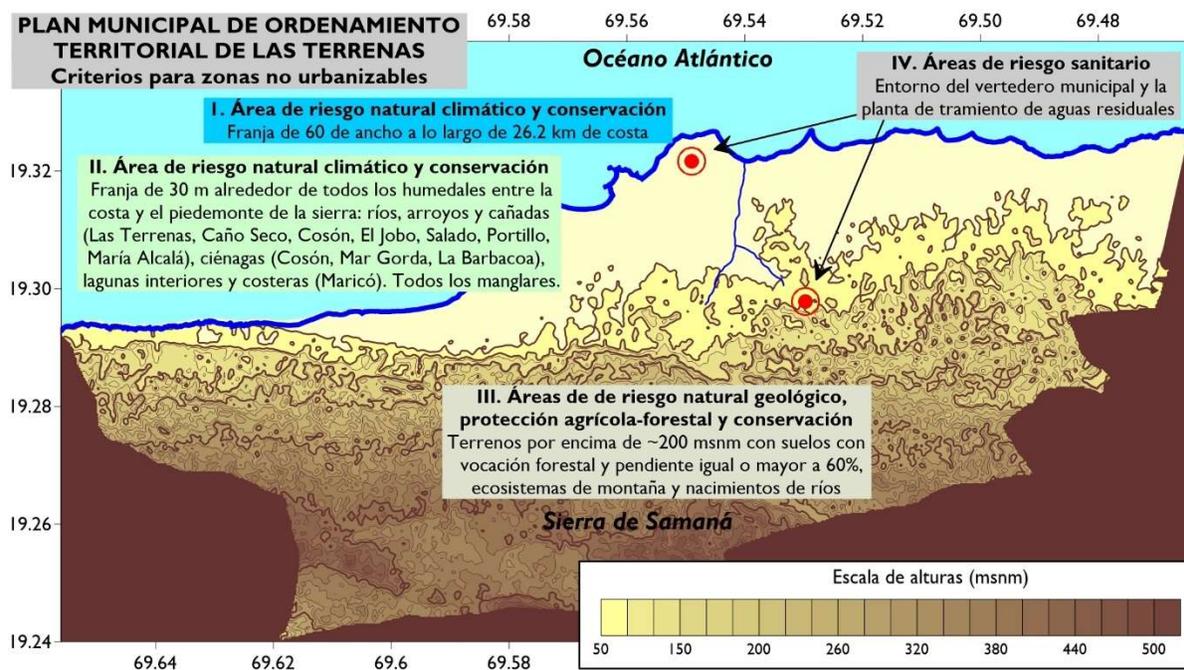


Figura 4. Criterios para zonas no urbanizables sobre el contexto geomorfológico del municipio Las Terrenas.

⁴ La norma debe ir más allá de “preservar la mayor cantidad de árboles existentes posibles” como expresa el POTT, para exigir la evaluación botánica y forestal de la cobertura vegetal existente para tomar las decisiones de manejo fundamentadas acerca de cortes, sustituciones, trasplantes, preservación o reforestación con especies autóctonas o endémicas de Samaná.

3.2. Estrategia 2. Reducir la vulnerabilidad en sitios vulnerables ocupados

Si bien la estrategia anterior propone la creación de zonas no urbanizables en áreas de alta vulnerabilidad, hay que considerar que, en Las Terrenas, producto de los asentamientos informales (p.ej. Barrio El Hospital), la urbanización no planificada y las construcciones sin diseños apropiados de drenaje, existen varias áreas vulnerables a inundaciones que han sido ocupadas y que no pueden ser olvidadas en un plan municipal de adaptación. Por ello, la Estrategia 2 incluye acciones (Tabla 6) para reducir o eliminar el impacto de las amenazas climáticas sobre la población e infraestructura asentada en sitios vulnerables, a través de medidas estructurales (p. ej. tecnologías de manejo y control de inundaciones) y no estructurales (censo de viviendas, sistemas de alerta temprana o planes de contingencia), que contribuyen a reducir la sensibilidad. De manejarse algún reasentamiento se estaría contribuyendo a reducir la exposición, pero esta alternativa requiere tiempo, recursos y coordinación con el Gobierno Central.

