



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA

**ICMA**

Leaders at the Core of Better Communities

# Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio Las Terrenas para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal [Documento de trabajo]



Vista de la intersección de la Calle El Carmen esquina Calle Principal en Las Terrenas en noviembre de 2015. Foto de Andrea Vogel.  
Arriba izquierda: Inundación en el mismo sitio en noviembre de 2012. Foto de Las Terrenas Live, cortesía de Sylvain Maufrais.



**FEDOMU**  
FEDERACIÓN DOMINICANA DE MUNICIPIOS



# Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio Las Terrenas para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal

## EQUIPO DE INVESTIGACIÓN, REDACCIÓN Y APOYO

<b>ICMA</b>	<b>ICF</b>	<b>FEDOMU</b>	<b>Ayuntamiento (Equipo técnico)</b>
Alejandro Herrera Moreno Indhira De Jesús Erick Dorrejo Andrea Vogel Andrés Cepeda	Michael Savonis Molly Hellmuth Joanne Potter Angela Wong Tara Hamilton	Dyonis de la Cruz Ángel Mercedes Elaine Guzmán	Argerys Hernández Lourdes Russa Nerys Vanderhorst Patricia Fermín Ramón Frías

Abril 2016.

Esta publicación es el fruto del trabajo conjunto de la Asociación Internacional 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.

## CONTENIDO

### RESUMEN EJECUTIVO

#### 1. INTRODUCCIÓN

#### 2. CONTEXTO MUNICIPAL

##### 2.1. Ubicación, división territorial y población

##### 2.2. Geografía y recursos naturales

##### 2.3. Dinámica económica

#### 3. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO

##### 3.1. Gobernanza participativa

##### 3.2. Uso del suelo

##### 3.3. Servicios municipales

###### 3.3.1. Suministro de agua

###### 3.3.2. Aguas residuales y aguas pluviales

###### 3.3.3. Movilidad urbana

###### 3.3.4. Gestión de residuos sólidos

###### 3.3.5. Electricidad

###### 3.3.6. Salud y seguridad humana

##### 3.4. Turismo y recursos naturales

##### 3.5. Pesca y agricultura

##### 3.6. Educación y capacitación laboral

#### 4. VULNERABILIDADES ASOCIADAS AL CLIMA

##### 4.1. Exposición a las amenazas climáticas

###### 4.1.1. Temperatura

###### 4.1.2. Precipitaciones

###### 4.1.3. Sequías

###### 4.1.4. Frecuencia e intensidad en huracanes

###### 4.1.5. Lluvias extremas, inundaciones ribereñas y deslizamientos de tierra

###### 4.1.6. Aumento del nivel del mar, oleaje y erosión costera

##### 4.2. Impactos climáticos potenciales a servicios y objetivos municipales

###### 4.2.1. Gobernanza participativa

###### 4.2.2. Uso del suelo

###### 4.2.3. Suministro de agua

###### 4.2.4. Aguas residuales y aguas pluviales

###### 4.2.5. Movilidad urbana

###### 4.2.6. Gestión de residuos sólidos

###### 4.2.7. Electricidad

###### 4.2.8. Salud y seguridad humana

###### 4.2.9. Turismo y recursos naturales

###### 4.2.10. Pesca y agricultura

###### 4.2.11. Educación y capacitación laboral

##### 4.3. Capacidad adaptativa

##### 4.4. Panorama general de las vulnerabilidades

#### 5. APLICACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN DE USO DEL SUELO

#### 6. RECOMENDACIONES PARA LOS PRÓXIMOS PASOS

#### 7. REFERENCIAS

## RESUMEN EJECUTIVO

El municipio Las Terrenas se ubica en uno de los polos turísticos más importantes de República Dominicana. Con una economía basada fundamentalmente en el turismo, con importante incidencia de sectores como la pesca y la agricultura, el municipio trabaja por su desarrollo en líneas como gobernabilidad local, desarrollo social, medio ambiente, recursos naturales, uso sostenible del territorio y la garantía de servicios básicos de calidad. Al mismo tiempo, Las Terrenas, es muy vulnerable a la variabilidad y al cambio climático actual y futuro, en particular las precipitaciones intensas e inundaciones en su centro urbano, y el ascenso del nivel del mar y el oleaje de tormenta en su zona costera de playa, lo que resulta en un impacto significativo en los recursos naturales, la infraestructura y la población, esenciales para el desarrollo. La Asociación Internacional de Ciudades y Municipios (ICMA), ICF Internacional, la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU) y el Ayuntamiento de Las Terrenas, auspiciados por el Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), implementan el Programa de Planificación para la Adaptación Climática. El objetivo de este programa es la elaboración de Planes de Ordenamiento Territorial con enfoque de adaptación al cambio climático.

Dentro de este objetivo, la Evaluación de Vulnerabilidad Climática es un paso esencial para identificar las vulnerabilidades presentes y futuras que amenazan su desarrollo frente al cambio climático, a fin de extraer medidas de adaptación que puedan ser utilizadas para la toma de decisiones en la planificación de uso de suelo. Bajo un enfoque de desarrollo, esta evaluación se desarrolla en coordinación con el Equipo Técnico y los Grupos de Trabajo del Ayuntamiento y el aporte de las comunidades, en un proceso participativo diseñado para desarrollar capacidades a todos los niveles. Los componentes de vulnerabilidad (exposición, sensibilidad, y capacidad adaptativa) se describen por separado, con el fin de poner en claro las causas subyacentes de la vulnerabilidad.

En términos de su situación climática actual y futura, la temperatura media anual en Samaná es de 26.2°C y ha venido incrementándose desde 1960 a razón de ~0.1°C por década. Los cambios del relieve, de 0 a más de 500 msnm desde la costa hasta la Sierra de Samaná condiciona un gradiente térmico con valores costeros entre 24 a 26°C, y entre 22 a 24°C, por encima de 125 msnm. Para el 2050 está proyectado que la temperatura promedio anual aumente hasta 1.56°C. El municipio tiene algunos de los promedios de precipitación más altos del país, con un aporte promedio anual de unos 1,924 mm. A mayor altitud, los niveles de lluvia son aún más elevados, variando entre 2000 y 2500 mm. La proyección para la precipitación promedio anual indica reducciones desde el 2030 (-1.2% a -2.3%) al 2050 (-13.7% a -10.9%). No hay sequías registradas en el inventario de desastres para Samaná. El Índice de Precipitación Estandarizada indica la ocurrencia de periodos más secos en el 2000–2001 y 2010 y si bien se espera que la aridez y el déficit anual en la humedad del clima aumente a mediados de siglo debido al incremento en la temperatura, la evapotranspiración potencial y la disminución de las lluvias, los valores del índice de aridez proyectado indican que Las Terrenas aún se considerará húmeda en el futuro. De 1851 al 2014, 22 ciclones o huracanes cruzaron en un radio de 50 km de Las Terrenas, con dos tocando tierra en el municipio, el más reciente el Huracán Jeanne en el 2004. 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. Las proyecciones de ascenso del nivel del mar entre 0.20 a 0.58 m al 2050, con mayores marejadas de tormentas incrementará las inundaciones costeras y la erosión de las playas.

La presente evaluación revela que el territorio es vulnerable a varias amenazas y estresores climáticos: aumento de temperatura, cambios en el patrón de las precipitaciones, sequía, mayor intensidad de eventos extremos con precipitaciones intensas e inundaciones, ascenso del nivel del mar con mayor oleaje de tormenta e inundaciones costeras y erosión. Las lluvias intensas son particularmente relevantes, pues ante tales condiciones la población y la infraestructura urbana es vulnerable a inundaciones fluviales y pluviales, que tienen su causa en las crecidas del Río Las Terrenas y Caño Seco; o 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. Las áreas vulnerables en la ciudad incluyen prácticamente a todos sus barrios con una importante incidencia en el Centro del Pueblo, donde se ubica el área comercial más importante. La vulnerabilidad se incrementa por impactos no-climáticos como la dispersión de residuos sólidos que agrava el problema al obstruir los drenajes.

En la zona costera la población y la infraestructura (urbana y turística) es muy vulnerable ante la entrada de eventos meteorológicos extremos con sus marejadas de tormenta que causan penetración del mar e inundaciones. Las inundaciones y sus consecuencias negativas sobre la población y la infraestructura costera pueden ser mayores en el futuro bajo los escenarios de eventos meteorológicos extremos más intensos con olas de tormenta de mayor alcance por el ascenso del nivel del mar. Se estima que la zona baja de Las Terrenas en riesgo de inundaciones costeras es de alrededor de 19 km<sup>2</sup>, extendiéndose aproximadamente 20.7 km de la costa de Punta Balatá al extremo Este de la frontera municipal. Al menos un 17% de la costa muestra una severa erosión agravada en parte por actividades humanas como construcciones costeras, tráfico vehicular, pérdidas de manglares y extracción de arena, donde la costa se ha desplazado hasta 100 m en algunos lugares (hacia dentro o hacia afuera). Las áreas afectadas incluyen entre Punta Bonita y Caño de Jobo, Punta Bobilanza y entre Calolima y El Anclón. Actualmente se observan áreas con erosiones severas en las playas de varios hoteles: Casablanca, Allegro, Dolce Vita, Casa Nina y Balcones del Atlántico.

Aunque las vulnerabilidades se concentran en la población e infraestructura del espacio urbano y la zona costera, todos los sectores y servicios claves para el funcionamiento del municipio y el logro de sus objetivos estratégicos -en mayor o menor medida- son vulnerables al cambio climático, según revela la evaluación de vulnerabilidad climática que analiza en conjunto: 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, turismo, comercio, agricultura, pesca y turismo.

En términos de capacidad de adaptación muchos de los proyectos y actividades planteados en el Plan Municipal de Desarrollo contribuyen a la adaptación de Las Terrenas al cambio climático. Se cuenta con las instituciones básicas de gestión de riesgos coordinadas con el Ayuntamiento y se cuenta además con actores y organizaciones prominentes de la sociedad civil. El desafío fundamental de cualquier esfuerzo para fortalecer la reducción de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático, es lograr la coordinación y colaboración interinstitucional de los sectores públicos y privados.

Esta evaluación es un punto de partida para que el municipio Las Terrenas pueda explorar cómo los efectos del clima, los impactos no-climáticos, y la capacidad de adaptación contribuyen a la vulnerabilidad actual de sus objetivos de desarrollo, y, además, cómo el cambio climático puede exacerbar estas vulnerabilidades. El análisis y perfeccionamiento de esta evaluación por los planificadores y actores locales ayudará a tomar decisiones acerca de si las medidas de adaptación deben centrarse en la reducción de la exposición, la sensibilidad, y/o en el aumento de la capacidad de adaptación, así como su adecuada inserción en un nuevo modelo de ordenamiento territorial en el camino hacia la meta final de ciudades más resilientes en la República Dominicana.

*“Las Terrenas, un municipio multicultural, educado y seguro, con un desarrollo integral fundamentado en el turismo sostenible, que ofrece una mejor calidad de vida a todos sus municipios y a sus visitantes.”*  
*Plan de Desarrollo Municipal de Las Terrenas*

## I. INTRODUCCIÓN

El municipio Las Terrenas está situado en la zona costera Norte de la Península de Samaná. La ciudad ha experimentado un rápido crecimiento, debido principalmente al aumento de las inversiones turísticas por parte del sector privado, lo cual se ha traducido en un incremento en oportunidades de trabajo asociadas al desarrollo del sector. Aun cuando el municipio ha trabajado por expandir sus servicios conforme a este crecimiento, Las Terrenas exhibe altos índices de pobreza serios problemas ambientales. Los retos de desarrollo que enfrenta Las Terrenas se ven agravados por los impactos climáticos. Las Terrenas es altamente vulnerable a la variabilidad climática presente y futura, particularmente las precipitaciones y la erosión costera, la cual causa impactos en la población, los recursos y la infraestructura. Por otra parte, 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.

La presente evaluación de base identifica las vulnerabilidades presentes y futuras que amenazan las prioridades municipales de desarrollo de Las Terrenas frente al cambio climático, a fin de que pueden ser utilizadas para la toma de decisiones en la planificación de uso de suelo. Las Terrenas es una de las cuatro municipalidades piloto del Programa de Planificación para la Adaptación Climática que, bajo el auspicio de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) está participando en evaluaciones de vulnerabilidad al cambio climático con el apoyo de la Asociación Internacional de Gestión de Ciudades y Municipios (ICMA), la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU) y otros socios implementadores, como ICF International. Estas evaluaciones de vulnerabilidad se desarrollan en coordinación con el Ayuntamiento involucrando un equipo técnico y un grupo de trabajo, con representación de comunidades locales, en un proceso participativo diseñado para desarrollar capacidades a todos los niveles. Las evaluaciones forman parte de un objetivo más amplio para desarrollar un proceso replicable que integre las vulnerabilidades al cambio climático en la planificación de uso del suelo.

El presente reporte<sup>1</sup> se considera un documento de trabajo por cuanto los resultados aquí planteados serán objeto de discusión con los actores locales buscando en este proceso participativo un mayor acercamiento a los impactos climáticos locales que permita análisis cada vez más completos considerando las vulnerabilidades más críticas. Esencialmente, el proceso evaluativo parte de considerar los objetivos municipales desarrollo, analizar cómo estos pueden ser vulnerables al clima presente y futuro; y establece conclusiones acerca de cómo estas vulnerabilidades deben tomarse en cuenta en la planificación del uso del suelo para mejorar la capacidad adaptativa de Las Terrenas. Esta evaluación de vulnerabilidad sigue el marco de desarrollo resiliente ante el cambio climático de USAID (2014) bajo el enfoque del "desarrollo primero", identificando los objetivos de desarrollo municipales, y considerando luego cómo estos son vulnerables a las amenazas y estresores climáticos presentes y futuros. Los componentes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad, y capacidad adaptativa) se describen por separado, con el fin de poner en claro las causas subyacentes de esta vulnerabilidad. Este enfoque permitirá a los planificadores determinar mejor cuales medidas de adaptación serán más efectivas y en cuál de las tres componentes de la vulnerabilidad deben centrarse las acciones de adaptación.

---

<sup>1</sup> Para más información remitimos al documento base de vulnerabilidad de Las Terrenas de ICMA (2015).

## 2. CONTEXTO MUNICIPAL

### 2.1. Ubicación, división territorial y población

Las Terrenas es un municipio perteneciente a la provincia Samaná, que se ubica al Noroeste de la Península de Samaná. Limita al Sur con el municipio Samaná (separado por parte de la Sierra de Samaná); al Oeste con el municipio Sánchez; al Este con el distrito municipal El Limón; mientras que al Norte tiene costa hacia el Océano Atlántico (Figura 1). El municipio cuenta con una zona urbana y cuatro secciones rurales. La zona urbana de Las Terrenas, El Cosón y La Barbacoa son secciones costeras atlánticas, mientras que El Naranjito y El Jamito son secciones de montaña, delimitadas mayormente dentro de la Sierra de Samaná.

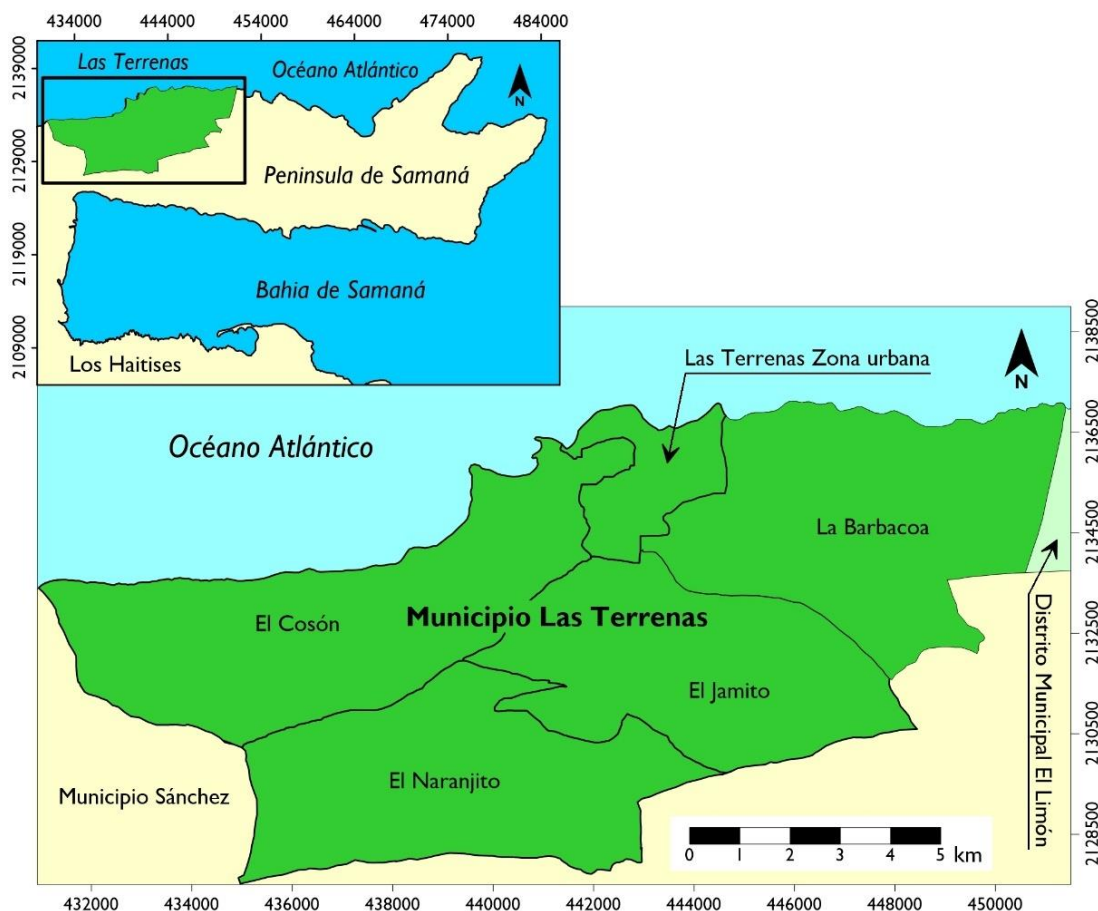


Figura 1. Ubicación del municipio Las Terrenas y sus secciones en el contexto de la región de Samaná. Fuente: ONE (2016).

De acuerdo con datos de ONE (2016), la población de Las Terrenas era de 18,829 en el año 2010, con aproximadamente un 60% de los habitantes concentrados en la zona urbana costera (1931.25 habitantes/km<sup>2</sup>). La población está distribuida en una zona urbana y cuatro secciones rurales, con 26 parajes y barrios (Tabla 1). Entre los años 2002 al 2010, la población creció un 35.8% y está proyectada a incrementarse en 21,500 habitantes para el 2020 (Deverchere, 2011). El porcentaje de personas pobres es alto<sup>2</sup> y es mayor en la zona urbana (90%) comparado con el resto de las secciones (72%).

<sup>2</sup> La pobreza se define por medio de la ponderación de 17 variables relacionadas con las condiciones materiales y de vida de la población (por ejemplo, calidad de los hogares, educación o servicios sanitarios), según MPyD (2014).

Tabla I. Datos de la población por Secciones del Municipio Las Terrenas. Fuente: ONE (2016).

Sección	Parajes/ Barrios	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población	Densidad
Las Terrenas Zona urbana	10	5.76	11,124	1931
El Jamito	4	22.89	2,726	119
La Barbacoa	3	28.16	2,055	73
Los Naranjitos	2	25.08	1,519	61
El Cosón	7	30.00	1,405	47
Municipio Las Terrenas	26	111.90	18,829	168

## 2.2. Geografía y recursos naturales

El municipio está limitado al Sur por la Sierra de Samaná, que alcanza una altitud mayor de 400 msnm. Las elevaciones descienden gradualmente al Norte hacia la costa, formando una estrecha franja entre la base de las montañas y el litoral donde está concentrado el desarrollo urbano. Un 93% del área del municipio Las Terrenas está ubicada en la Cuenca Costera Norte de Samaná. Los cursos de agua municipales incluyen los ríos Las Terrenas y Cosón, y los arroyos Caño Seco, El Jobo, Salado y El Portillo. La hidrología local está fuertemente influida por la geomorfología de la península. Los cursos que desembocan en el Atlántico usualmente son cortos en longitud, pero fluyen con una gran cantidad de agua debido a la contribución del escurrimiento de las montañas. Las aguas se acumulan en el borde de la cordillera antes de fluir hacia el océano. Esta peculiaridad del sistema hidrológico promueve la presencia de pantanos y ciénagas que se extienden entre las elevaciones y el litoral, como se observa en El Cosón, Mar Gorda y La Barbacoa, así como de las lagunas costeras como la Laguna Maricó (Figura 2).

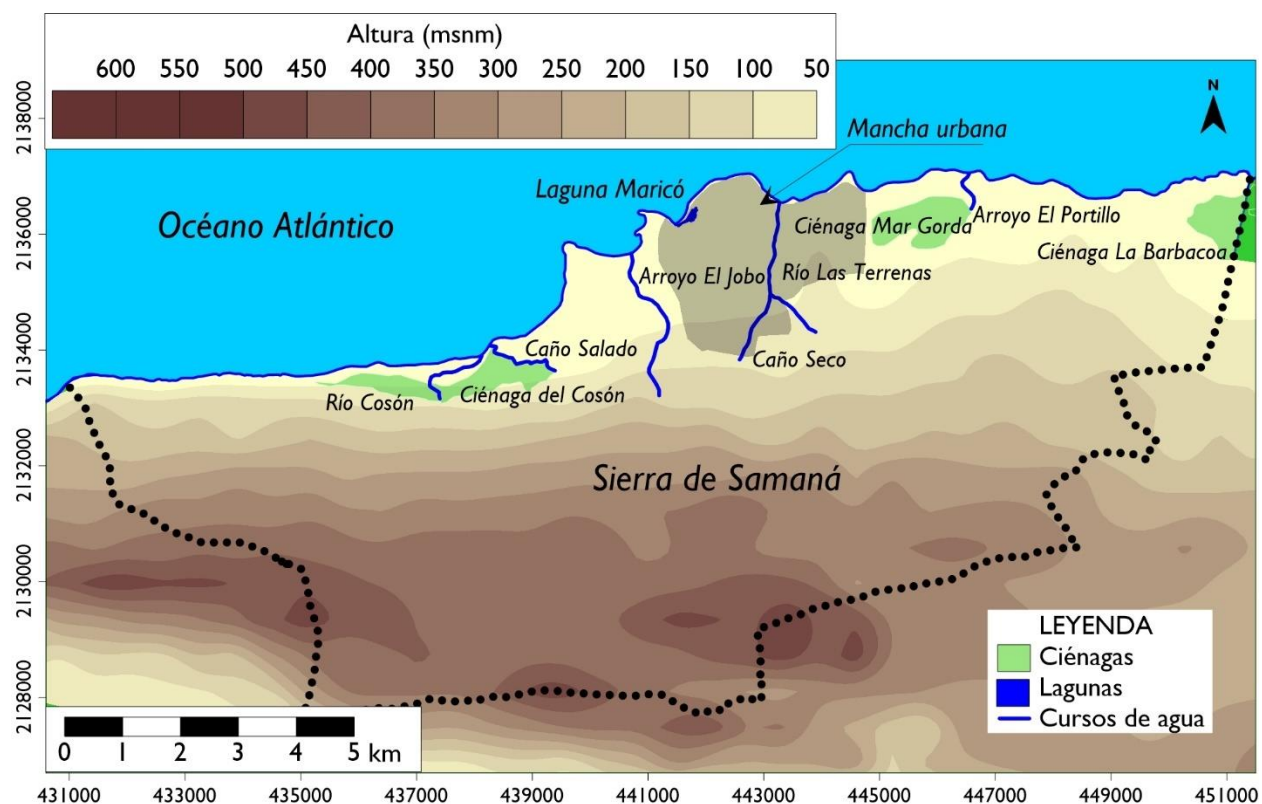


Figura 2. Elementos del sistema hidrológico del municipio Las Terrenas en el contexto geomorfológico. Fuentes: hojas topográficas e información de campo.



El Municipio Las Terrenas tiene importantes recursos de biodiversidad terrestre, costera y marina, esenciales dentro de sus objetivos de desarrollo, especialmente en el sector turístico. Hay reductos de bosques pluviales hacia las montañas, bosques ribereños en los cursos de agua y bosques de drago en los humedales. La costa se extiende aproximadamente por 27 km y es una mezcla de playas arenosas (18 km), costas rocosas (6 km), manglares (únicamente 2 km en La Barbacoa) y desembocaduras de ríos y arroyos (~1 km). La Península de Samaná es hogar de un gran número de especies de flora y fauna terrestres (con gran número de especies endémicas) y marinas (Ministerio Ambiente, 2012). Extensos arrecifes coralinos ocupan la plataforma insular frente a la costa de Las Terrenas (ReefBase, 2016).

### 2.3. Dinámica económica

Los sectores económicos principales del municipio son turismo, pesca y agricultura. La pesca y la agricultura representan actividades económicas tradicionalmente importantes pero el turismo ha ido tomando cada vez más importancia con el Polo Turístico de la Provincia Samaná (Decreto 91-94) y gracias al aumento de accesibilidad tras la construcción del Aeropuerto El Catey y la Carretera desde Santo Domingo. Las estadísticas del Ministerio de Turismo del 2011 indicaban 57 hoteles. Para el 2016, el Portal de Reservas Hoteleras *en línea* reportaba 113 hoteles de varios tipos para Las Terrenas<sup>3</sup> principalmente en la zona urbana y El Cosón. Actualmente, la oferta aumenta con nuevos proyectos, algunos de tipo inmobiliario-turístico. El turismo en Las Terrenas es básicamente de sol y playa, ampliado con actividades recreativas de excursionismo, navegación, pesca deportiva y buceo. El buceo tiene gran demanda y hay más de diez centros que cubren más de 20 sitios de buceo al Norte de la Península de Samaná (Figura 3).

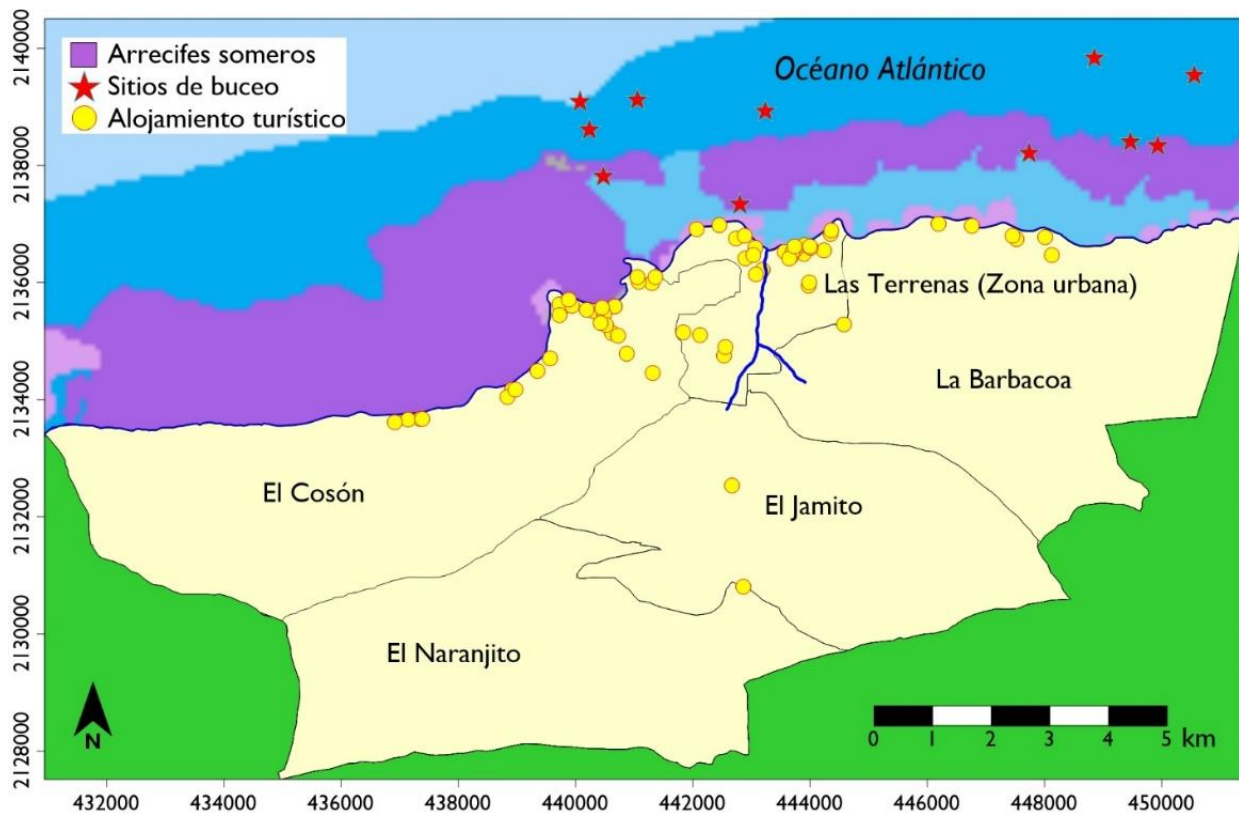


Figura 3. Distribución de los arrecifes someros y ubicación de algunos hoteles y sitios de buceo turístico en el municipio Las Terrenas. Fuentes: ReefBase (2016) y trabajo de campo.

<sup>3</sup> Hoteles en Las Terrenas. Disponible en: <http://www.booking.com/city/do/las-terrenas.es.html>.

### 3. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO

El Plan de Desarrollo Municipal 2013-2016 (FEDOMU, 2013), que se actualiza al presente, plantea seis líneas estratégicas de desarrollo que están directamente relacionadas con una serie de actividades, sectores y servicios claves (Tabla 2) para su implementación y cumplimiento (algunos de los cuales no son gestionados por el Ayuntamiento) Seguidamente se ofrece una síntesis de información de cada uno de estos aspectos con el fin de conocer su situación actual y valorar su grado de sensibilidad climática en el marco del análisis de vulnerabilidad. Dado que cada aspecto será tratado de manera sucinta y enfocado hacia la vulnerabilidad climática, para más información remitimos al documento *Delimitación del Contexto del Municipio Las Terrenas* que realiza el Ayuntamiento de Las Terrenas con el apoyo de ICMA para el futuro Plan de Ordenamiento Municipal Territorial, en el marco del Programa de Planificación para la Adaptación Climática. El cumplimiento de los objetivos tras las líneas estratégicas es crucial en la construcción y mantenimiento de un municipio seguro y próspero que refleje los intereses de sus ciudadanos. Sin embargo, Las Terrenas enfrenta algunos retos para alcanzar estos objetivos, relacionados tanto con situaciones climáticas como con ciertos patrones insostenibles en su desarrollo.

Tabla 2. Líneas Estratégicas del municipio Las Terrenas según su Plan de Desarrollo Municipal 2013-2016 y algunas actividades, sectores y servicios claves relacionados.

Línea	Objetivo	Actividades, sectores y servicios claves*
1	Un municipio fortalecido con un Ayuntamiento transparente y una participación activa de la sociedad civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gobernanza participativa (3.1)</li> </ul>
2	Un municipio ordenado, que promueve el uso armonioso del suelo y de los espacios públicos del territorio municipal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Uso del suelo (3.2)</li> </ul>
3	Un municipio que recibe servicios municipales efectivos, adecuados, incluyentes, sostenibles y mantenidos regularmente	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Servicios municipales (3.3)</li> <li>● Suministro de agua (3.3.1)</li> <li>● Aguas residuales y aguas pluviales (3.3.2)</li> <li>● Movilidad urbana (3.3.3)</li> <li>● Gestión de residuos sólidos (3.3.4)</li> <li>● Electricidad (3.3.5)</li> <li>● Salud y seguridad humana (3.3.6)</li> </ul>
4	Un municipio emprendedor, que disfruta de un desarrollo integral basado en un turismo sostenible	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Turismo y recursos naturales (3.4)</li> <li>● Pesca y agricultura (3.5)</li> </ul>
5	Un municipio seguro, comprometido con la conservación de sus recursos naturales y el cumplimiento de normas de salubridad.	
6	Un municipio de gente educada, que valora su identidad cultural y que cuenta con una fuerza laboral capacitada	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Educación y capacitación laboral (3.6)</li> </ul>

\* Se indica entre paréntesis el número que ocupa el acápite en el texto.

#### 3.1. Gobernanza participativa

El Plan de Desarrollo Municipal se encamina a alcanzar una gestión transparente y participativa, actualizando la estructura organizativa del Ayuntamiento y capacitando al personal, creando nuevos sistemas de contabilidad, haciendo más eficiente su gestión, incluida la de recaudación propia, garantizando el libre de acceso a la información pública, divulgando mejor sus actividades y creando una unidad de asesoría comunitaria para el desarrollo sostenible (FEDOMU, 2013). Sin embargo, superar los intereses particulares y hacer cumplir las normas para proteger el entorno natural continúa siendo un reto ya que el deterioro de las playas, el corte de manglares, las extracciones de arena y los daños a la biodiversidad se combinan para minimizar los éxitos potenciales del desarrollo del turismo. Además, la falta de acuerdo entre las instituciones públicas debilita la búsqueda de soluciones efectivas a los problemas ambientales y sociales, en tal medida que el Equipo Técnico del Ayuntamiento consideró que la falta de coordinación

interinstitucional es uno de los principales factores que contribuyen a la vulnerabilidad. De hecho, cuando se analiza la composición porcentual de los participantes en el Plan de Desarrollo Municipal se observa que un 48% corresponde a asociaciones comunitarias y empresas turísticas. El resto son instituciones del sistema de gestión de riesgos (12.2%), asociaciones gremiales (10%), profesionales (7,8%), centros de educación (6,7%), prensa (5.6%), instituciones religiosas (4.4%) e instituciones públicas (4.4%). Si consideramos que las instituciones públicas, además de estar pobremente representadas, lo estuvieron solo por los Ministerios de la Mujer, Deportes y Turismo, es obvia la ausencia de instituciones claves como el Ministerio de Medio Ambiente o el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados que son responsables directos de controlar y resolver muchos problemas ambientales graves del municipio, como la destrucción de humedales y playas, o la contaminación de los recursos de agua subterránea.

### **3.2. Uso del suelo**

El último estudio nacional de cobertura y uso del suelo (Ministerio Ambiente, 2014) revela que el 55% del municipio Las Terrenas está ocupado por ecosistemas terrestres (bosques y arbustos) y un 4% por ecosistemas acuáticos y costero-marinos (pantanos y manglares). Alrededor del 39% de la tierra es agrícola y cerca de un 2% es área poblada. La expansión urbana ocupaba menos de 0.5 km<sup>2</sup> en el 2000 y para el 2010 se había extendido a más de 1 km<sup>2</sup> (Deverchere, 2011). La Oficina de Planeamiento Urbano del Ayuntamiento realiza varias funciones incluyendo la autorización del uso de suelo. El municipio cuenta con mapas de división política y territorial, y de recursos naturales por polígonos censales, pero aún no ha desarrollado un plan integral del uso del suelo. Recientemente, se aprobó la Resolución 06/2011 sobre el Plan Sectorial de Ordenamiento Territorial Turístico, el Reglamento Normativo para la Zona Norte de la Península de Samaná y el Plan Especial Normativo Las Terrenas, que establece un ordenamiento turístico, presentando los principales usos del suelo de: la zona turística (línea de playa); la zona urbana comercial y residencial, la zona de expansión urbana y la zona rural (MITUR, 2012). Aunque este plan debe ser complementado pues no abarca todos los sectores ni tiene un enfoque de adaptación al clima constituye una referencia necesaria para la formulación de un Plan de Ordenamiento Territorial Municipal.

### **3.3. Servicios municipales**

Un objetivo municipal importante es la provisión de servicios adecuados y efectivos para todos los ciudadanos. Estos servicios fundamentales (algunos de los cuales no son gestionados por el municipio) incluyen suministro de agua potable, saneamiento, transporte, gestión de residuos sólidos y electricidad. Otros servicios importantes para el municipio incluyen el matadero, cementerio y servicios funerarios, parques y espacios públicos, bibliotecas públicas, e instalaciones deportivas y recreativas.