Tabla 6. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 2 validadas por el Ayuntamiento de Las Terrenas.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Planeamiento, población, infraestructura y ambiente	2.1. Elaborar proyectos de diseño barrial adaptado a las inundaciones (p. ej. pavimentación dirigida, cunetas y zanjas de conducción o arborización) a través de cambios de la configuración que garanticen el drenaje de las aguas	Zona urbana LT	AMLT, MMA, MITUR, INAPA, COE			X	M
Salud	2.2. Reubicar el Hospital Municipal a un lugar menos vulnerable a inundaciones y de mejor acceso para la población (Figura 5)	Zona urbana LT	AMLT, MMA, MITUR, MISPAC, GC			X	M
Planeamiento, población, infraestructura	2.3. Censar las infraestructuras residenciales y turísticas ubicadas en la ZNU costera para evaluar medidas a corto y mediano plazo, para reducción de la vulnerabilidad.	LT, BO, EP	AMLT, GC, POSC			X	M
Planeamiento, población, infraestructura	2.4. Evaluación de soluciones locales que manejen la capacidad de infiltración del suelo con uso de modernas tecnologías (de biofiltración a pavimentos permeables).	Zona urbana LT	AMLT, MMA, MITUR, INAPA			X	M
Movilidad urbana	2.5. Buscar soluciones a mediano plazo para el espacio de al menos 6 km de vías ya construidas sobre la costa arenosa en la franja de 60 m para atender su impacto sobre la pérdida de la línea de costa (p. ej. estructuras de protección, retiro de edificaciones y vías, alimentación artificial de arena). (ver propuesta de Normativa I).	Zona costera	AMLT, MMA, MITUR, MOPC, INTRANT, SPE				



Figura 5. Izquierda. Situación topográfica del Hospital Municipal (H). Derecha. Inundaciones en el barrio de igual nombre.

3.3. Estrategia 3. Adaptación basada en ecosistemas

Como ya hemos señalado, Las Terrenas tiene un patrimonio natural de importancia (ver apartado 2.5). Considerando el papel que pueden jugar en la adaptación los ecosistemas terrestres, costeros y marinos y sus servicios ecosistémicos (regulación de inundaciones, protección ribereña y costera, alta capacidad de secuestro de carbono, generación y mantenimiento de playas o protección contra el oleaje), la Estrategia 3 ofrece acciones de conservación, restauración y aprovechamiento de los ambientes naturales (Tabla 7) para implementar una estrategia de adaptación basada en ecosistemas, con beneficios colaterales para la biodiversidad y el ecoturismo, y un reenfoque de urbanismo más ligado a la naturaleza.

Tabla 7. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 3 validadas por el Ayuntamiento de Las Terrenas.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Biodiversidad y espacios verdes	3.1. Implementar un plan de restauración ecológica en las cabeceras y riberas de los ríos (plantas ribereñas autóctonas) y la zona costera (plantas del bosque costero), con énfasis en los manglares, a través de acciones dirigidas de limpieza, saneamiento, reforestación y seguimiento.	Municipio	AMLT, MMA, MITUR, POSC			X	M

3.4. Estrategia 4. Reducir sinergias entre impactos climáticos y no climáticos

Como ya se ha fundamentado, los impactos climáticos se ven agravados por impactos no climáticos que tienen su origen en una gestión deficiente de algunos servicios básicos. En Las Terrenas las inundaciones se agravan por la escasa cobertura del sistema de drenaje de aguas pluviales, a lo cual se une la dispersión de los residuos sólidos que obstruye el escaso un drenaje. El mal funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales contamina las reservas de agua del acuífero y agudiza el impacto de un escenario de escasez de agua. Considerando esta problemática, la Estrategia 4 se enfoca en acciones que eviten o ayuden a reducir esta sinergia negativa (Tabla 8). En esta estrategia confluyen el abordaje de riesgos climáticos y la gestión ambiental por lo que tiene importantes cobeneficios para el medio ambiente y para la mejora en los servicios básicos del municipio. Esta estrategia lleva implícita el reforzamiento de la aplicación y el cumplimiento del marco legal ambiental.