#### **3.3.1. Suministro de agua**

El Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) es responsable del suministro de agua que proviene del Río Cosón. Tanto la toma como el sistema de tratamiento de agua están ubicados en la Sección El Cosón. El sistema de suministro de agua tiene dos tanques de almacenamiento con capacidad de 1,480,000 y 300,000 galones y un sistema de tratamiento con capacidad de 260 litros/segundo. El municipio construyó un acueducto en el 2011, diseñado para dar servicio a unos 45,000 residentes en áreas urbanas y turísticas, así como a los pueblos de Carolina, Abra Grande, Atravesado, El Buen Pan, El Cosón, La Bonita, La Ceiba y La Barbacoa (Ministerio Ambiente, 2012). Sin embargo, el servicio de agua en el municipio es pobre, ya que solo el 20.3% de los hogares reciben agua en sus casas desde la red pública (ONE, 2106) y las tuberías con frecuencia se rompen por la alta presión. Al municipio tiene entre sus metas extender la cobertura del servicio de acueducto, pues varias comunidades actualmente no tienen conexión incluyendo Hoyo del Cacao, La Granja, Come Pan, El Almendro, El Jamito, Los Puentes, Abra Grande, Monte Adentro, El Manantial, La Barbacoa, El Naranjito y Las Guázaras (FEDOMU, 2013).

El acueducto tiene capacidad para abastecer de agua a toda la población, pero son necesarias más instalaciones y algunas de las construidas deben ser actualizadas o reemplazadas.

### **3.3.2. Aguas residuales y aguas pluviales**

El municipio no cuenta con un sistema de drenaje de aguas pluviales. En la actualidad, las calles actúan como canales de drenaje y se inundan durante las lluvias, causando daños a las vías, las calles y las infraestructuras e interrumpiendo los servicios, incluidas las actividades turísticas. A pesar que el municipio cuenta con una nueva planta de tratamiento de aguas residuales las conexiones al sistema son incompletos y no todas las aguas residuales llegan a la planta, que, por otra parte, no funciona adecuadamente por lo que las aguas residuales no son debidamente tratadas y así mismo se descargan a los manglares creando un grave problema sanitario local que amenaza las reservas de agua subterránea. El vertimiento de aguas residuales en los cursos de agua pone en peligro la salud pública, provoca la contaminación y degradación del ecosistema fluvial y marino, especialmente los arrecifes coralinos cuya cobertura ya se ha reducido en algunos sitios (ReefCheck, 2016). Los objetivos del municipio son construir un sistema de drenaje de aguas pluviales en la zona urbana y extender la conexión de cobertura de alcantarillado, pero la atención al problema de contaminación que crea la planta de tratamiento demanda atención urgente por INAPA.

### **3.3.3. Movilidad urbana**

Las principales carreteras de acceso a la ciudad son el Boulevard Turístico del Atlántico; la Autopista Noreste o Autopista Juan Pablo II, la cual conecta con Santo Domingo; Calle Las Terrenas-Sánchez; Calle Nagua- Puerto Plata; y Calle Arenoso-San Francisco de Macorís (FEDOMU, 2013). No existe una entidad municipal que gestione el transporte público, pero si existen servicios que conectan a la ciudad con otras ciudades o pueblos. Dentro de la zona urbana, Duarte y Nuestra Señora del Carmen son las principales calles pavimentadas que conducen a la costa. Hoteles y negocios locales se alinean con las calles costeras 27 de febrero y Coronel Francisco Alberto Caamaño Deño (Figura 4). El Ayuntamiento tiene previsto mejorar la calidad de las vías, desarrollar una red de carreteras para conectar mejor las áreas rurales, invertir en aceras y cunetas en la zona urbana y desarrollar caminos periféricos. También tiene previsto mejorar la gestión del tráfico vehicular y peatonal en la zona urbana colocando señales de tránsito en zonas de alto tráfico, señalizando calles y mejorando el transporte público (FEDOMU, 2013). Al planificar la red de carreteras se debe considerar que las vías cerca de la costa pueden influir en la erosión costera.

### **3.3.4. Gestión de residuos sólidos**

Los residuos sólidos son recolectados por camiones del Ayuntamiento o de pequeños negocios privados (FEDOMU, 2013). El vertedero municipal es al aire libre y está ubicado cerca del Caño María Alcalá. La basura se quema, pero el municipio ha comenzado la compactación durante la recolección en algunas zonas. Los retos para la gestión de residuos sólidos incluyen la cantidad limitada de equipos, la gestión inadecuada del vertedero, la falta de contenedores en algunas zonas de la ciudad, y la falta de conciencia de parte de la comunidad sobre la eliminación apropiada de estos residuos. Aproximadamente el 20.3% de los hogares no contaba con servicios de recolección de basura en el 2010 (ONE, 2016). Las personas queman basura para reducir su volumen, lo cual agudiza la contaminación atmosférica o la basura es depositada en calzadas, calles, arroyos y ríos. La eliminación inadecuada de basura (aproximadamente 21 toneladas/día) y los vertederos improvisados contribuyen a la acumulación de residuos sólidos durante las lluvias, bloqueando el flujo de los ríos Las Terrenas y Caño Seco e incrementando la posibilidad de desbordamiento e inundaciones. El municipio tiene previsto reubicar el vertedero municipal, y expandir y mejorar el sistema de recolección. Las deficiencias en el manejo de residuos sólidos y la falta de conciencia pública para su correcta disposición son problemas serios que enfrenta Las Terrenas, con graves implicaciones ambientales y una sinergia negativa con los eventos climáticos.





Figura 4. Calles en la zona urbana de Las Terrenas. Fuente: <http://www.las-terrenas-live.com/>

### 3.3.5. Electricidad

La energía eléctrica en el municipio es suministrada por la compañía privada Luz y Fuerza y la cobertura del servicio es total. Sin embargo, el desordenado tendido eléctrico aéreo; los postes de luz mal ubicados y en mal estado, en su mayoría en medio de las aceras; así como el elevado costo de la energía eléctrica, son factores que afectan negativamente al municipio (FEDOMU, 2013). Las altas tarifas eléctricas han resultado en protestas en el pasado, incluyendo una protesta de gran escala en el 2014 que condujo a 2 muertes, y el colapso (debido a vandalismo) de más de 20 postes de líneas eléctricas (Dominican Today, 2014). Este evento condujo a la disminución del turismo, y apagones durante más de cinco días en algunas zonas. En septiembre de 2015 las tarifas eléctricas de Las Terrenas disminuyeron considerablemente debido al apoyo del gobierno en una interconexión al Sistema Eléctrico Nacional Interconectado SENI (Las Terrenas Live, 2015). El municipio tiene planificado trabajar con compañías privadas para mejorar la iluminación urbana con el fin de ofrecer mejores servicios y presentar una mejor imagen a los visitantes.

### 3.3.6. Salud y seguridad humana

En términos de salud las principales causas de hospitalización incluyen accidentes de tránsito, infecciones respiratorias agudas, infecciones urinarias e intestinales, diarrea aguda, dolor abdominal, dengue, enfermedades intestinales producidas por ameba e hipertensión. El Hospital público de Las Terrenas está ubicado en el centro de la zona urbana, y hay varios hospitales y centros de salud privados.<sup>4</sup> Sin embargo, el municipio carece de servicios hospitalarios adecuados, centros de atención primaria y farmacias locales, así como proveedores de salud calificados; lo cual es particularmente preocupante durante la temporada alta turística. Las principales preocupaciones en relación con la seguridad ciudadana incluyen el tráfico de

<sup>4</sup> Ministerio de Salud Pública. Buscador de Centros de Salud. Disponible en: <http://www.sespas.gov.do/cs01>.

drogas, robos y atracos, crimen organizado, control limitado de la migración y la vulnerabilidad de ciertas zonas a derrumbes e inundaciones. Las Terrenas están sujeta a desastres como terremotos, maremotos, huracanes y ciclones. Los impactos de salud y seguridad de estos desastres incluyen pérdida de viviendas, daños y pérdidas a servicios e infraestructuras fundamentales como las telecomunicaciones, y el aumento de los casos de lesiones y enfermedades, entre muchas otras. El municipio es atendido por la Policía Municipal, Cuerpo de Bomberos, Defensa Civil y la Cruz Roja Dominicana, pero los retos en garantizar la seguridad incluyen la falta de personal capacitado, equipos y entrenamientos adecuados. El Plan Sectorial de Ordenamiento Territorial Turístico (MITUR, 2012) plantea la necesidad de mejorar la seguridad policial y pública y sugiere el desarrollo de un programa de sensibilización a la comunidad en la prevención del crimen. También plantea la creación de un Comité Municipal para la Prevención, Mitigación y Respuesta a Desastres; la implementación de un programa de sensibilización ambiental de la comunidad, mejora los servicios médicos y la infraestructura; y el desarrollo de una coordinación interinstitucional para cumplir las normas de higiene y de calidad ambiental (MITUR, 2012).

### 3.4. Turismo y recursos naturales

Un objetivo municipal clave presente en el Plan de Desarrollo Municipal (FEDOMU, 2013) y en la propuesta del Plan Sectorial de Ordenamiento Territorial Turístico es fomentar un espíritu emprendedor y un desarrollo integral basado en prácticas turísticas sostenibles, aprovechando los espacios naturales atractivos y accesibles de la región (MITUR, 2012). Los servicios de los ecosistemas (playas, ciénagas, bosques, manglares y arrecifes) son esenciales para desarrollar servicios orientados al turismo, así como fortalecer la capacidad adaptativa del territorio. Las playas están siendo afectadas por prácticas turísticas no sostenibles incluyendo la contaminación, la circulación de vehículos en la playa y la construcción de estructuras dentro de los 60 m, en violación de la Ley 64-00. Tales construcciones han alterado la dinámica natural de la playa promoviendo problemas de erosión, aumentando la presión sobre los ecosistemas costeros. Por otra parte, el desarrollo continuo a lo largo de la costa está contribuyendo a la modificación de todo el sistema costero. Son necesarias regulaciones concernientes al desarrollo y uso de las playas, así como para calles peatonales públicas y servicios óptimos en las zonas costeras (Reyes y Mises 2014).

Partes importantes de los manglares y otros bosques costeros han sido talados para el desarrollo de la infraestructura turística. Estos bosques juegan un papel crucial en el mantenimiento de los procesos ecológicos en los ecosistemas terrestres y marinos circundantes, incluyendo el mantenimiento de las poblaciones de peces arrecifales (Foto 1). La tala de manglares también ha dado lugar a la sedimentación de los arrecifes causando su degradación y mortalidad. La desecación de las ciénagas también está reduciendo la capacidad del ecosistema para servir como una barrera natural contra las inundaciones. La deforestación de la vegetación costera y la extracción ilegal de arena están contribuyendo a la pérdida de las playas. Las prácticas sin control de pesca y buceo están impactando el ecosistema marino, particularmente los arrecifes coralinos y los servicios que este ecosistema provee. El incremento de la pesca para satisfacer las altas demandas ha incrementado las prácticas pesqueras insostenibles (tales como artes de pesca de redes de pequeño tamaño de malla, incumplimiento del tamaño mínimo de captura o no respeto a las épocas de veda), que tienen consecuencias ecológicas de largo alcance. Asimismo, la eliminación selectiva de especies claves de las comunidades de arrecifes (como los peces herbívoros) tiene una reacción en cadena adversa en el ecosistema al permitir la proliferación de las algas, lo cual es agravado por la contaminación de los ríos que introduce altas cargas de nutrientes que incentivan el crecimiento de las algas. La implementación de estrategias a corto plazo que protejan estos recursos naturales es una necesidad crucial. Por lo tanto, el Ayuntamiento tiene entre sus metas una redefinición de lo que localmente se considera el "turismo sostenible" con el apoyo de la comunidad; imponiendo sobre los modelos actuales la conservación de manglares y su reforestación en la desembocadura de ríos y la construcción de un muelle turístico que imponga orden a las excursiones en barco, buceo y pesca.



Foto 1. Manglares en La Barbacoa. Fuente: ICMA.

### 3.5. Pesca y agricultura

La pesca y la agricultura representan actividades económicas tradicionalmente importantes. Sin embargo, si bien la extensión y variedad de ecosistemas costeros y marinos garantizan una alta diversidad y productividad pesquera, la escasa superficie de tierras con alta capacidad productiva (solo un 18% del municipio) no garantiza el desarrollo de la agricultura. La pesca costera y de alta mar sigue siendo un sector clave, expandido ahora en función del turismo para abastecer hoteles y restaurantes con productos pesqueros, o para apoyar la pesca deportiva. Existe un sitio de desembarco en la Playa Las Terrenas donde se comercializan productos de la pesca municipal y provincial (Foto 2). Los recursos pesqueros incluyen más de 80 especies de peces y mariscos. Especies de langosta, chillo, mero, dorado y atún, están entre los más valiosos comercialmente. En la agricultura, si bien las fincas de coco dieron cierta base a la economía agrícola, actualmente ésta es de subsistencia con cultivos de viandas y vegetales. Los productos agrícolas son vendidos principalmente en Santo Domingo (FEDOMU, 2013).

### 3.6. Educación y capacitación laboral

El Municipio se está esforzando en desarrollar una ciudadanía informada y educada que valora su identidad cultural y que tenga la calificación apropiada para la demanda laboral del territorio. El municipio planea mejorar las escuelas públicas e invertir en la formación de profesores, y construir un centro de formación técnica para las vocaciones en turismo, incluyendo la gastronomía y la hostelería. Hay trece colegios públicos y dos privados en Las Terrenas, de los cuales muchos están ubicados en la zona urbana costera.<sup>5</sup> En el 2010, 1,386 personas mayores de 5 años no habían recibido ningún tipo de educación formal; 1,134 habían recibido solo una educación inicial; 8,058 completaron la escuela primaria; 4,773 terminaron la escuela secundaria; y 1,441 habían obtenido un grado universitario. En 2010, aproximadamente el 12.9% de la población mayor de 15 años era analfabeta (ONE, 2016).

---

<sup>5</sup> Ministerio de Educación. Centros Educativos GIS. <http://apps.see.gob.do/MapsMINERD/Default.aspx>.



Foto 2. Actividades en el sitio de desembarco de la Playa Las Terrenas. Fuente: ICMA.

#### 4. VULNERABILIDADES RELACIONADAS AL CLIMA

El cambio climático puede tener impactos significativos en los sectores municipales de desarrollo, los servicios y la población, que obstaculizan los esfuerzos para lograr los objetivos de las líneas estratégicas. El planeamiento municipal de Las Terrenas puede beneficiarse de una mejor comprensión de las vulnerabilidades climáticas de los sectores económicos, los servicios y la población; que si se abordan en forma apropiada pueden mejorar la resiliencia de las estrategias y las inversiones municipales. Siguiendo las definiciones de IPCC (2013; 2014), las vulnerabilidades relacionadas con el clima se pueden dividir en tres componentes: a) el nivel de exposición a factores de estrés y riesgo climáticos, b) las sensibilidades e impactos potenciales de los factores de estrés y riesgos relacionados con el cambio climático y c) la capacidad de adaptación para manejar estos problemas (Cuadro 1). La vulnerabilidad climática es la propensión a ser afectados negativamente por factores de estrés climático. Este concepto reconoce el potencial de las personas o instituciones para reducir los efectos del cambio climático mediante acciones destinadas a reducir la exposición y/o sensibilidad, o a aumentar la capacidad de adaptación.



Cuadro 1. Componentes de la vulnerabilidad: la exposición y sensibilidad combinadas indican el impacto potencial, mientras que el impacto potencial y la capacidad de adaptación indican vulnerabilidades.

La exposición es la presencia de personas, bienes, especies o ecosistemas, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales y culturales en lugares donde podrían ser afectados adversamente. Estos factores de estrés y riesgo climáticos incluyen variables y fenómenos hidrometeorológicos con potencial para causar daño a la salud humana, los medios de vida y los sistemas naturales. En este análisis los factores de estrés climático -presentes y futuros- incluyen precipitaciones,



temperaturas extremas, sequía, inundaciones, tormentas tropicales, erosión y deslizamientos de tierra. La sensibilidad consiste en el grado en que un sistema, activos o especies se verán afectados, positiva o negativamente, si se exponen a un factor de estrés climático. El efecto puede ser directo (por ejemplo, cambios en el rendimiento de un cultivo en respuesta a cambios de temperatura) o indirectos (por ejemplo, daños causados por inundaciones por precipitaciones intensas). Cuanto más sensible es el activo, recurso o población a uno o más factores de estrés climático, más vulnerable tiende a ser. Por ejemplo, una carretera mal construida tiende a ser más sensible a las inundaciones que otra realizada con un drenaje adecuado. En conjunto, la exposición y la sensibilidad determinan el posible impacto que el clima y los factores de estrés no climáticos tendrán sobre activos, infraestructuras o poblaciones de interés para los servicios municipales y los sectores económicos.

El potencial de daño por el cambio climático puede ser minimizado mediante la reducción de la exposición y la sensibilidad, lo que se conoce como capacidad adaptativa, que alude a la capacidad de emprender acciones para reducir los impactos adversos o para explotar las oportunidades beneficiosas de los extremos climáticos actuales como las sequías, las precipitaciones intensas, tormentas y olas de calor, así como los efectos del cambio climático a largo plazo. Las capacidades adaptativas de los individuos, las familias y las organizaciones o los municipios, varían en función de su acceso a la información, la propiedad o el acceso a los recursos, las habilidades de las personas y la capacidad de evaluar las cuestiones climáticas y tomar decisiones informadas. La capacidad de adaptación se puede aumentar no sólo mediante la adopción de medidas de preparación y adaptación a los factores de estrés climático, sino también con la promoción del crecimiento del PIB, la implementación de reformas políticas, el emprendimiento de acciones de desarrollo y el fortalecimiento de la gobernanza participativa. La vulnerabilidad climática representa el potencial de consecuencias donde cualquier elemento de valor humano (incluyendo la propia vida humana) está en juego y donde el resultado es incierto. En su conjunto, la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa de las personas, los bienes y los sistemas representan la vulnerabilidad. Comprender cada componente permite a los planificadores determinar mejor qué medidas de adaptación serán más eficaces, y si las adaptaciones deberían enfocarse a reducir la exposición, la sensibilidad o a aumentar la capacidad de adaptación.

En esta sección se analiza hasta qué punto los objetivos municipales y los factores subyacentes que los apoyan (incluidas población e infraestructura) pueden ser afectados o ser incapaces de hacer frente a un factor de estrés climático. Esto implica el análisis individual y general de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación. En primer lugar, se proporciona información que permite mejorar la comprensión de la exposición a potenciales factores de estrés climático, presentes o futuros. En segundo lugar, se evalúan los posibles impactos, actuales y futuros, de los factores de estrés climático sobre los objetivos de desarrollo, en función de la sensibilidad de la población y bienes expuestos. El tercer paso considera la capacidad de adaptación que le permita mitigar o evitar estos impactos. Finalmente, se evalúa la vulnerabilidad general en función de la combinación de sus componentes.

#### **4.1 Exposición a las amenazas climáticas**

A modo de introducción podemos decir que la temperatura promedio anual, mínima y máxima, y la frecuencia de días y noches calurosas, han aumentado en el municipio Las Terrenas. Para el año 2050, el promedio de temperatura anual está proyectado a incrementar a 1.1°C a 1.6°C. Las Terrenas experimenta un promedio de precipitación anual de 1,924 mm, con una variación anual fuertemente influida por los episodios de El Niño (condiciones más secas) y La Niña (condiciones más húmedas). La precipitación promedio anual está proyectada a disminuir para mediados de siglo de -10.9 a -13.7%. Históricamente, la ocurrencia de tormentas tropicales ha contribuido significativamente al total de precipitaciones anuales y a pesar de que su total puede disminuir Las inundaciones ribereñas han ocurrido con frecuencia en los últimos diez años como resultado de eventos de precipitación moderados y fuertes. La proporción de

eventos extremos y fuertes de precipitaciones está proyectada a tener un ligero incremento para mediados de siglo. La tasa media de aumento del nivel de mar en el Caribe durante los últimos 60 años fue ~1.8 mm/año. El área actual de Las Terrenas en riesgo de inundación costera es de unos 19 km<sup>2</sup>, e incluye la zona urbana baja. El nivel global del mar está proyectado a elevarse de 0.20 a 0.58 m a mediados de siglo, incrementando la altura de oleajes, la extensión de las inundaciones y la magnitud de la erosión.

Las secciones siguientes describen las características presentes y futuras de cada uno de dichos riesgos climáticos en el municipio Las Terrenas. Esta sección se enfoca en la exposición (Cuadro 2) y describe los fenómenos que afectan las condiciones del tiempo y el clima de Las Terrenas, comenzando con un resumen de las condiciones históricas y las tendencias actuales y futuras, seguido de un resumen de las proyecciones del cambio climático para el año 2030 y hacia mediados de siglo (Cuadro 3). Además, esta sección se centra en los factores de estrés climático que pueden conducir a impactos en el desarrollo, tales como temperatura y precipitaciones extremas, huracanes e inundaciones asociadas, sequía, marejadas de tormenta, erosión costera y deslizamientos de tierra. Estos factores son consistentes con los identificados como principales riesgos climáticos en los talleres con el Equipo Técnico del Ayuntamiento y lo planteado en el Plan de Desarrollo Municipal de Las Terrenas (FEDOMU, 2013).



Cuadro 2. Componentes de la vulnerabilidad: la exposición.

**Cuadro 3. ESCENARIOS CLIMÁTICOS, MODELOS Y ESCENARIOS DE EMISIONES.** Para responder a las amenazas generadas por el cambio climático, necesitamos conocer cuáles serán realmente los cambios que se generarán en el clima, en qué tiempo y en qué espacio geográfico. Este desafío científico se ha enfrentado mediante la creación de **escenarios climáticos**. Los escenarios climáticos son el resultado de varios procesos de recolección, creación, perfeccionamiento y elaboración de datos, para ser introducidos en **modelos climáticos o de circulación general** que permiten simular las condiciones de la atmósfera y océanos de la Tierra y hacer proyecciones del clima futuro para diferentes años (por ejemplo, al 2030 y 2050), sobre la base del comportamiento de los datos históricos y actuales. Para esta modelación es necesario hacer ciertas asunciones acerca de cuál será el comportamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero (que son en definitiva las causantes del calentamiento global) en el futuro y a ello hacen referencia los **escenarios de emisiones**. Estos escenarios son generados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, órgano científico de las Naciones Unidas, compuesto por expertos en cambio climático de todo el mundo. Los escenarios de emisiones se refieren a la cantidad esperada de emisiones humanas de GEI a la atmósfera. Son escenarios que modelan las emisiones futuras en base a distintos patrones de desarrollo social, económico, político y tecnológico, por lo que los resultados varían según se escoja un escenario “optimista” de bajas emisiones (RCP4.5 y SRES B) o uno escenario “pesimista” de altas emisiones (RCP8.5 y SRES A2) según IPCC (2007; 2014). Los modelos representan la mejor herramienta actual para la predicción de las condiciones posibles del clima futuro. Su precisión crece cada año, pero su naturaleza estadística y de modelación hace que los escenarios climáticos que de ellos se generan tengan siempre cierta incertidumbre por lo que se suele hablar de un nivel bajo o alto de confianza en los resultados.

#### 4.1.1. Temperatura

*Situación actual de la temperatura.* Los cambios del relieve, de 0 a más de 500 msnm desde la costa hasta las alturas de la Sierra de Samaná condiciona un gradiente térmico con valores costeros en el intervalo de 24 a 26°C y entre 22 a 24°C, por encima de 125 msnm (JICA/ONAMET, 2004). Los datos de las Estaciones Meteorológicas muestran promedios anuales de 25.7°C en Nagua; 25,9°C en Arroyo Barril; 26.2°C en Samaná y 26.7°C Sánchez. Estacionalmente, la temperatura en la costa varía entre 22 a 24°C en invierno y entre 26 a 28°C en verano. A mayor altura, la estacionalidad parece ser menos marcada con valores entre 20 a 22°C en invierno y entre 22 a 24°C en verano. A lo largo de República Dominicana, la media

anual de temperatura aumentó aproximadamente  $0.45^{\circ}\text{C}$  de 1960 a 2003 (McSweeney *et al.* 2012) y a una velocidad promedio de  $\sim 0.1^{\circ}\text{C}$  por década en Las Terrenas (Climate Wizard, 2016). Este calentamiento ha sido más rápido en enero y febrero. Además, la frecuencia de días y noches calurosas ha aumentado significativamente desde 1960. El promedio del número de "días calurosos"<sup>6</sup> por año aumentó en 63 (17.4% más días) entre 1960 y 2003 (McSweeney *et al.* 2012).

*Situación futura de la temperatura.* Para el 2030, según escenarios de emisiones bajas y altas, está proyectado que el promedio anual de temperatura se incremente en  $0.7^{\circ}\text{C}$  y  $0.8^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Para mediados de siglo, está proyectado que el promedio anual aumente de  $1.13^{\circ}\text{C}$  a  $1.56^{\circ}\text{C}$  para los escenarios bajos y altos, respectivamente. La magnitud del cambio anual en las temperaturas mínimas y máximas es similar a los cambios proyectados para el promedio anual. A mediados de siglo está proyectado que las temperaturas anuales más calurosas aumenten en  $1.5^{\circ}\text{C}$  y  $1.8^{\circ}\text{C}$  para los escenarios de emisiones bajas y altas, con una alta confianza en las proyecciones (Climate Wizard, 2016).

#### 4.1.2. Precipitaciones

*Situación actual de las precipitaciones.* El municipio Las Terrenas tiene algunos de los promedios de precipitación más altos del país, con un aporte promedio anual de aproximadamente 1,924 mm (datos del enrejado de WorldClim para el período 1950-2000). La distribución de precipitación de Las Terrenas según Wordclim (2016) se muestra en la Figura 5 en conjunto con datos de estaciones locales cercanas, en altitudes similares. A mayor altitud, los niveles de lluvia son aún más elevados, variando entre 2000 y 2500 mm (JICA/ONAMET, 2004). La precipitación mensual está distribuida desigualmente, con picos en mayo y noviembre, y pocas lluvias en febrero. La precipitación en República Dominicana muestra una fuerte variabilidad inter-anual y por décadas. La variabilidad interanual está fuertemente influida por El Fenómeno del Niño/Oscilación Sur (ENSO) que normalmente trae condiciones más secas entre junio y agosto, y los episodios del Fenómeno de La Niña que trae condiciones más húmedas. El análisis de la media anual de precipitación sobre República Dominicana indicó una disminución de 5 mm por año (4.5%) por década desde el año 1960. Este descenso es debido principalmente a la disminución de las precipitaciones en los meses de junio a noviembre (McSweeney *et al.*, 2012).

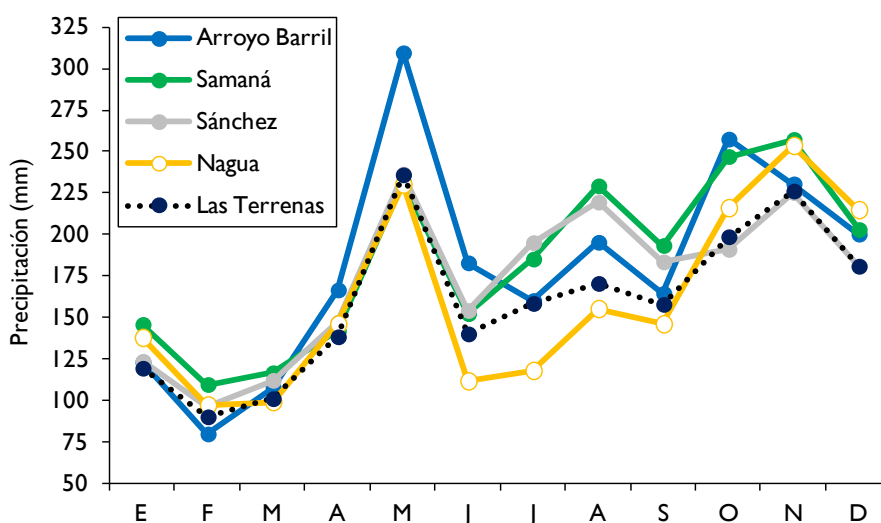


Figura 5. Variación estacional de la precipitación mensual estimada para Las Terrenas según datos de WorldClim (2016) para el período 1950–2000 y de las Estaciones Meteorológicas cercanas de ONAMET (2016).

<sup>6</sup>Se define por la temperatura excedida en el 10% de los días en el clima actual para la región y temporada.

*Situación futura de las precipitaciones.* Generalmente, los escenarios de emisiones bajas y altas indican una mayor confianza hacia la proyección de reducciones en la precipitación anual media, particularmente de junio hasta octubre. La proyección para la precipitación promedio anual indica reducciones desde el 2030 (-1.2% a -2.3%) hasta mediados del siglo (-13.7% a -10.9%), con leves aumentos de precipitaciones en noviembre y diciembre, para escenarios de emisiones bajas y altas. El número de días con "lluvias extremas" está proyectado a disminuir en los meses de verano y aumentar ligeramente en septiembre y noviembre (Climate Wizard, 2016). Se aclara que los aumentos potenciales proyectados en verano asociados con actividad de tormentas tropicales, que no son captados en las proyecciones de los Modelos Globales del Clima, pueden contrarrestar las disminuciones en precipitación proyectadas (IPCC, 2013).

### 4.1.3. Sequías

*Situación actual de la sequía.* No hay sequías registradas en el inventario de desastres para la Península de Samaná (DESINVENTAR, 2016). La sequía no se percibió como un riesgo crítico relacionado al clima para el municipio ni por el Equipo Técnico ni por el Plan Municipal de Desarrollo. Sin embargo, un análisis del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI)<sup>7</sup> con datos de la precipitación de la Estación de Samaná, en comparación con los otros tres sitios pilotos del Programa de Planificación para la Adaptación Climática (Bourne et al., 2016) indica la ocurrencia de periodos más secos en el 2000–2001 y 2010 (Figura 6).

*Situación futura de la sequía.* Se espera que la aridez y el déficit anual en la humedad del clima aumente en Las Terrenas en ambos escenarios de emisiones altas y bajas, a mediados de siglo debido al incremento en la temperatura, la evapotranspiración potencial y la disminución de las lluvias. Sin embargo, los valores del índice de aridez (AI) proyectado indican que Las Terrenas aún se considerará húmeda en el futuro. Anualmente, el número de días secos consecutivos está proyectado a incrementar, aunque la confianza en estas proyecciones es baja (Climate Wizard, 2016).

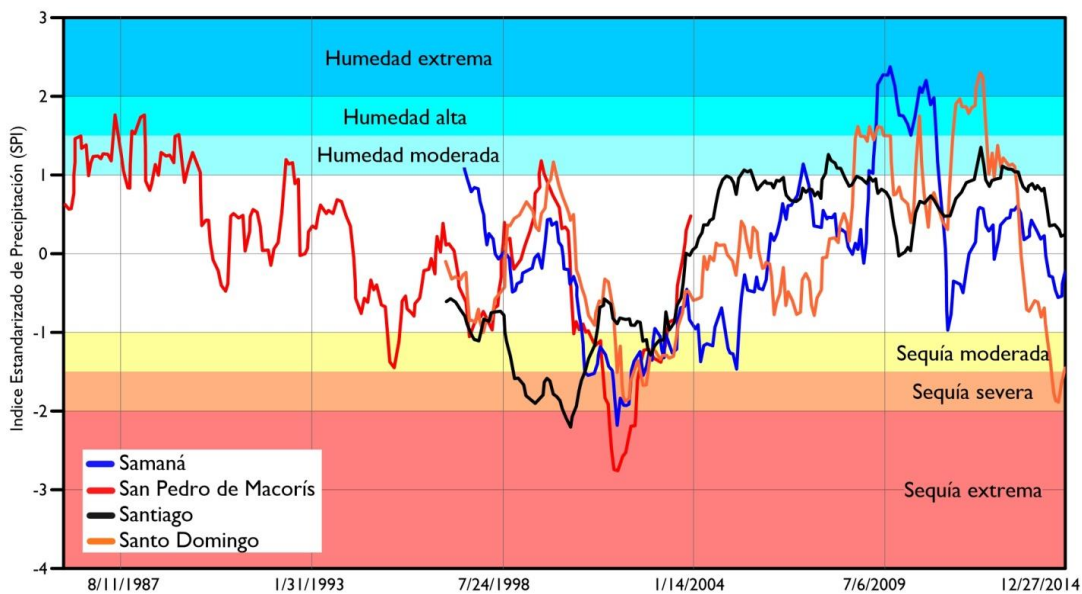


Figura 6. Variación comparativa del índice estandarizado de precipitación (SPI) para 24 meses, usando la herramienta del Centro Nacional de Mitigación de Sequía con datos de las Estaciones Meteorológicas de Samaná, Santiago y Santo Domingo (1996-2014) y San Pedro (1982-2003). Fuente: Bourne et al. (2016).

<sup>7</sup> El índice se refiere a la escasez de precipitaciones que es una medida fundamental, intuitiva de la sequía, quizá la descripción más básica. Se recomiendan 30 años de datos para el análisis por lo que estos resultados, con solo 20 años de datos y valores perdidos, deben interpretarse con cautela (Ver NCAR, 2016).



#### 4.1.4. Frecuencia e intensidad en huracanes

*Situación actual de la frecuencia e intensidad de huracanes.* La frecuencia de entrada de ciclones y huracanes en el país varía con un promedio de uno cada dos años, puede ocurrir en una frecuencia de dos por año, e incluso ha habido periodos de inactividad de cinco a diez años (USAID, 2013). Ocurren principalmente en agosto, septiembre y octubre; con mayor intensidad en la región Sureste y Suroeste. Un análisis interanual de la variabilidad de huracanes muestra un incremento en la probabilidad de entradas para todo el Caribe durante los años del Fenómeno de La Niña y una disminución en los años de El Niño, con una relación de más de 3:1 entradas de huracanes entre los dos periodos, por temporada. Las fuertes lluvias asociadas con tormentas tropicales pueden contribuir de manera significativa a las precipitaciones totales (especialmente de agosto a septiembre). De 1851 al 2014, 22 ciclones o huracanes cruzaron en un radio de 50 km de Las Terrenas, con dos tocando tierra en el municipio (Figura 7). El más reciente fue el Huracán Jeanne en septiembre de 2004 (NOAA, 2016). Los datos históricos disponibles de la frecuencia e intensidad en huracanes no muestran un patrón claro o una relación al cambio climático.