Tabla 8. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 4 validadas por el Ayuntamiento de Las Terrenas.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Aguas residuales y ambiente	4.1. Buscar soluciones urgentes a la situación de la planta de tratamiento de aguas residuales que actualmente no funciona e infiltra aguas contaminadas al subsuelo en detrimento de la cuenca subterránea.	LT	AMLT, MMA, MITUR, INAPA, MISPAC		X		C
Residuos sólidos y ambiente	4.2. Implementar un <i>Sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en Las Terrenas</i> (“basura cero”) que atienda la problemática ambiental y ofrezca medidas de adaptación para el sector con una amplia participación institucional y comunitaria ⁵	Municipio	AMLT, MMA, MITUR, MISPAS, SPR, POSC		X	X	M

⁵ El sistema debe estar en línea con la *Política para la gestión integral de residuos sólidos municipales* del Ministerio Ambiente (2014) y sus medidas tendrán el cobeneficio de contribuir a solucionar un serio problema sanitario y reducir las inundaciones relacionadas con la obstrucción del drenaje por la dispersión de residuos sólidos.

3.5. Estrategia 5. Fortalecimiento institucional y sectorial para la adaptación

La falta de coordinación entre instituciones (p. ej. decisiones encontradas en cuanto al uso de un suelo entre el Ayuntamiento y un ministerio), la falta de reconocimiento y respeto a las funciones propias de cada entidad o la asunción por determinados sectores de responsabilidades que no le corresponden, es un serio problema que impide que los problemas de vulnerabilidad sean abordados desde una perspectiva integral y por tanto perjudican la adaptación. Además, esta problemática causa desatención a los servicios básicos con deficiencias que terminan interactuando negativamente con los impactos del clima para agravar sus consecuencias. Esta situación es la que aborda la Estrategia 5, de creación de alianzas y compromisos, y fortalecimiento de instituciones y sectores como parte de una gobernanza participativa, enfocada al crecimiento de la capacidad adaptativa institucional incidiendo definitivamente en la creación de nuevas formas de relación y estructuras organizativas que garanticen que cada entidad juegue el rol que le corresponde en un marco de complementación de funciones y soluciones consensuadas (Tabla 9).

Tabla 9. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 5 validadas por el Ayuntamiento de Las Terrenas.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Gobernanza participativa	5.1. Concentración de esfuerzos e intereses en torno al Ayuntamiento y al Consejo de Desarrollo para lograr una coordinación inter-sectorial e inter-institucional que garantice el reconocimiento y respeto de las funciones de cada entidad y la complementación de funciones para abordar los problemas de vulnerabilidad, la oferta de servicios de calidad, el uso adecuado de los espacios públicos y la protección de los recursos naturales a través de la aplicación/ cumplimiento de la legislación ambiental.	Municipio	AMLT, MMA, MITUR, POSC		X		C

3.6. Estrategia 6. Información e investigación para enfocar la adaptación

La Estrategia 6 contiene acciones para atender las necesidades de información e investigación que requiere el municipio para enfocar la adaptación (Tabla 10). La estrategia apunta hacia al crecimiento de la capacidad adaptativa en lo tecnológico (tecnologías de adaptación disponibles, opciones de control de inundaciones, capacidad técnica, sistemas de alerta temprana o disponibilidad y manejo de información climática). La vulnerabilidad está condicionada por factores climáticos, espaciales y socioeconómicos -históricos y presentes- particulares del territorio que deben ser investigados y conocidos pues la adaptación funciona mejor cuando se basa en criterios técnicos (por ej. una topografía de precisión permite identificar apropiadamente las áreas de inundabilidad y las zonas seguras de urbanización).