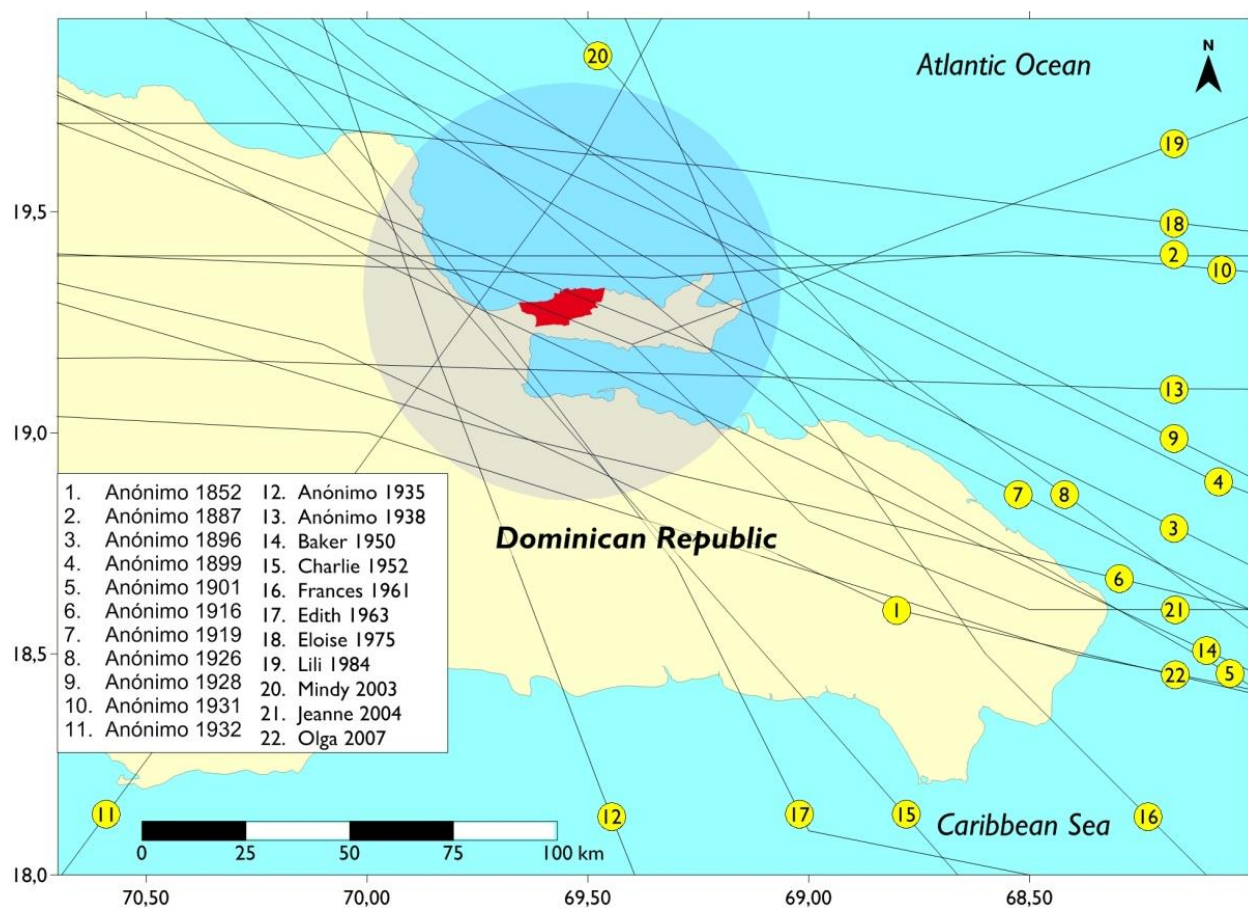


Figura 7. Ruta de algunos eventos meteorológicos extremos que han cruzado en un radio de 50 km (círculo gris) del centro del municipio Las Terrenas (Coordenadas -69.5365, 19.3172) entre 1851 a 2014. Fuente: NOAA (2016).

*Situación futura de la frecuencia e intensidad de huracanes.* Los futuros cambios potenciales en la frecuencia e intensidad de tormentas tropicales son inciertos. Es probable que en general el calentamiento global cause que los huracanes en el siglo venidero sean más intensos y tengan mayor índice de precipitación (20% más lluvias en un radio de 100 km del centro de la tormenta) (USAID, 2013). Existen evidencias en la Cuenca del Atlántico que el número de huracanes muy intensos (Categorías 4 y 5) aumentará

sustancialmente, pero el número total puede que disminuya en frecuencia para fin de siglo (GFDR, 2015). La incertidumbre en los cambios en las tormentas tropicales no permite tener claridad de la situación de las precipitaciones futuras. Además de una variabilidad interanual los huracanes tienen cambios en frecuencia multidecenales. Durante las fases en que el Atlántico Norte es más cálido la actividad de huracanes es mayor al promedio. Si persisten las condiciones actuales de temperatura del mar pueden prevalecer altos niveles de actividad de tormentas en la próxima década (Pielke *et al.*, 2003) independiente de cambios climáticos por cambios en la composición atmosférica (USAID, 2013).

#### 4.1.5. Lluvias extremas, inundaciones ribereñas y deslizamientos de tierra

*Situación actual de la lluvias extremas, inundaciones ribereñas y deslizamientos de tierra.* La tendencia histórica de las precipitaciones extremas en Las Terrenas no puede ser determinada debido a la falta de datos meteorológicos para la ciudad. El análisis de los cambios en la frecuencia de lluvias extremas en las Estaciones Meteorológicas de la Península de Samaná y Alto Yuna (Tabla 3) en dos períodos, en busca de tendencias, fueron inconsistentes. Algunas estaciones mostraron aumentos en la frecuencia de eventos de lluvias extremas, otras disminuciones y otras no ofrecieron datos concluyentes (USAID, 2013).

Tabla 3. Cambios frecuentes de eventos de lluvias extremas (10% y 5%), comparados desde el periodo 1960–1985 al periodo 1986–2012 en la Península de Samaná y la región Alto Yuna. Fuente: USAID (2013).

Cuenca	Extremo 10%	Extremo 5%
Nagua	Disminución	Disminución
Sánchez	Aumento	Aumento
Samaná	No concluyente	No concluyente
La Vega	Aumento	Aumento
Salcedo	Disminución	Disminución

La cuenca de Las Terrenas está influida por la geomorfología de la península, por lo que a pesar de que la longitud de cursos de agua es pequeña, el área de drenaje es amplia e incluye montañas escarpadas que experimentan altas precipitaciones. Hay una referencia histórica de inundación en Las Terrenas como resultado de "lluvias torrenciales" ocurrida el 5 de noviembre del 1968 (DESINVENTAR, 2016). Los reportes más recientes aparecen en la prensa local y nacional en los años 2004, 2008, 2009, 2012 y 2014. Las inundaciones del 2004 fueron asociadas con el Huracán Jeanne; sin embargo, el resto de los eventos fueron causados por lluvias moderadas a fuertes que causaron el desbordamiento de los ríos Caño Seco y Las Terrenas. El ejercicio de cartografía realizado con el Ayuntamiento y las comunidades en el 2015 unió el conocimiento local sobre sitios de inundaciones con información topográfica para desarrollar un mapa general de riesgos de inundaciones en las áreas alrededor del Río Las Terrenas, que complementó el análisis de superposición de capas con herramientas del SIG (Figura 8). En relación con los deslizamientos, solo hallamos un reporte durante las fuertes lluvias de noviembre de 2012 (Las Terrenas Live, 2012) pero no hemos encontrado más información, si bien existen zonas con condiciones para su ocurrencia. El mapa nacional de riesgo de deslizamientos (BDI, 2010) identifica áreas vulnerables en Las Terrenas combinando datos de pendientes (> 32%) y precipitaciones (>1400 mm).

*Situación futura de la lluvias extremas, inundaciones ribereñas y deslizamientos de tierra.* Los cambios proyectados para un máximo de cinco días de lluvia y la intensidad de lluvias diarias en la región de Las Terrenas indican poca confianza (Climate Wizard, 2016). La proporción total de lluvia que cae en eventos fuertes está proyectada a incrementar ligeramente (3.15 a 1.87%), con cambios que oscilan de -21% a +27% hacia el 2060. Las proyecciones de lluvias de uno a cinco días máximo tienden a indicar un descenso, particularmente en mayo, junio, julio y septiembre (McSweeney *et al.*, 2012).

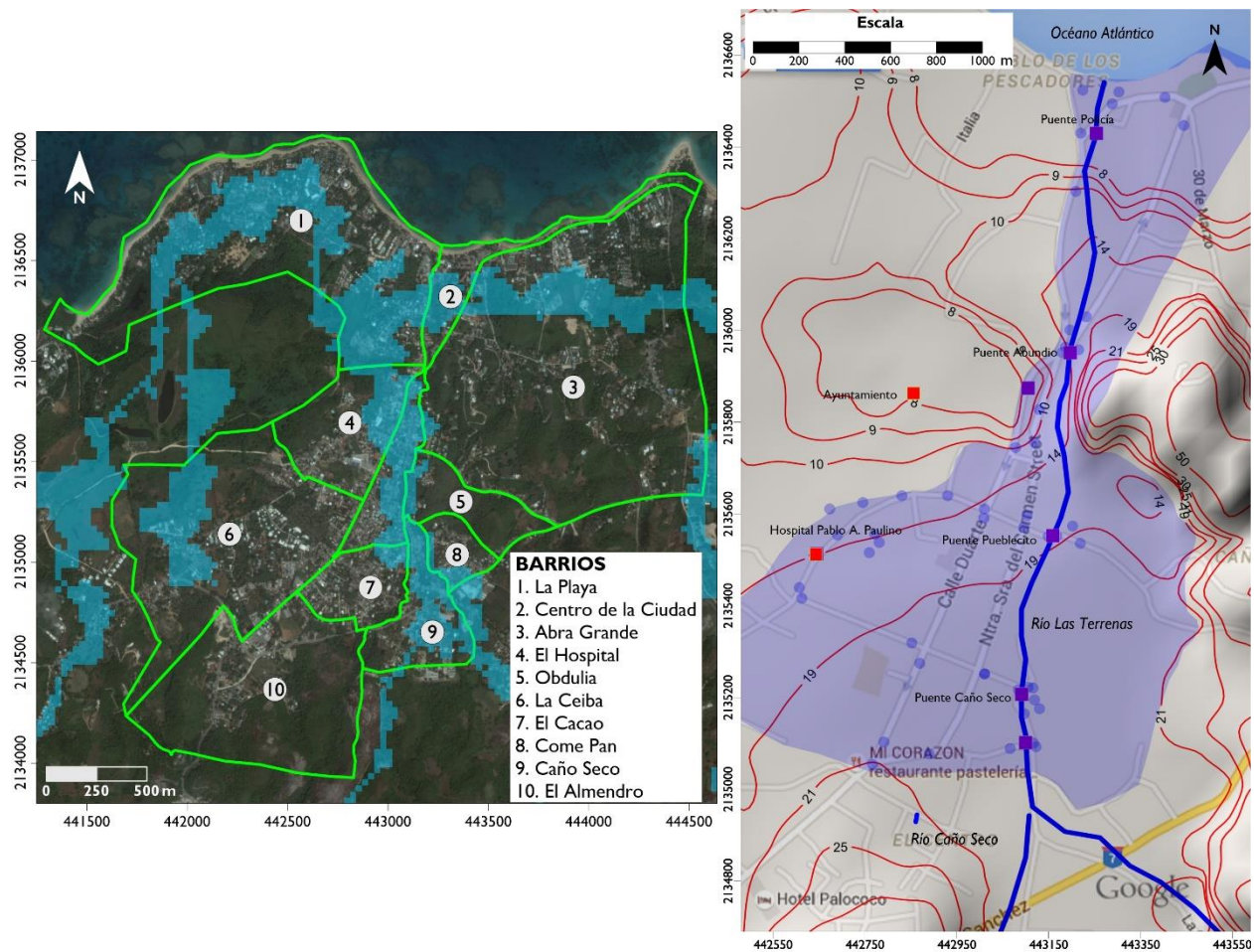


Figura 8. Izquierda. Superposición de las capas de barrios de la zona urbana de Las Terrenas e inundabilidad. Derecha. Esquema de inundación de la zona urbana de Las Terrenas (zona azul) delimitada a partir de puntos georreferenciados (círculos azules) sobre las curvas de alturas (línea roja) del modelo topográfico digital. Se indican los puentes (cuadros morados) y algunos sitios de interés (cuadros rojos). Fuente: ICMA/AMLT.

#### 4.1.6. Aumento del nivel del mar, oleaje, y erosión costera

*Situación actual del nivel del mar, oleaje y erosión costera.* Entre los años 1901 al 2010, el nivel del mar ascendió globalmente  $\sim 0.17$  m, a razón de 1.7 mm/año (IPCC, 2013). Este ascenso global promedio se ha acelerado en décadas recientes en 3.2 mm/año desde 1993 al 2010 (con tasas similares probablemente entre 1920 y 1950). El ascenso del nivel del mar no es uniforme en todo el planeta debido a factores geológicos y oceanográficos regionales. Sin embargo, entender las tendencias en el nivel de mar en República Dominicana y en el municipio Las Terrenas, así como su alcance en la costa, es difícil debido a la falta de datos mareográficos y de topografía costera. La tasa media del ascenso del nivel del mar en el Caribe durante los últimos 60 años fue similar al promedio mundial de unos 1.8 mm/año (IPCC, 2014).

Del mapa del BID (2010) puede calcularse que el área de Las Terrenas en riesgo de inundaciones costeras es de alrededor de 19 km<sup>2</sup>, extendiéndose aproximadamente 20.7 km de la costa de Punta Balatá al extremo Este de la frontera municipal (Figura 9). El área en riesgo está asociada con zonas bajas y se extiende al interior hasta 2.5 km en su punto más ancho, abarcando la zona urbana de Las Terrenas. Según los modelos de oleaje extremo de CRP/USAID (2005) para un período de retorno de 100 años, la altura de la ola puede alcanzar hasta 1.5 m en la costa de Las Terrenas (Figura 10).



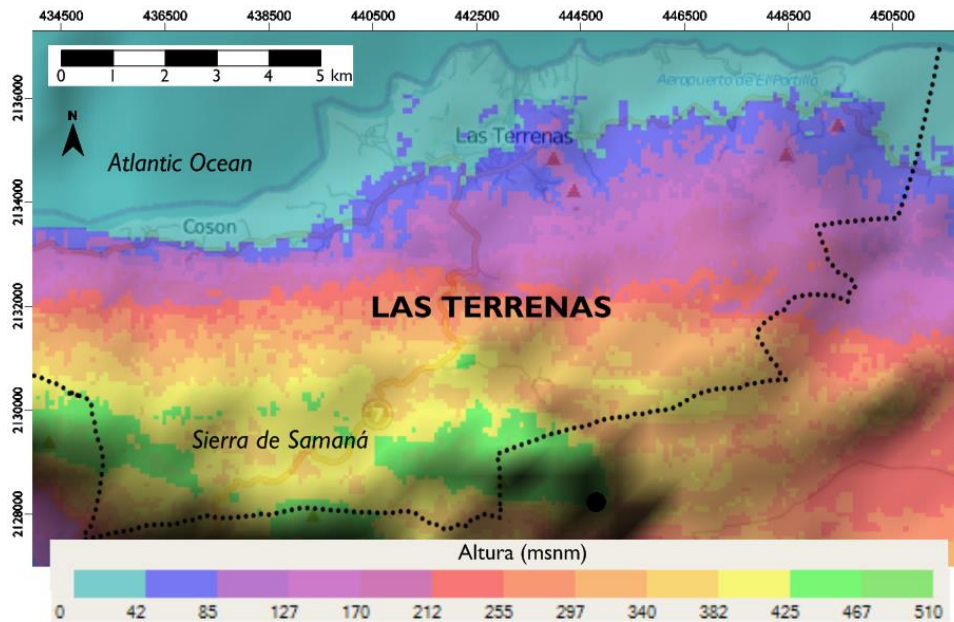


Figura 9. Superposición del plano de alturas (FloodMap, 2014) y el área de inundación de Las Terrenas (BID, 2000) con el modelo topográfico digital de ICMA (2015).

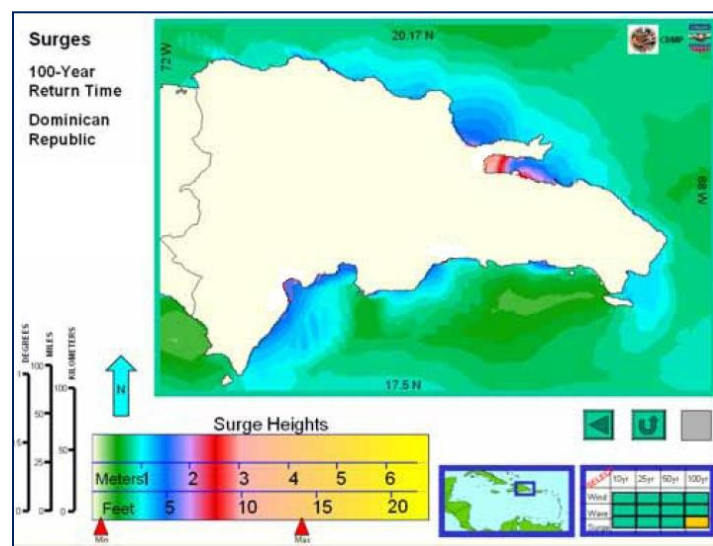


Figura 10. Altura significativa de las olas durante la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos con probabilidades de no excedencia de 100 años en la costa dominicana. Fuente: CRP/USAID (2005).

Algunos tramos de la costa de Las Terrenas muestran una severa erosión agravada en parte por actividades humanas como construcciones costeras, tráfico vehicular, pérdidas de manglares y extracción de arena. Bourne *et al.* (2016) evaluó los cambios históricos en alrededor de 17 km de costa en Las Terrenas usando fotografías aéreas de seis años (1979, 1989, 1998, 2004, 2010, y 2015). Tres áreas grandes (~17% de la costa) sufrieron algún tipo de erosión. Alrededor de 35% de la costa experimento una acumulación y un 48% permaneció con cambios mínimos. La costa se ha desplazado hasta 100 m en algunos lugares (hacia dentro o hacia afuera). Las áreas afectadas incluyen entre Punta Bonita y Caño de Jobo, Punta Bobilanza y entre Calolima y El Anclón (Figura 11). Actualmente se observan áreas con erosiones severas en las playas de varios hoteles: Casablanca, Allegro, Dolce Vita, Casa Nina y Balcones del Atlántico.



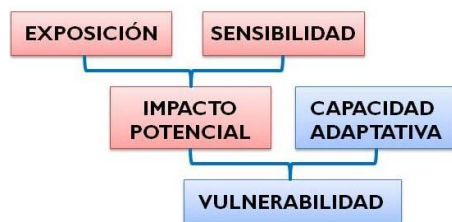


Figura 11. Cambio en la línea de costa en Las Terrenas en período 1979- 2015. Se indican tres sectores de costa: mayormente estable (amarillo), de acumulación (verde) y de erosión (rojo). Fuente: Bourne et al. (2016).

*Situación futura del nivel del mar, oleaje y erosión costera.* Las interpolaciones lineales simples del IPCC (2014) de proyecciones del ascenso del nivel del mar mundial a finales de siglo indica que podría ascender de 0.13 m a 0.4 m para el 2030 en escenarios de emisiones bajas y altas, y de 0.20 a 0.58 m a mediados de siglo. Además del ascenso del mar, se espera un aumento en las alturas de oleajes en las próximas décadas, exacerbando los problemas de inundación y erosión costera, aumentando el impacto de tormentas poco severas. Para ofrecer más detalles del impacto del ascenso del mar, incluyendo el oleaje se requiere datos mareográficos y de topografía costera que no están disponibles para República Dominicana.