Tabla 10. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 6 validadas por el Ayuntamiento de Las Terrenas.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Investigación y educación	6.1. Realizar un levantamiento en detalle de la topografía costera con tecnología LIDAR para apoyar el modelado del impacto del ascenso del nivel del mar por el cambio climático y tomas medidas precisas que permitan, a mediano y corto plazo, planificar y proteger la infraestructura residencial y turística actual y proyectada. ⁶	Municipio	AMLT, MMA, MITUR			X	M

⁶ Esta y otras actividades que se mencionan más adelante (manejo de la iluminación de playa o soluciones ingenieras de infiltración frente a inundaciones) pueden coordinarse con el Ayuntamiento de Miami como parte del programa City Links.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Biodiversidad y espacios verdes	6.2. Realizar un inventario actualizado y cartografiado de todos los ecosistemas acuáticos (cursos de agua, ciénagas, lagos y lagunas con sus sistemas de manglares asociados) del municipio como base para propuestas de Áreas Protegidas Municipales, comenzando por recursos de reconocido valor como la Laguna Maricó, que cuentan con una propuesta de zonificación de usos.	Municipio	AMLT, MMA, MITUR				C
Investigación y educación	6.3. Implementar un estudio técnico de actualización de la topografía urbana con tecnología LIDAR que permita fundamentar acciones para resolver el problema de las inundaciones barriales, enfocadas en la recuperación/ preservación del patrón de drenaje natural del municipio.	Zona urbana LT	AMLT, INAPA, MMA, MITUR			X	M
Investigación y educación	6.4. Diseñar e instalar un sistema de información territorial y ambiental en el ayuntamiento, que pueda recoger y procesar datos e informaciones pertinentes para la toma de decisiones de uso de suelo en la zona terrestre, costera y marina y permita: a) coordinar con las instituciones del gobierno central u organismos internacionales que generan la información, b) identificar vacíos de información para proponer estudios complementarios, c) analizar datos para explicar procesos claves para la planificación municipal (por ejemplo, situación de la cuenca subterránea disponibilidad, usos, niveles de explotación, calidad del agua y salud) o costera (por ejemplo, dinámica de la playa, causas de la erosión, incidencia del oleaje habitual y extremo o la situación actual de los arrecifes coralinos) y d) producir informes para los tomadores de decisión.	Municipio	AMLT (UGAM), MMA, MITUR			X	C

3.7. Estrategia 7. Capacitación y sensibilización para la adaptación

La habilidad de manejar y entender la información climática y una correcta percepción del riesgo son determinantes para aumentar la capacidad adaptativa y reducir la vulnerabilidad a las variaciones del clima. En Las Terrenas, además es muy relevante el papel que juega la educación en el cuidado de los ambientes naturales que ayudarán a una adaptación basada en ecosistemas. La Estrategia 7, propone acciones dentro de un programa integral de capacitación (talleres, charlas y diplomados) para maestros del nivel básico y medio, la incorporación al pensum estudiantil del tema del clima, uso de murales como parte del programa de educación a la ciudadanía y la divulgación de mensajes educación climática a diferentes niveles y acerca de los recursos naturales del municipio y su papel en la adaptación climática (Tabla II).

Tabla II. Medidas de adaptación dentro de la Estrategia 7 validadas por el Ayuntamiento de Las Terrenas.

Sectores y servicios	Medida de adaptación	Área de acción	Responsables	Z	R	P	T
Educación	7.1. Programa de educación sobre ordenamiento territorial, cambio climático, gestión integral de riesgos y papel de los ecosistemas en la adaptación ⁷	Municipio	AMLT, MINERD, CFLT, FMG			X	C

⁷ Capacitación (talleres, charlas y diplomados) para maestros nivel básico y medio, Incorporación al pensum estudiantil el tema de CC, programa de educación a la ciudadanía.

4. CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN

4.1. Creación de un equipo técnico

La adaptación al cambio climático es un proceso complejo y transversal que debe ser emprendido como parte del desarrollo del municipio con el compromiso de una gama de partes interesadas incluyendo el gobierno local, las instituciones públicas y la sociedad civil. En este contexto, el primer paso es la definición de una estructura operativa, un Equipo Técnico Municipal de Cambio Climático (ETMCC) para facilitar la implementación de acciones transversales y sectoriales y vigilar estas acciones como parte de un sistema de monitoreo, evaluación y la actualización. El esquema de la estructura operativa para la implementación corresponde a un enfoque intersectorial, liderado por el Ayuntamiento y la participación de las instituciones públicas y la sociedad civil. La creación de un ETMCC responde al plan de acción para concentrar esfuerzos e intereses en torno al Ayuntamiento y al Consejo de Desarrollo para lograr la coordinación intersectorial e interinstitucional para asegurar el reconocimiento y el respeto de las funciones de cada entidad y la solución de complementación para abordar los problemas de vulnerabilidad, ofreciendo servicios de calidad, protección de los recursos naturales y el uso adecuado de los espacios públicos. Después de la creación de una estructura operacional para la implementación del plan de es necesario desarrollar planes de trabajo operacionales para abordar las acciones de adaptación.

4.2. Tiempo de implementación

De las medidas de adaptación del portafolio el Ayuntamiento considera que doce pueden implementarse a corto plazo, seis a mediano plazo y una a largo plazo. Las medidas que pueden implementarse **a corto plazo** incluyen el establecimiento de las ZNU en las riberas de los ríos, lagunas y la zona costera previa cartografía actualizada de los objetivos de protección. También la ampliación y complementación de esta zonificación con un Plan Regulador Urbano con normativas claras que abarquen todos los aspectos que se pretende proteger con la zonificación (ecosistemas especiales, cobertura vegetal, perfiles de playa o tortugas marinas). A corto plazo, pueden hacerse también las acciones apropiadas para reforzar la coordinación inter-sectorial e inter-institucional que permita empezar a abordar y solucionar con eficiencia los problemas ambientales y las situaciones de riesgo climático y comenzar el programa integral de educación a diferentes niveles sobre ordenamiento territorial, cambio climático y gestión de riesgos. Aunque pueden demandar ciertos recursos, por ser una urgencia sanitaria, hay que resolver a corto plazo la situación de la planta de tratamiento de aguas residuales que actualmente no funciona e infiltra aguas contaminadas al subsuelo en detrimento de la cuenca subterránea. Con la ayuda de instituciones y proyectos el Ayuntamiento puede en poco tiempo diseñar e instalar un sistema de información territorial y ambiental de apoyo al trabajo de la UGAM. A corto plazo hay que atender la reubicación del Hospital Municipal a un lugar menos vulnerable y de mejor acceso para la población.

Las medidas **a mediano plazo** comprenden el censo de infraestructura residencial y turísticas ubicadas en la ZNU costera y los proyectos de diseño barrial adaptado a las inundaciones (p.ej. El Hospital y Centro del Pueblo) que puede verse apoyado con la medida de un presupuesto participativo municipal para la adaptación, con proyectos por sectores y barrios. También puede aprovecharse la experiencia de instituciones municipales y nacionales para organizar un plan de restauración ecológica con la creación de un vivero y un programa de reforestación selectivo que puede apoyarse en la cartografía actualizada para la zonificación que abarcará las cabeceras y riberas de los ríos (siembra de plantas ribereñas autóctonas) y la zona costera (siembra de plantas del bosque costero), con énfasis en los manglares, junto a acciones dirigidas de limpieza, saneamiento, reforestación y seguimiento. A través de la colaboración con el Ayuntamiento de Miami, como parte de las relaciones, creadas en el Programa City Links, se puede canalizar la búsqueda a mediano plazo de soluciones locales a las inundaciones manejando la capacidad de infiltración del suelo (biofiltración a pavimentos permeables) así como el necesario estudio de actualización

de la topografía urbana y costera con tecnología LIDAR. Finalmente, la implementación de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en Las Terrenas que puede ser posible a mediano plazo considerando que es un tema de gran sensibilidad local y el municipio es parte del Programa Dominicana Limpia que ofrecerá asistencia y fondos para dar soluciones definitivas al problema de los residuos sólidos en varios municipios dominicanos. Quedan como acciones **a largo plazo** proyectos que requieren estudios previos y posteriores inversiones en obras como la eliminación, modificación o protección del actual tramo de carretera costera que tiene al menos 6 km sobre la costa arenosa en la franja de 60 m