#### 4.2. Impactos climáticos potenciales a servicios y objetivos municipales

En esta sección, se considera en conjunto la información sobre la actual y posible exposición (Sección 4.1) y la sensibilidad de los objetivos y servicios municipales (Sección 3) para identificar posibles impactos climáticos, actuales y futuros (Cuadro 4). Los impactos actuales, particularmente los asociados a las inundaciones, han alterado significativamente la actividad municipal y han socavado las inversiones. El cambio climático puede empeorar estos impactos, o crear nuevos, debido a las proyecciones de más altas temperaturas, huracanes más intensos, y mayor nivel del mar y marejadas de tormenta. Además, los factores de estrés no climáticos, como la degradación del medio ambiente, la urbanización desorganizada o la contaminación pueden perjudicar el funcionamiento de los sistemas, aumentando la sensibilidad o la exposición y, por tanto, los impactos, obstaculizando el desarrollo municipal.



Cuadro 4. Componentes de la vulnerabilidad: la exposición y la sensibilidad.

Las Terrenas ha experimentado impactos importantes por inundaciones- incluyendo daño físico a activos, interrupción de servicios, reducción de la calidad de vida e incremento en costos de mantenimiento y reparaciones como resultado de eventos de lluvia y tormentas (Tabla 4). Por su ubicación costera y la presencia del Río Las Terrenas, la zona urbana es particularmente sensible a inundaciones. En la zona urbana, hay una gran concentración de activos y personas en riesgo. El cambio climático puede exacerbar estos impactos. En esta Sección, se discuten los impactos actuales y potenciales en el futuro a los objetivos y servicios municipales descritos en la Sección 3 que se resumen en la Tabla 5, para el sector turístico y en la Tabla 6 para el resto de las actividades, sectores y servicios.

Tabla 4. Recopilación de información de prensa sobre algunos eventos de inundaciones en el municipio Las Terrenas (Fuentes: Las Terrenas Live, Dominican Today y DRI).

Situación	Fecha	Observaciones	Evento asociado
Evento meteorológico extremo	09/18/2004	Devastación, árboles y tendido eléctrico caídos, pérdida de negocios y viviendas (destrucción del Barrio Los Pescadores), servicios de agua y electricidad interrumpidos	Huracán Jeanne
Desbordamiento del Río de Las Terrenas	04/17/2008	Después de fuertes lluvias al final de la tarde, el río se desbordó, inundando numerosas zonas de la comunidad (Plaza Taína, Plaza Kappa)	Fuertes lluvias
Crecida del Río Las Terrenas	01/22/2009	Las fuertes lluvias provocaron la crecida del río Las Terrenas parando los transportes y el tránsito	Fuertes lluvias
Desbordamiento de los Ríos Caño Seco y Las Terrenas	11/10/2012	Las fuertes lluvias causaron inundaciones y deslizamientos desde lo alto de la Calle El Carmen y Duarte, Codetel, Plaza Kalinda, entre el cuartel de Policía y la Plaza Colonial, ante la Plaza Milano. Víctimas y daños en negocios y viviendas	Fuertes lluvias
Desbordamiento del Río Caño Seco y Las Terrenas	11/12/2012	Basura en la playa entre Punta Popi y Playa Las Ballenas	Fuertes lluvias
Desborde del alcantarillado sanitario con inundación de agua pluviales y residuales	11/05/2014	Hospital, Sector Barrio Fino y las zonas de mayor acceso turístico siguen inundadas, por problemas técnicos tras la construcción del alcantarillado para la nueva planta de tratamiento construida por el Ministerio de Turismo*	Obras del sistema de alcantarillado sanitario

\* Esta situación debe considerarse fuera de la regularidad de las restantes inundaciones pues no tuvo un origen climático.

#### 4.2.1. Gobernanza participativa

Los impactos climáticos a los recursos naturales, los medios de vida, y los servicios municipales pueden indirectamente afectar la gobernabilidad del municipio. Los miembros de la comunidad atribuyen muchos problemas (por ejemplo, inundaciones y dispersión de basura) a mala planificación e ineficientes servicios municipales. La inundación de calles, negocios, y viviendas han afectado directamente los medios de vida y propiedades y estos problemas han aumentado las demandas por una gobernabilidad municipal más transparente y participativa. El municipio no ha sido incapaz de satisfacer estas demandas debido, en parte, al crecimiento de la población y el desarrollo rápido y desordenado de la ciudad, que agrava el problema. El alto ritmo del desarrollo, la dependencia de la población y la economía de recursos naturales sensibles al clima y el cambio climático, probablemente den lugar a más impactos y crezca la presión ya existente para incluir mejor a los miembros de la comunidad en su gestión y en el proceso de toma de decisiones.

#### 4.2.2. Uso del suelo

Un objetivo del Ayuntamiento es desarrollar su primer Plan Municipal de Ordenamiento Territorial. Sin un plan fundamentado que indique cómo y dónde desarrollar, y dónde se encuentran las zonas de mayor riesgo, se pueden tomar malas decisiones de planificación que podrían poner en riesgo a las personas y activos, aumentar los conflictos y minimizar la eficiencia y efectividad de inversiones. Por ejemplo, la zona urbana de Las Terrenas ya experimenta frecuentemente inundaciones, y las áreas costeras sufren erosión.

Tabla 5. Matriz de impactos potenciales del cambio climático en actividades, sectores y servicios fundamentales para el objetivo de lograr un turismo sostenible en el municipio Las Terrenas.

Sectores	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Cambios en el patrón de precipitaciones	Eventos meteorológicos extremos	
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 turística 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.	
Recursos naturales que sustentan el turismo	Bosques terrestres y costeros	Incremento del riesgo de incendios forestales. Cambios en zonas de vida.	Sumersión de bosques costeros con pérdida de especies selectiva	Alteración de la estructura y composición natural del bosque	Daños físicos con mayor efecto costeros por gran oleaje de tormenta
	Ríos, cañadas, acuíferos y estuarios	Mayores pérdidas por evaporación	Salinización de cursos fluviales. Cambios en la calidad del agua. Intrusión salina en acuíferos costeros	Reducción de caudales por menores precipitaciones	Más crecidas y desbordes con Extensión de llanuras aluviales y áreas de inundación
	Playas arenosas	Pérdida de arena por reducción de aportes al perderse los arrecifes coralinos por blanqueamiento	Sumersión de línea de costa, procesos erosivos, daños al ecosistema. Reajuste de perfiles de playa	Pérdidas del aporte de sedimentos de los ríos por reducción de flujos	Daños físicos a la playa y la vegetación costera, mayor penetración del mar
	Ciénagas y manglares	Impactos de calor sobre la vida silvestre	Pérdida de humedales. Inundación del suelo del manglar con cambios en la zonación de especies	Reducción de volumen de agua por alteración del régimen hidrológico. Mayor erosión y escorrentía. Daños a ecosistemas marinos	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	Posible reducción del crecimiento arrecifal	Cambios en la salinidad, balance de nutrientes y mayor sedimentación	Daño físico a los arrecifes de barrera y someros

El riesgo de inundaciones costeras, y su extensión, está proyectado a incrementar como resultado del cambio climático en Las Terrenas. Las temperaturas extremas están proyectadas a aumentar en 1.5°C y 1.8°C para mediados de siglo. Un plan de uso del suelo efectivo puede tomar en consideración los cambios climáticos actuales y futuros al delimitar la zonificación (zonas de construcción, espacios verdes, etc.), y en el desarrollo de sus Normas y Reglamentos. Sería importante que el plan de ordenamiento refleje adecuadamente el clima cambiante, particularmente en la planificación que rodea el desarrollo y la gestión de la zona costera, considerando el ascenso del nivel del mar y las mareas de tormenta.

#### 4.2.3. Suministro de agua

Históricamente, las instalaciones de abastecimiento y tratamiento de agua han sido impactadas por inundaciones. La nueva instalación de tratamiento de agua, construida en el 2011, es menos sensible al impacto del clima debido a su nueva ubicación más elevada y tierra adentro. Sin embargo, la red de distribución de agua continúa experimentando dificultades por fugas y tuberías expuestas y agrietadas, que las deja sensible a impactos de inundaciones y contaminación. El cambio climático puede afectar la cantidad, calidad y fiabilidad de los servicios de agua. Las tormentas pueden traer mayores daños a la red de distribución de agua, pues su intensidad está proyectada a incrementarse.

Tabla 6. Matriz de impactos potenciales del cambio climático en otras actividades, sectores y servicios fundamentales para los objetivos de desarrollo del municipio Las Terrenas.

Sectores	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Reducción de las precipitaciones	Eventos meteorológicos extremos
Gobernanza Participativa	Impactos climáticos a los medios de vida e interrupciones de los servicios aumentando la presión sobre el Ayuntamiento para incluir mejor a la comunidad en los procesos de toma de decisiones. Cambio en las peticiones de los ciudadanos sobre la inversión pública			
Uso del suelo	Minimiza la eficiencia y efectividad de las inversiones y la planificación espacial que no toma en cuenta los cambios climáticos.			
Servicios 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 cuña salina y salinización de los ríos. Intrusión salina en acuíferos costeros.	Cambios en la calidad y disponibilidad de agua. Reducción drástica del agua en las fuentes. 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 proceso de 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	Inundaciones y daño de infraestructuras y equipos de la planta de tratamiento. Plantas fuera de servicio por interrupción de la energía. Derrames de aguas negras que contaminan el y exponen a la población a los patógenos
Aguas pluviales	Impacto térmico sobre infraestructuras, equipos y tuberías del sistema de drenaje. Excedencia del rango de temperatura de trabajo de las tuberías	Daños a infraestructuras y equipos del sistema de drenaje cerca de la costa.	Reducción del agua de lluvia captada aprovechable	Daños a infraestructuras y equipos del sistema de drenaje. Desborde y colapso de sistemas de coleccion por excedencia de su capacidad de caudales de drenaje 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 portuaria	Exacerbación del impacto térmico. Mayores costos de mantenimiento y reparación.	Inundación temporal y mayores costos de mantenimiento y reparación de vías y puertos. Cierres por “residuos de desastres” y daños a la infraestructura
Manejo de residuos sólidos	Aumento de gases y olores. Necesidad de recolección más frecuente y manejo más riguroso del vertedero. Alteración de las tasas de descomposición. Calentamiento de vehículos de recolección. Aumento de plagas en los residuos orgánicos y riesgo de enfermedades infecciosas.	Reducción de las rutas de recolección	Limitaciones de agua para los procesos de reciclaje	Daños y escombros a lo largo de las rutas de recolección. Mayor dispersión de residuos. Impactos físicos a la infraestructura
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. Sitios de generación, transmisión y distribución inundados.	Exacerbación del impacto térmico. Mayores costos de mantenimiento y reparación.	Tendidos eléctricos caídos. Interrupción del servicio energético. Aumento de costos de mantenimiento y reparación.



Tabla 6. Continuación.

Sectores	Incremento de la temperatura	Ascenso del nivel del mar	Reducción de las precipitaciones	Eventos meteorológicos extremos
Pesca	Impacto térmico sobre los ecosistemas y la biota marina de valor pesquero, especialmente arrecifes coralinos. Modificación de la distribución y productividad de las especies marinas. Reducción de recursos pesqueros por pérdida de ecosistemas. Cambios en los patrones migratorios de peces pelágicos. Mayor gasto para la conservación de productos pesqueros.	Inundación y daño físico a sitios de asentamiento y desembarco pesquero (infraestructura y embarcaciones).	Reducción del drenaje hacia el mar con cambios en la salinidad de los estuarios. Daños a los ecosistemas marinos que sustentan la pesca por cambios potenciales en el balance hidrológico.	Daños a sitios de desembarco. 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 y la infraestructura agrícola. Cambios de la productividad. Mayor problema con malezas, plagas y enfermedades. Mayor gasto para la conservación de productos.	Intrusión salina en suelo agrícola.	Posibles cambios en el tiempo y la cantidad de precipitación para la agricultura de secano y en la disponibilidad de agua para el riego agrícola.	Daños a cultivos y la infraestructura agrícola. Interrupción de los servicios de electricidad y transporte.
Salud	Aumenta el estrés por calor (disconfort térmico). Mayor propagación de agentes patógenos. 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 el estrés por calor (disconfort térmico).	Lesiones y pérdidas de vida. Mayor demanda para servicios de respuesta de emergencia. Daños físicos a infraestructuras de salud pública
Actividad comercial	Aumento de la demanda de refrigeración para conservación de productos transportados o almacenados. Mayores gastos de conservación y mantenimiento de productos y medios de refrigeración	Interrupción del transporte de mercancías debido a la inundación de vías costeras y puertos.	Falta 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 los servicios de electricidad y transporte requeridos para la operación y el movimiento de bienes.

La inundación de la red de distribución de agua, o de las calles de acceso a plantas de tratamiento de agua, puede impedir las operaciones y su mantenimiento, incluyendo la entrega de combustibles a la planta de energías. Debido a que está proyectado que la media anual de precipitación se reduzca y el número de días secos consecutivos aumente, el suministro de agua puede verse reducido (más aún en la medida en que aumenta la población), llevando a reducciones en las reservas de agua potencialmente agudas a largo plazo. Los incrementos en la temperatura pueden reducir la calidad del agua y aumentar los requerimientos y costos de tratamiento.

#### 4.2.4. Aguas residuales y aguas pluviales

El municipio no cuenta con un sistema de desagües pluviales y en su lugar son las calles y avenidas las que actúan como conductos para el drenaje pluvial, por lo que se inundan habitualmente en la temporada de lluvia y/o trasladan y acumulan el agua en zonas más bajas. La inundación es exacerbada por escombros y residuos sólidos, que obstruyen vías fluviales y llevan a desbordamientos incluso ante eventos de lluvias moderadas. Más aún, el sistema de alcantarillado no está funcionando en la actualidad debido a problemas técnicos y también se desborda durante fuertes lluvias. El incremento futuro en el nivel del mar, el oleaje y las fuertes lluvias por tormentas probablemente continuará causando desbordamientos del alcantarillado e inundaciones urbanas, lo cual exacerbará la contaminación de las aguas, exponiendo más a las personas al riesgo de patógenos, y creando más daños a la infraestructura urbana.

#### **4.2.5. Movilidad urbana**

Las calles en la zona urbana de Las Terrenas proveen acceso a los negocios y servicios requeridos en la industria turística y facilitan el movimiento de productos y la evacuación de emergencia ante desastres. Sin embargo, muchas vías se encuentran en áreas propensas a inundaciones. Las avenidas y propiedades de la zona urbana enfrentan impactos particularmente altos cuando se desbordan los ríos Las Terrenas o Caño Seco. Las calles costeras se han inundado temporalmente por oleajes y el pavimento base de calles es cada vez más sensible a la erosión por el ascenso del mar. Los impactos climáticos al transporte continuarán alterando los servicios que dependen de estas vías. El aumento en el nivel del mar y del oleaje de tormenta agravarán la inundación de calles, llevando a la destrucción de carreteras e interrupción de servicios, afectando la economía local y los servicios de emergencia. Por ejemplo, la inundación de calles alrededor del hospital disminuye la capacidad de proveer servicios de emergencia durante eventos extremos y reduce el acceso de los turistas. Los aumentos en el nivel del mar y oleaje también continuarán inundando temporalmente y erosionando el pavimento base de las vías costeras, requiriendo potencialmente reparaciones o su reubicación. Los aumentos en temperatura también pueden deteriorar el asfalto en las calles e incrementar el costo de mantenimiento y reparación.

#### **4.2.6. Gestión de residuos sólidos**

La disposición inadecuada de la basura bloquea el flujo de los ríos Las Terrenas y Caño Seco, aumentando el desbordamiento y contribuyendo a otros impactos de inundaciones y a la salud. Los impactos proyectados en el aumento de la intensidad de huracanes serán más graves si los residuos sólidos continúan obstruyendo y contaminando los cursos de agua. Las fuertes precipitaciones podrían causar escape de residuos sólidos y lixiviados en el vertedero y contaminar más el área urbana. Adicionalmente, la inundación de calles podría limitar el acceso temporalmente a la recolección de residuos. Los aumentos en temperatura podrían provocar el calentamiento excesivo en los vehículos de recolección y pueden incrementar la emisión de gases y olores, requiriendo que la recolección de residuos sea más frecuente y obligando a un manejo más riguroso del vertedero a cielo abierto. Los trabajadores y la población también podrían estar en mayor riesgo de salud, incluyendo enfermedades infecciosas asociadas con plagas atraídas por los residuos orgánicos no cubiertos ante temperaturas más elevadas.

#### **4.2.7. Electricidad**

El históricamente alto costo de la electricidad ha llevado a enfrentamientos entre la comunidad de Las Terrenas y la compañía de electricidad Luz y Fuerza. Los apagones han tenido efectos negativos en el turismo, los servicios de salud y la población. Por otra parte, en el pasado los fuertes vientos y lluvias han derribado árboles y tendidos eléctricos en Las Terrenas, llevando a cortes de energía, lo que agrava las tensiones existentes. El incremento potencial en la intensidad de huracanes podría llevar en el futuro a mayores daños en la infraestructura eléctrica e interrupciones en el servicio, impactando ampliamente la economía, pero también requiriendo mayor capital y costo de mantenimiento del sistema de energía. Las inundaciones pueden limitar el acceso del transporte con combustibles y suministros a edificios que dependen de generadores de apoyo, como hoteles u hospitales. La inundación de generadores, o sistemas transmisión y distribución pueden llevar a daños directos o apagones. Las temperaturas extremas pueden causar la expansión térmica de tendidos eléctricos, llevando a la caída de cables e interrupción del servicio. Adicionalmente, los aumentos de temperaturas extremas pueden incrementar la demanda municipal y turística de energía para aires acondicionados, recargando el sistema. Finalmente, las temperaturas elevadas debido al calor extremo pueden impactar significativamente la generación termoeléctrica.

#### **4.2.8. Salud y seguridad humana**

Los impactos de clima extremo a la de salud y seguridad (tal como inundaciones y huracanes) han incluido pérdida de refugios, pérdidas de servicios cruciales, lesiones y pérdidas de vida en Las Terrenas. El hospital público principal está localizado en una zona de inundación por lo que ha experimentado inundaciones que han provocado la interrupción de sus servicios. Las enfermedades transmitidas por vectores, tal como la malaria, dengue, chikungunya o zika, pueden esparcirse más fácilmente bajo ciertas condiciones creadas o exacerbadas por el cambio climático. Tanto el clima seco como muy húmedo pueden llevar a un incremento en la incidencia de estas enfermedades. Aunque la transmisión del dengue ocurre durante todo el año, tiene una temporada alta en la mayoría de los países durante los meses con lluvias y humedad alta. Sin embargo, el aumento reciente de la incidencia de dengue en la República Dominicana ha sido atribuido en parte a la sequía que está afectando a país, que lleva a las personas a almacenar agua (facilitando los criaderos de los mosquitos que transmiten esta enfermedad). Los cambios en el clima podrían incrementar la necesidad de los servicios en salud y las emergencias. Los aumentos en la temperatura pueden causar estrés por calor, particularmente en aquellos que trabajan al aire libre, y aumenta la propagación de patógenos. También pueden ocurrir cambios en la incidencia de enfermedades a causa del cambio climático. Las inundaciones más intensas demandarán mejores servicios de respuestas a emergencias, y pueden continuar limitando el acceso al hospital en el centro del pueblo.

#### **4.2.9. Turismo y recursos naturales**

El impacto del clima a los servicios municipales tiene implicaciones directas en el turismo, ya que estos son esenciales para construir una industria turística sostenible. Sin embargo, los impactos a los recursos naturales afectan directamente la base natural que lo sustenta. Antes de hablar de impactos futuros debemos aclarar que los impactos actuales no climáticos que están ocurriendo en Las Terrenas están debilitando los ecosistemas y tornándolos más vulnerables al cambio climático. Acciones como corte de manglares, extracciones ilegales de arena y la excedencia de la capacidad de carga de la playa (como ocurre en Playa Popi que se sobrecarga de visitantes sin contar con instalaciones adecuadas), construcciones en la línea de costa, contaminación de áreas arrecifales; o relleno de ciénagas para construir hoteles, debilitan la costa, promueven la erosión y destruyen defensas naturales contra inundaciones y el embate del oleaje.

El turismo y los recursos naturales de los que depende -principalmente costeros- continuaran enfrentando impactos significativos por el incremento de la temperatura, el ascenso del nivel del mar, el aumento del oleaje de tormenta y la erosión costera. Los bosques costeros, ante el ascenso del nivel del mar, pueden quedar sumergidos con una pérdida selectiva de especies, según su distribución en relación con la costa. También sufrirán daños físicos por el oleaje de tormenta. Los cursos de agua tendrán mayores pérdidas por evaporación por las temperaturas más elevadas; y puede ocurrir una reducción de caudales ante las proyecciones de menores precipitaciones. El ascenso del nivel del mar puede dar lugar a la salinización de los cursos fluviales y la intrusión salina en los acuíferos costeros. Mas tormentas provocarán más crecidas y desbordes con extensión de las llanuras aluviales. Las ciénagas y manglares también tendrán impactos por el calor, reducción de volumen de agua y daños físicos por la penetración del mar y el oleaje. Las playas, que son el símbolo del turismo en Las Terrenas, se verán afectadas por la pérdida de arena procedente de los arrecifes afectados por el blanqueamiento. Al ascender el mar ocurrirá la sumersión de línea de costa, con mayores procesos erosivos que pueden verse agravados por el oleaje de tormenta. En los arrecifes coralinos (que juegan un papel en la creación y mantenimiento de las playas y su protección contra el oleaje) las altas temperaturas pueden inducir blanqueamiento en los corales que puede llevar a su desaparición. El cambio en las precipitaciones inducirá cambios en la salinidad, el balance de nutrientes y puede generar mayor sedimentación con daño físico a los arrecifes someros, que también estarán más impactados por el oleaje de tormenta. Los impactos a las playas y los arrecifes darán lugar a una pérdida de capacidad de carga de la playa para recreo y de los paisajes arrecifales para el buceo turístico.

#### 4.2.10. Pesca y agricultura

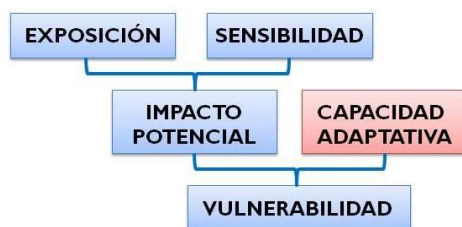
El sector pesquero es particularmente vulnerable a los impactos climáticos. El aumento de la temperatura incrementará el estrés por calor en ecosistemas y biota marina de valor pesquero (agravado por la acidificación en moluscos) con impactos en la productividad pesquera. Se espera una reducción de los recursos pesqueros por la pérdida de arrecifes que le sirven de hábitat y por cambios en los patrones de peces pelágicos migratorios. El ascenso del nivel del mar puede dañar los sitios de desembarco pesquero afectados también por el incremento de las tormentas. Esto es más grave pues los pescadores están contribuyendo a la vulnerabilidad de los recursos con prácticas pesqueras insostenibles (con artes destructivos y sin respeto a las regulaciones pesqueras), aumentando la vulnerabilidad de los ecosistemas marinos, en particular a los arrecifes, y reduciendo los servicios que estos proveen. Los cambios en el clima también pueden afectar el sector de agricultura; los aumentos en la temperatura y la tendencia de reducciones en la media anual de lluvias pueden afectar a los cultivos y disminuir productividad, afectando a los que dependen de los ingresos y/o alimentos generados por la agricultura.

#### 4.2.11. Educación y capacitación laboral

Las inundaciones, el ascenso del nivel del mar y el oleaje de tormenta pueden causar daños a escuelas y centros de entrenamiento, particularmente a los múltiples centros educativos localizados a lo largo de la costa en Las Terrenas, impidiéndoles proveer la educación planificada a los miembros de la comunidad. Las inundaciones también pueden reducir el acceso a estos centros de enseñanza, dificultando la asistencia. Más aún, los impactos climáticos a la salud de la población local pueden reducir la capacidad de los estudiantes y sus posibilidades de asistir a la escuela, afectando el rendimiento escolar.

### 4.3. Capacidad adaptativa

En la sección anterior se identificaron los futuros impactos actuales y potenciales en los objetivos municipales de desarrollo y en sus sectores y servicios involucrados. Sin embargo, el potencial de daño del cambio climático puede ser minimizado mediante la reducción de la exposición y la sensibilidad, lo que se conoce como capacidad de adaptación (Cuadro 5) como trataremos en este Sección.



Cuadro 5. Componentes de la vulnerabilidad: la capacidad adaptativa.

La capacidad de adaptación de los individuos, las familias y las instituciones varía en función de su acceso a la información, a las propiedades o a los recursos, de las habilidades y la capacidad de evaluar las cuestiones climáticas y de tomar decisiones informadas. El Plan Municipal de Desarrollo (FEDOMU, 2013). traza las fortalezas, debilidades, oportunidades y las amenazas que enfrenta el municipio. Algunas de las debilidades y amenazas identificadas limitan actualmente la capacidad adaptativa, incluyendo:

- Conflictos de intereses entre actores municipales (por ejemplo, sector privado y la comunidad)
- Falta de conciencia de la comunidad en la conservación ambiental, especialmente en lo que respecta a la disposición de residuos sólidos.
- Falta de motivación de la comunidad a participar en cursos técnicos y de superación



- Falta de coordinación dentro del propio Ayuntamiento.
- Falta de transferencia adecuada de ingresos del gobierno central y de presupuesto municipal
- Falta de personal municipal de nivel medio calificado, dificultades en el reclutamiento de personal municipal (agravado por salarios bajos), desorganización de actividades del Consejo, y falta de comunicación interna dentro de los departamentos municipales.
- Falta de terreno municipal disponible (el terreno existente es privado y muy costoso)
- Falta de un plan técnico y financiero para el desarrollo de un plan de gestión de terreno y evaluación de catastro
- Incapacidad para implementar y ejecutar ordenanzas y normas existentes

El Plan de Desarrollo Municipal también identificó fortalezas que indican áreas de capacidad adaptativa existentes como, por ejemplo: parte del personal que dirige los departamentos municipales está entrenado y se cuenta con algunos especialistas, la alcaldesa está motivada a abordar los problemas municipales, el Ayuntamiento tiene buenas relaciones con agencias del Gobierno Central y el Consejo Municipal lleva a cabo actividades donde participa la sociedad civil. Más aun, el Plan identificó oportunidades externas que pueden ayudar al éxito de los objetivos municipales, como la presencia de un sector privado en la ciudad económicamente fuerte, desarrollo de bienes raíces y turismo, reconocimiento mundial de Las Terrenas como un destino turístico, apoyo del Gobierno al desarrollo de infraestructuras, presencia de inversiones extranjeras y presencia de comunidades y asociaciones extranjeras residentes, con conocimientos fuertes de problemas climáticos y ambientales. Hay ejemplos de actividades de capacidad adaptativa ya en progreso en Las Terrenas que proveen algo de fundamento para más acción y se describen seguidamente.

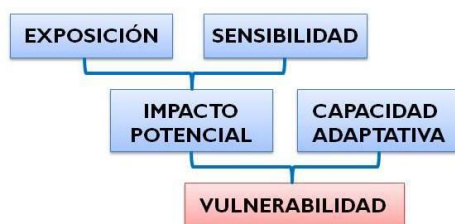
**Planificación de infraestructura y uso del suelo.** Como se ha señalado en las debilidades municipales, el municipio Las Terrenas no cuenta con un plan de uso del suelo. Como parte del Programa de Planificación para la Adaptación Climática, se desarrollarán planes de uso del suelo de manera participativa. De hecho, esta evaluación ayudará a asegurar que las vulnerabilidades climáticas sean tomadas en consideración. Mediante la integración de las vulnerabilidades al cambio climático en el ordenamiento territorial, el Ayuntamiento podrá identificar las áreas prioritarias de inversión considerando los riesgos climáticos y no-climáticos actuales y futuros, con el fin de construir un municipio más resiliente.

**Gestión de los residuos sólidos.** En Las Terrenas, varias organizaciones locales (Fundación Mahatma Gandhi, Samaná Smiles, Río Limpio y Basura Cero en Las Escuelas) están tomando acciones para reducir los residuos sólidos y limpiar el Río Las Terrenas, lo cual puede contribuir a resolver a corto plazo una situación ambiental que a su vez exacerba los problemas asociados con inundaciones.

**Reducción de riesgos de desastres, alerta temprana y acción temprana.** Como parte del Programa de Información Climática se está trabajando para mejorar el acceso a información climática del Ayuntamiento, caracterización de condiciones meteorológicas extremas y sistemas de alerta temprana para Las Terrenas. El Programa se centra en construir la capacidad municipal para manejar riesgos climáticos lo que podría mejorar la capacidad adaptativa. Estos ejemplos muestran algunos pasos hacia la mejora de la capacidad adaptativa de Las Terrenas, pero a la fecha muchas de las acciones planificadas para apoyar el éxito de los objetivos municipales no han sido implementadas. Estas actividades y objetivos (en parte descritas en la Sección 2) incluyen: construir capacidad comunitaria e institucional a través de entrenamientos e inversiones en educación, aumentar el acceso a los recursos financieros a través del presupuesto participativo y la mejora en la recaudación de impuestos, mejorar los servicios municipales con nuevas inversiones y aumentar el compromiso civil en la planificación municipal. Estas mejoras contribuirían a la construcción de un municipio con mayor capacidad adaptativa, especialmente si lo cambios en el clima se incorporan en la planificación de uso del suelo.

#### 4.4. Panorama general de las vulnerabilidades

La exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación de Las Terrenas se pueden evaluar en conjunto para entender mejor las vulnerabilidades climáticas (Cuadro 6). La zona urbana de Las Terrenas, un espacio principal del desarrollo, es particularmente vulnerable al cambio climático. El área está expuesta a inundaciones ribereñas y costeras, actuales y futuras, debido a su posición en la cuenca baja del Río Las Terrenas<sup>8</sup> y por tener una franja costera de poco más de 4 km. La zona urbana contiene una alta concentración de personas y de servicios de infraestructura que ya experimentan impactos por inundaciones. Estos impactos son agravados, en parte, por factores no climáticos como la dispersión de residuos sólidos que obstruyen las vías de agua o las construcciones sin planificación que han configurado un drenaje urbano que promueve acumulaciones de agua incrementado la sensibilidad de la infraestructura.



Cuadro 6. La vulnerabilidad climática.

Se espera que el cambio climático aumente tanto la frecuencia como la extensión de las inundaciones debido a un aumento en la intensidad de tormentas, el nivel del mar y el oleaje de tormenta; lo cual aumenta la vulnerabilidad de Las Terrenas en conjunto. Hay sectores económicos y servicios municipales que son altamente vulnerables al cambio climático. Infraestructuras cruciales localizadas en zonas propensas a inundación—incluyendo hoteles, calles, el hospital, edificios, escuelas y redes de distribución eléctrica—han experimentado impactos pasados y continúan siendo vulnerables. La mayoría de los activos de infraestructura turística—que son vitales a la economía—son vulnerables a inundaciones costeras (Figura 12). Además, el aumento de la temperatura y eventos extremos amenazan con la interrupción de servicios, daños a activos y aumento en los costos de operación y mantenimiento.

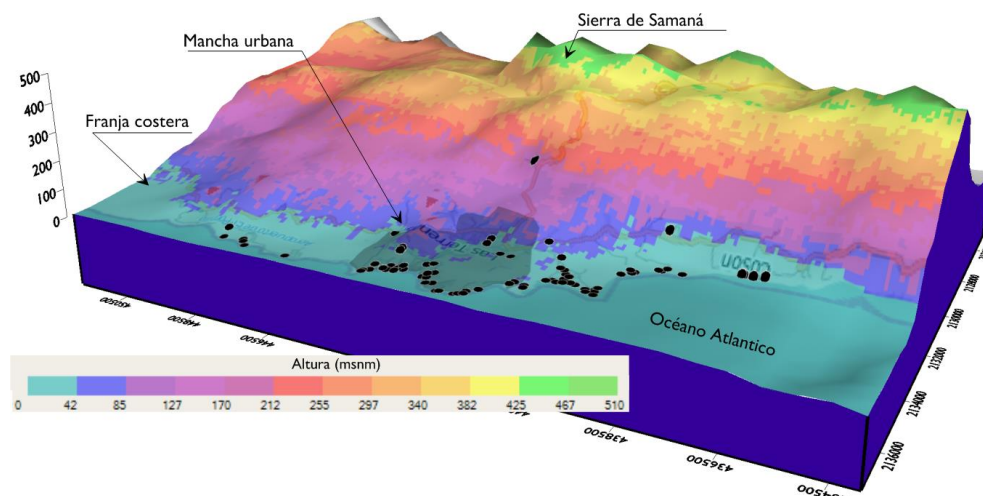


Figura 12. Superposición del plano de alturas de FloodMap (2014), con el modelo topográfico digital tridimensional y la ubicación de instalaciones de alojamiento turístico (círculos negros) según datos de campo y Google Earth Pro.

<sup>8</sup> No hay eventos de inundaciones crónicas reportadas para los ríos y arroyos: Cosón, El Jobo, Salado y El Portillo.

Las playas, arrecifes y los recursos pesqueros, entre los recursos naturales que son el corazón de la economía turística de Las Terrenas, son altamente vulnerables al cambio climático. Estos recursos ya han sido degradados debido a una combinación de factores de estrés climático y no climático, como la contaminación por aguas residuales, la extracción de arena o el corte de manglares, incrementando la exposición al ascenso del nivel del mar y la acción del oleaje de tormenta. El área costera municipal y sus infraestructuras de apoyo y recursos naturales son vulnerables a impactos y a daños causados por los aumentos en la temperatura y están especialmente amenazados por el ascenso del nivel del mar y las condiciones de oleajes futuros. Adicionalmente, 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 con los recursos naturales locales

La población de Las Terrenas es vulnerable al cambio climático en particular en la zona urbana donde hay un mayor porcentaje de población en desventaja por las condiciones de pobreza. Estos grupos tienen menos acceso a recursos financieros para recuperarse o adaptarse de los impactos climáticos, comparados con el resto del municipio. En barrios como El Hospital, el más crítico en términos de inundaciones, la urbanización -que incluye la principal instalación de salud municipal el Hospital Ramón Matías Mella - está concentrada en la parte más baja del barrio (Figura 13). En otros barrios como La Playa, el área de inundabilidad cubre el 35% del barrio y es mayor en el Centro de la ciudad donde alcanza el 45%, y más aún en el barrio Caño Seco donde un 56% del territorio está ocupada por el área de inundabilidad. Además, la comunidad en conjunto es susceptible a incrementos en riesgos de salud y seguridad, pero, además, como la mayoría son económicamente dependientes de los recursos naturales para su sustento (pesca, agricultura y servicios relacionados al turismo), que son cada vez más vulnerables a impactos climáticos directos, ello podría agravar en el futuro el problema de la pobreza.