4.3. Gestión adaptativa

La construcción de la resiliencia climática de Las Terrenas es un proceso continuo. Las condiciones climáticas cambian con el tiempo. Del mismo modo, el municipio es dinámico, creciendo y cambiando de maneras que no pueden ser totalmente anticipadas. Los nuevos desafíos y oportunidades surgen continuamente, las tecnologías avanzan y las prioridades de la comunidad cambian con el tiempo. Además, la implementación de la adaptación puede enfrentar desafíos en la ejecución y las medidas de adaptación al ser puestas en marcha pueden no funcionar como se esperaba. Por estas razones, es necesario vigilar las condiciones y la eficacia de las medidas de adaptación y tomar medidas adicionales para adaptarse a estos cambios y aumentar la resiliencia. La gestión adaptativa es un proceso iterativo por lo que revisar y mejorar las prácticas de adaptación y tener un sistema de toma de decisiones flexible son esenciales para promover sistemas resilientes en un aprendizaje continuo a través del monitoreo.

El proceso de monitoreo, evaluación y manejo adaptativo debe estar dirigido por el ETMCC. Durante la fase de implementación, las medidas de adaptación identificadas en este plan deben someterse a un proceso de seguimiento y evaluación para seguir el progreso y el desempeño y servir de punto de partida para mejorar las prácticas de adaptación. El seguimiento y la evaluación requerirán la definición de indicadores específicos para evaluar el progreso de la aplicación y la eficacia de las medidas de adaptación. A través de esta evaluación, el municipio puede identificar las razones por las que las medidas han sido efectivas o ineficaces e iniciar el proceso de identificación de técnicas para cambiar, complementar o agregar a las medidas en vigor y avanzar continuamente hacia un territorio cada vez con mayor resiliencia.

REFERENCIAS

- Bharath A. K. y R. J. Turner (2009). Impact of climate change on skin cancer. *J R Soc Med.* 102(6): 215–218.
- DGODT (2016). Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial. Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), República Dominicana, 104 pp.
- ICF (2016). Climate Change Adaptation Planning Tool. ICF International Programa de Planificación para la Adaptación Climática, 8 pp.
- ICMA (2017). Fichas técnicas para la adaptación al cambio climático por sectores y servicios. Programa de Planificación para la Adaptación Climática.
- ICMA/ICF/FEDOMU/AMLT (2016). Evaluación de la vulnerabilidad climática del municipio Las Terrenas para el Plan de Ordenamiento Territorial. Asociación Internacional para la Gestión de Ciudades y Municipios, ICF International, Federación Dominicana de Municipios y Ayuntamiento del Municipio Las Terrenas. Programa Planificación para la Adaptación Climática de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Santo Domingo, República Dominicana.
- IPCC (2017) Panel Intergubernamental de cambio Climático. Sitio Web: <http://www.ipcc.ch/ipccreports>
- Ministerio Ambiente (2014). Política para la gestión integral de residuos sólidos municipales (RSM), Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, República Dominicana, 30 pp. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.do/ambienterd/wp-content/uploads/2015/10/Politica-Residuos-Solidos-Municipales.pdf>
- Ministerio Ambiente (2003). Plan de Manejo y Adecuación Ambiental de la Laguna Maricó, Las Terrenas, Samaná. Viceministerio de Gestión Ambiental, Santo Domingo, 50 pp.

MITUR (2012). Resolución 06/2011 que establece el Plan Sectorial de Ordenamiento Territorial Turístico y modifica los parámetros urbanísticos y de construcción para la parte Norte de la Península de Samaná, marzo 26 de 2012, Ministerio de Turismo, 57 pp.

SGN (2017). Informe Surgencia de Arroyo en Las Terrenas, Provincia Samaná. Departamento de Hidrogeología, Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 27 pp.

Tester, Patricia, L Feldman, Rebecca, Nau, Amy, Kibler, Steven y Litaker, Richard. (2010). Ciguatera fish poisoning and sea surface temperatures in the Caribbean Sea and the West Indies. *Toxicon* 56, pp. 698-710.

Apéndice I. Planes, programas y proyectos derivados de las medidas de adaptación en el cual se establecen las propuestas priorizadas para el PMOT o el PMD de Las Terrenas.

Medida	Propuesta
1.1 a 1.4	<i>Plan Regulador de la zona urbana de Las Terrenas.</i> Lograr un instrumento para regular el crecimiento de la zona urbana del municipio, en la cual se definen los linderos, alturas, superficie edificable, índice de impermeabilización, etc.; en atención a los polígonos urbanos definidos en el PMOT.
1.5	<i>Plan de Movilidad Urbana.</i> Organizar los desplazamientos (peatonales y motorizados) de la población y mejorar la articulación vial fuera de la zona costera (respeto a los 60 m) y evaluar soluciones para los 6 km actuales de vías sobre la costa arenosa para su futura recuperación
1.6	<i>Proyecto de conservación y uso ecoturístico de tortugas marinas.</i> Garantizar el anidamiento de hembras, cuidado en la eclosión y liberación de juveniles como parte de una estrategia ecoturística
2.1 y 2.4	<i>Proyectos de manejo de inundaciones en zonas y barrios vulnerables.</i> Diseño barrial adaptado a las inundaciones con pavimentación dirigida, cunetas y zanjas de conducción del agua, arborización y creación de espacios de drenajes (p. ej. El Hospital o Las Terrenas zona urbana) con incorporación de tecnologías modernas (desde bio-filtración a pavimentos permeables) para dar soluciones puntuales
2.2	<i>Proyecto de reubicación del Hospital Municipal.</i> Garantizar la ubicación del centro de servicios de salud en un lugar menos vulnerable y de mejor acceso para la población
2.3.	<i>Proyecto de censo para la adaptación.</i> Censar las infraestructuras residenciales y turísticas ya ubicadas en las ZNU costera para evaluar medidas a corto y mediano plazo, para reducción de la vulnerabilidad.
2.4.	<i>Programa de manejo de inundaciones.</i>
3.1	<i>Programa de restauración ecológica</i> en las cabeceras y riberas de los ríos y la zona costera, con énfasis en los manglares, a través de acciones dirigidas de limpieza, saneamiento, reforestación y seguimiento, bajo un enfoque de integración del circuito verde.
4.2.	<i>Programa de gestión integral de residuos sólidos municipales en Las Terrenas</i> (“basura cero”). Atender la problemática ambiental y ofrezca medidas de adaptación para el sector con una amplia participación institucional y comunitaria
5.1.	<i>Proyecto de levantamiento topográfico con tecnología LIDAR.</i> Lograr una topografía precisa de la zona costera para apoyar el modelado del impacto del ascenso del nivel del mar y el oleaje de tormenta; y de la zona urbana para evaluar las inundaciones enfocada en el patrón de drenaje natural. ⁸
5.2.	<i>Proyecto de inventario y cartografía de ecosistemas.</i> Inventariar y cartografiar todos los ecosistemas acuáticos (manglares, cursos de agua, ciénagas, lagos y lagunas) del municipio como base para propuestas de Áreas Protegidas Municipales.
5.4.	<i>Fortalecimiento de capacidades para la gestión del uso de suelo:</i> entrenamiento al personal del Ayuntamiento, adquisición de hardware, actualización de la municipalidad a las nuevas tecnologías, contratación de personal clave para implementar un sistema de monitoreo y gestión del territorio e instalar un sistema de información territorial y ambiental en el ayuntamiento, que pueda recoger y procesar datos e informaciones pertinentes para la toma de decisiones de uso de suelo en la zona terrestre, costera y marina
7.1	<i>Programa de educación ambiental y climática permanente.</i> Capacitación sobre ordenamiento territorial, cambio climático, gestión integral de riesgos y desastres y papel de los ecosistemas en la adaptación.

⁸ Esta y otras actividades que se mencionan más adelante (manejo de la iluminación de playa o soluciones ingenieras de infiltración frente a inundaciones) pueden coordinarse con el Ayuntamiento de Miami como parte del programa City Links.