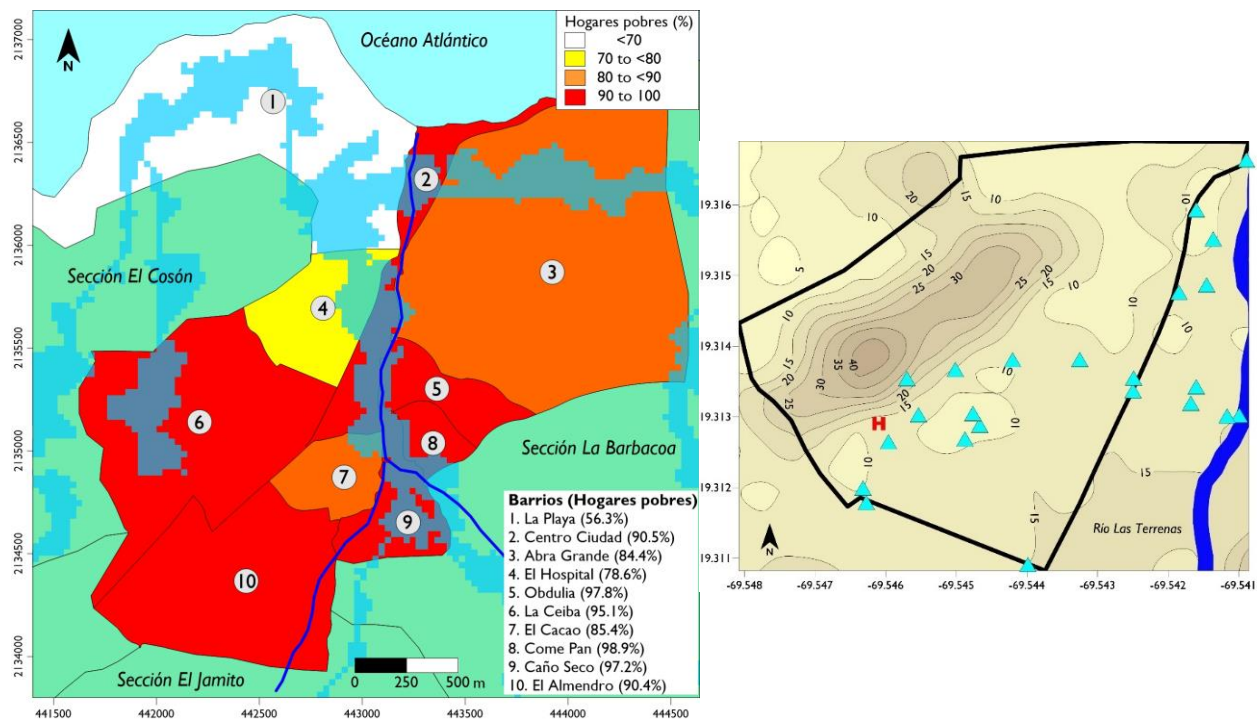


Figura 13. Izquierda. Mapa de porcentaje de hogares pobres en la zona urbana de Las Terrenas superpuesto con la capa de inundabilidad (sombreada en azul). Derecha. Situación topográfica del barrio El Hospital en relación con el Río Las Terrenas. Se indican varios puntos de inundación (triángulos azules) y el Hospital Ramón Matías Mella (H).

## 5. APLICACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN DE USO DEL SUELO

El cambio climático añade una nueva dimensión a los planes, estrategias y proyectos de ordenamiento territorial. Si el cambio climático no se considera, puede originar, con el tiempo, la degradación de los recursos fundamentales, la infraestructura y los beneficios del desarrollo. La presente evaluación da un primer paso en la identificación de la vulnerabilidad climática de los objetivos municipales, incluyendo la ubicación de los bienes y las poblaciones expuestas que apuntan a los aspectos críticos de riesgo que deben tomar en consideración los planificadores del ordenamiento territorial. También, puede aportar información para la planificación del ordenamiento territorial de San Pedro, ayudando a la municipalidad a evaluar el grado en que los bienes municipales y las personas son susceptibles a y/o incapaces de hacer frente a los impactos de la variabilidad y el cambio climáticos. Los resultados aquí expuestos pueden ser utilizados para responder preguntas, tales como:

- ¿Qué áreas geográficas se encuentran en mayor riesgo? ¿Qué sitios son más vulnerables a los aumentos del ascenso del nivel del mar, alturas de oleajes o inundaciones en tierra?
- ¿Qué actividades sociales y económicas están en riesgo debido a su ubicación? ¿Cuán vulnerable es el sector pesquero al aumento de la temperatura y la acidificación del océano?
- ¿Cuántas personas en Las Terrenas están siendo actualmente afectados por desastres relacionados con el clima? ¿Cuántos más se verán afectados en el futuro sin un ordenamiento territorial integrado al clima?
- ¿Qué infraestructuras y servicios están en riesgo? ¿Qué tan vulnerable es el suministro de agua municipal a la sequía intensa o sostenida? ¿Qué tan vulnerable es la red principal de carreteras a eventos de inundaciones severas?

La evaluación también está destinada a servir como un recurso durante la aplicación de la Herramienta de vulnerabilidad climática para la planificación del ordenamiento territorial de la Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, que es parte de la caja de herramientas de la Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial (DGODT, 2016). Esta herramienta climática apoya el proceso de integración del cambio climático en el ordenamiento territorial municipal, incluyendo la identificación de las áreas que necesitan conocimientos técnicos, la información sobre el clima, las vulnerabilidades climáticas, y las medidas de adaptación al clima. La información sobre la vulnerabilidad climática se integra directamente al diagnóstico y análisis de la planificación del ordenamiento territorial mediante un proceso que implica el levantamiento de datos, consultas con los interesados y el análisis del municipio. El análisis territorial proporciona información útil para llevar a cabo la evaluación de la vulnerabilidad, incluyendo la identificación de los objetivos fundamentales de un municipio, los sectores económicos importantes, los servicios, los factores de estrés no climáticos, y la población.

Esta evaluación da un primer paso en la caracterización de las vulnerabilidades actuales y futuras de las prioridades de desarrollo del municipio que pueden incorporarse en las decisiones de planificación del ordenamiento territorial del municipio y en el desarrollo de políticas. Sobre la base de estas informaciones, el municipio puede considerar, por ejemplo:

- ¿Cómo se incorporan los riesgos climáticos actuales en la planificación para el ordenamiento territorial y la zonificación? ¿Son estas zonas bien respetadas?
- ¿Cuáles son las implicaciones del cambio climático en el ordenamiento territorial y la zonificación? ¿Se arriesgan recursos importantes, instalaciones y servicios? ¿Podrían verse comprometidos importantes objetivos de desarrollo?
- ¿Cómo podría el cambio climático afectar la eficiencia física, económica y social, la salud y el bienestar municipal?



- ¿Cómo puede el ordenamiento territorial abordar mejor las necesidades de las poblaciones vulnerables actuales y futuras?
- ¿Cómo puede la planificación del territorio satisfacer mejor las necesidades de las poblaciones vulnerables actuales y futuras?

Un ordenamiento territorial eficaz puede eliminar cualquier daño a los recursos sensibles, la infraestructura y las personas. Esto se puede hacer en una variedad de maneras, tanto para restringir como para desalentar asentamientos y urbanizaciones en áreas en riesgo a las condiciones climáticas actuales y futuras. Los incentivos y desincentivos económicos (cargos o impuestos) se pueden usar para redirigir urbanizaciones y asentamientos de estas áreas. Las leyes o regulaciones pueden restringir o limitar su actividad para reducir los peligros a la salud y el bienestar económico. Con una planificación efectiva, todavía se puede hacer uso de las zonas de riesgo con una meta más apropiada de ordenamiento territorial enfocada para tales fines. La planificación territorial eficaz puede ser difícil de diseñar y de poner en práctica y los patrones de desarrollo son difíciles de cambiar, especialmente una vez establecidos. Sin embargo, enfrentar los riesgos directamente pagará dividendos en el largo plazo, sobre todo en un clima cambiante. Cada día en que se evita la pérdida de vidas, cada día en que el turismo es apoyado por servicios funcionales, y cada día en que los activos continúan proporcionando servicios durante y después de los eventos extremos mejorarán los beneficios y el bienestar de los ciudadanos de Las Terrenas.

## 6. RECOMENDACIONES PARA LOS PRÓXIMOS PASOS

Este informe tiene por objeto proveer insumos a un proceso participativo que involucra a una amplia gama de actores municipales, para considerar: a) los objetivos de desarrollo municipal y cómo estos pueden ser vulnerables al clima actual y futuro y b) cómo pueden considerarse estas vulnerabilidades en los procesos de planificación del ordenamiento territorial para mejorar la resiliencia, ahora y en el futuro. La consecución de estos objetivos requerirá de la actualización, completamiento y fortalecimiento de esta evaluación a través de una validación directa, identificación y realización de un análisis más profundo de las vulnerabilidades críticas donde sea necesario, búsqueda de nuevos elementos de vulnerabilidad y fundamentalmente la garantía de que la información sobre el cambio climático será incluida en el proceso de planificación del ordenamiento territorial. Aquí se ofrecen algunas recomendaciones para facilitar el cumplimiento del objetivo de mejorar la adaptación de Las Terrenas al cambio climático.

*Fortalecer, refinar y apropiarse de esta evaluación preliminar de la vulnerabilidad.* Esta evaluación es un punto de partida para que el municipio pueda explorar cómo los efectos del clima, los impactos no-climáticos, y la capacidad de adaptación contribuyen a la vulnerabilidad actual de sus objetivos de desarrollo, y, además, cómo el cambio climático puede exacerbar estas vulnerabilidades. Los resultados demuestran que la economía y la población de Las Terrenas son altamente dependientes de sus recursos naturales, los cuales sostienen los medios de vida y su sector económico clave: el turismo; pero son altamente vulnerables a la variabilidad y cambio climático. El análisis y perfeccionamiento de esta evaluación por los planificadores y actores municipales ayudará a tomar decisiones acerca de si las medidas de adaptación deben centrarse en la reducción de la exposición, la sensibilidad, y/o en el aumento de la capacidad de adaptación.

*Continuar fortaleciendo la capacidad municipal para la evaluación de vulnerabilidad climática.* El personal técnico municipal, los tomadores de decisiones y otros actores claves deben continuar mejorando su comprensión del cambio climático y los impactos potenciales que puede tener en las prioridades y servicios municipales. Este informe inicia identificando importantes metas y objetivos municipales, y luego considera como estos objetivos son vulnerables a riesgos climáticos actuales y potenciales en el futuro. Desarrollando una comprensión de como el cambio climático es relevante para los objetivos y decisiones municipales, así como el impacto sinérgico con otros factores no climáticos, es un primer paso importante para construir un municipio con la mayor resiliencia climática.

*Fortalecer la capacidad municipal para la integración directa de los resultados de la evaluación y adaptación a la vulnerabilidad climática en la planificación del ordenamiento territorial municipal.* Los planificadores y los actores municipales de Las Terrenas emprenderán esfuerzos para integrar el cambio climático en la planificación del ordenamiento territorial. Los recursos se encuentran actualmente en acciones que ayudarán al municipio en la integración del cambio climático en la planificación del ordenamiento territorial, incluyendo orientación, capacitación, herramientas y documentos y otros que se pondrán en marcha como parte de los programas climáticos de USAID, así como de otras fuentes. Mientras tanto, muchas de las actividades descritas en el Plan Municipal de Desarrollo ofrecen una oportunidad para transformar e incrementar la capacidad de adaptación y, en última instancia, para reducir la vulnerabilidad municipal si se toman en consideración los cambios climáticos en la planificación y ejecución de estas actividades.

*Implementar un enfoque de manejo de adaptación continuo, incluyendo el monitoreo de datos climáticos, impactos y vulnerabilidades.* La adaptación a un clima cambiante no es una actividad de un momento sino más bien de mantenerse al tanto de cómo los cambios del clima y el crecimiento de Las Terrenas irán requiriendo ajustes permanentes en sus estrategias de desarrollo para asegurar la seguridad y vitalidad del municipio. El monitoreo de estas condiciones es un elemento clave del proceso de gestión adaptativa, para que las decisiones estén basadas en los mejores datos disponibles y las lecciones aprendidas de acciones previas. Los análisis y las decisiones municipales pueden verse fortalecidas sobre la base de datos e informaciones fiables y actualizadas (por ejemplo, datos de clima e impactos e información de factores de estrés no climáticos). El municipio puede beneficiarse del desarrollo de una base de datos de información, y puede considerar invertir en sistemas de monitoreo para mejorar la comprensión de los impactos actuales y futuros relacionados al clima.

*Tomar medidas para enfrentar los riesgos climáticos actuales.* Esta evaluación será útil para identificar y priorizar las medidas de adaptación, el siguiente paso en el Programa de Planificación para la Adaptación Climática. La exploración de los componentes individuales de la vulnerabilidad también ayudará a los planificadores a determinar qué políticas, regulaciones, inversiones en infraestructura física, enfoques basados en ecosistemas, u otros tipos de acciones pueden ser más eficaces para hacer frente a una vulnerabilidad en particular. Algunos impactos y sus causas ya están claros, y el cambio climático puede exacerbarlos. Al respecto citemos algunos ejemplos. Las Terrenas está experimentando hoy daños a edificios e infraestructuras en la costa, y puede desde ahora implementar medidas para reducir la exposición mediante la imposición de restricciones en el desarrollo de la costa o moviendo estructuras más hacia el interior. Los esfuerzos también pueden encaminarse a reducir la sensibilidad impulsando las infraestructuras a prueba de inundaciones y/o elevándolas en pilotes. Explorar los componentes individuales de vulnerabilidad también ayudará a los planificadores a determinar cuáles políticas, normas, e inversiones en infraestructuras físicas, enfoques basados en el ecosistema u otros tipos de acciones que podrían ser más efectivas para abordar una vulnerabilidad particular.

## 7. REFERENCIAS

- Bourne, S., M. Depue, E. Ashley, A. García y M. Walton. (2016). Future proofing Dominican Republic cities. Atkins Resource Partner. Presented as part of Planning for Climate Adaptation Project AID 517-A-15-00003.
- Climate Wizard (2016). Climate Wizard. Sitio Web: <http://climatewizard.ciat.cgiar.org/>.
- CRP/USAID 2005. Hurricane Hazard Information for Caribbean Coastal Construction. Caribbean Regional Program of the US Agency for International Development. Executed by the Organization of American States, in conjunction with the Engineering Institute of the University of the West Indies.
- DESINVENTAR (2016). Sistema de inventario de efectos de desastres. Sitio Web: <http://www.desinventar.org/es/>
- Deverchere, C. (2011). Urban Diagnosis of Las Terrenas. Urban Planning Office. Disponible en: <http://www.las-terrenas-live.com/upload/diagnostico-las-terrenas-09-2011>.

- Dominican Today (2014). Two dead, hobbled tourism as Las Terrenas energy crisis festers. 19 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://www.dominicantoday.com/dr/local/2014/11/19/53375/Two-dead-hobbled-tourism-asLasTerrenasenergy-crisis-festers>
- FEDOMU. (2013). Plan de desarrollo municipal de Las Terrenas 2013–2016. Disponible en el Sitio Web: <http://fedomu.org.do/documentos/plan-de-desarrollo-municipal-las-terrenas/>
- FloodMap (2014). Elevation and Elevation Maps of Cities/Towns/Villages in Dominican Republic. Sitio Web: <http://www.floodmap.net/elevation/CountryElevationMap/?ct=DO>
- GFDR (2015). Global warming and hurricanes. an overview of current research results. Geophysical Fluid Dynamics Laboratory/NOAA. Disponible en: <https://www.gfdl.noaa.gov/global-warming-and-hurricanes>
- BID (2010). Inter-American Development Bank. Effective program Reconstruction and Disaster Prevention. Disponible en: [http://www6.iadb.org/dominicana/articulos/PrevencionDesastres\\_02.htm](http://www6.iadb.org/dominicana/articulos/PrevencionDesastres_02.htm).
- ICMA (2015). Documento base para la evaluación territorial de vulnerabilidad y adaptación del municipio Las Terrenas. Asociación Internacional de Gestión de Ciudades y Municipios (ICMA). Programa de Planificación para la Adaptación Climática, 34 pp.
- IPCC (2013). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
- JICA/ONAMET (2004). Atlas Climático de la República Dominicana/Climatic Atlas of Dominican Republic, Oficina Nacional de Meteorología.
- Las Terrenas Live (2012). Disponible en el Sitio Web: <http://www.las-terrenas-live.com/las-terrenas/noticias/ano-2012/noviembre-2012/inundaciones-las-terreas-el-sabado-10-noviembre-2012.html>
- Las Terrenas Live (2015). SIE announces a substantial reduction of the electric cost in Las Terrenas. Disponible en el Sitio Web: <http://us.las-terrenas-live.com/las-terrenas/news/year-2015/august-2015/sie-announces-substantial-reduction-of-the-electric-cost-in-las-terrenas.html>
- McSweeney, C., New, M. y Lizcano, G. (2012). UNDP Climate Change Country Profiles: Dominican Republic. [http://www.geog.ox.ac.uk/research/climate/projects/undp-cp/index.html?country=Dominican\\_Republic&dI=Reports](http://www.geog.ox.ac.uk/research/climate/projects/undp-cp/index.html?country=Dominican_Republic&dI=Reports). [Accesado en febrero 7, 2016].
- 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.
- Ministerio Ambiente (2012). Caracterización ambiental de la Provincia Samaná. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, USAID, CEBSE, TNC.
- Ministerio Ambiente. (2014). Estudio de uso y cobertura del suelo, 2012. Informe metodológico y resultados. Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales, Santo Domingo, D.N.
- MPyD. (2014). Atlas de la Pobreza 2010 Samaná. Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, Unidad Asesora
- NOAA (2016). Coastal Services Center, Historical Hurricane Track, National Oceanic & Atmospheric Administration. Disponible en: <http://hurricane.csc.noaa.gov/hurricanes/>.
- NCAR (2016). The Climate Data Guide: Standardized Precipitation Index (SPI). National Center for Atmospheric Research. Disponible en: <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/standardized-precipitation-index-spi>.
- ONE (2016). Oficina Nacional de Estadística. Sitio Web: <http://www.one.gob.do/>.
- Reef Check (2016). Reef Check. Sitio Web: <http://reefcheckdr.org/>.
- ReefBase (2016). A comprehensive information system on coral reefs. Sitio Web: <http://www.reefbase.org/>.
- Reyes, J. y C. Mieses (2014). Diagnostico Litoral Turístico Las Terrenas. Ministerio de Turismo. Departamento de Planeación y Proyectos (DPP), Las Terrenas, Samaná.
- USAID (2013). Dominican Republic Climate Change vulnerability assessment report. African and Latin American Resilience to Climate Change Project (ARCC).
- USAID (2014). Climate-resilient development: a framework for understanding and addressing climate change, 40 pp.
- WorldClim (2016). Global climate data Free climate data for ecological modeling and GIS. Sitio Web: <http://www.worldclim.org/>