



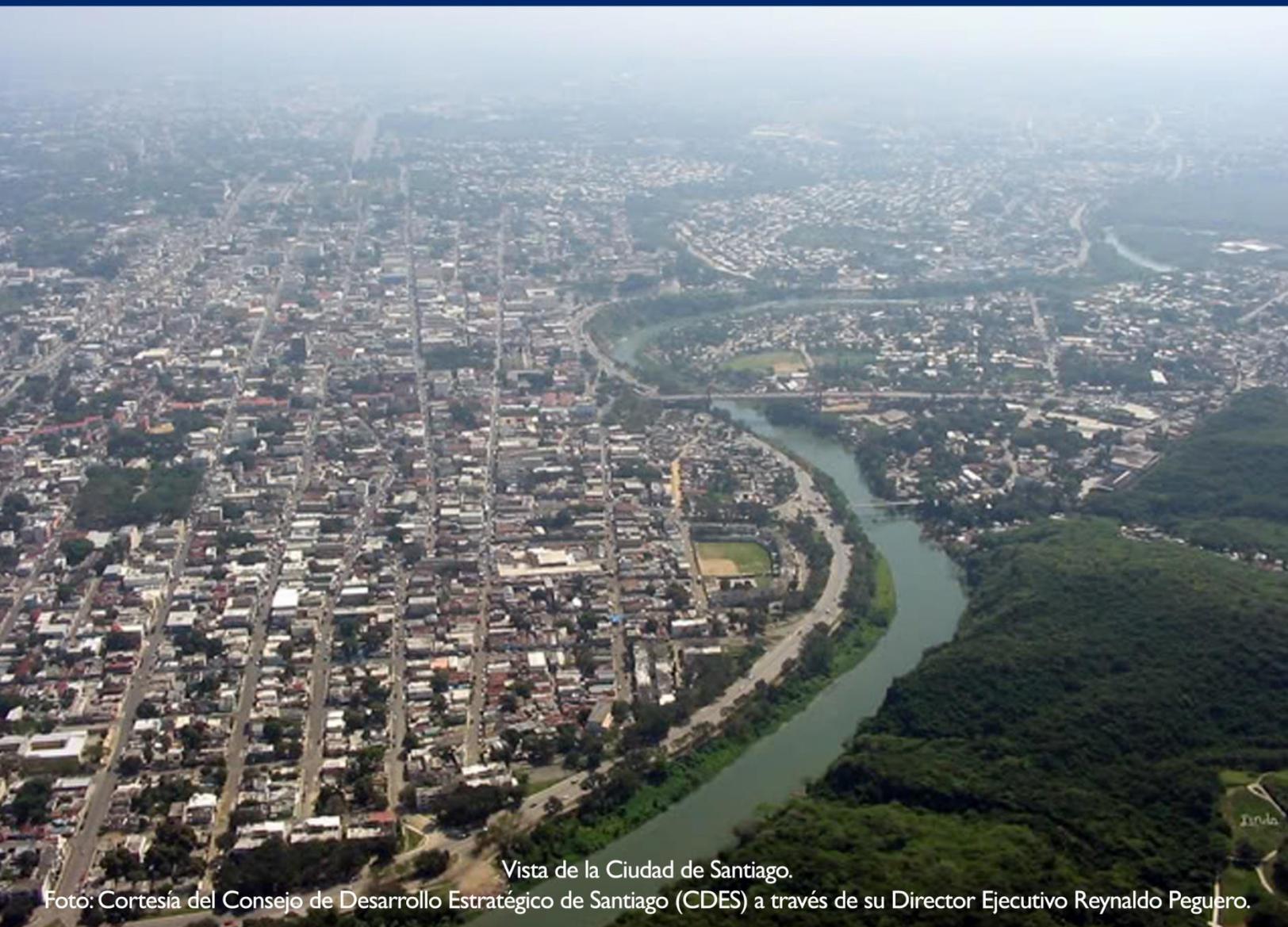
USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

ICMA

Leaders at the Core of Better Communities



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



Vista de la Ciudad de Santiago.

Foto: Cortesía del Consejo de Desarrollo Estratégico de Santiago (CDES) a través de su Director Ejecutivo Reynaldo Peguero.



FEDOMU
FEDERACIÓN DOMINICANA DE MUNICIPIOS



Ayuntamiento
Municipio de Santiago



CDES

Consejo para el Desarrollo Estratégico
de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc.

Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio Santiago para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN, REDACCIÓN Y APOYO

ICMA	ICF	FEDOMU	CDES y Ayuntamiento (Equipo técnico)
Alejandro Herrera Moreno	Michael Savonis	Carlos Díaz	Reynaldo Peguero
Indhira de Jesús	Molly Hellmuth	Rosa Arlene María	Mirtha Saleta
Erick Dorrejo	Joanne Potter		Marcos Gómez
Andrea Vogel	Angela Wong		Víctor Brens
Andrés Cepeda	Tara Hamilton		

Referencia: ICMA/ICF/FEDOMU/CDES/AMS (2016). Evaluación de la vulnerabilidad climática del Municipio Santiago para el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. Asociación Internacional para la Gestión de Ciudades y Municipios, ICF International, Federación Dominicana de Municipios, Consejo de Desarrollo de Santiago y Ayuntamiento del Municipio Santiago, Programa Planificación para la Adaptación Climática de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Santo Domingo, República Dominicana, 38 pp.

Abril 2016.

Esta publicación es el fruto del trabajo conjunto de la Asociación Internacional de Ciudades y Municipios (ICMA), ICF International, la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU), el Ayuntamiento de Santiago (ASPM) y el Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc. (CDES) 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

1. INTRODUCCIÓN

2. CONTEXTO MUNICIPAL

- 2.1. Ubicación, división territorial y población
- 2.2. Geografía y recursos naturales
- 2.3. Dinámica económica

3. PRIORIDADES ESTRATÉGICAS MUNICIPALES Y DESAFÍOS

- 3.1. Uso del suelo
- 3.2. Parques públicos y recursos naturales
- 3.3. Calidad de los servicios municipales
 - 3.3.1. Manejo de residuos sólidos
 - 3.3.2. Aguas residuales y pluviales
 - 3.3.3. Servicios de agua
 - 3.3.4. Movilidad urbana
 - 3.3.5. Electricidad
- 3.4. Gobernanza participativa
- 3.5. Gestión fiscal
- 3.6. Turismo
- 3.7. Patrimonio histórico y cultural

4. VULNERABILIDADES RELACIONADAS CON EL CLIMA

- 4.1. Exposición a las amenazas climáticas
 - 4.1.1. Temperatura
 - 4.1.2. Precipitaciones
 - 4.1.3. Sequía
 - 4.1.4. Intensidad y frecuencia de huracanes
 - 4.1.5. Precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos
- 4.2. Impactos climáticos potenciales a los objetivos de desarrollo municipales
 - 4.2.1. Uso del suelo
 - 4.2.2. Parques públicos y recursos naturales
 - 4.2.3. Manejo de residuos sólidos
 - 4.2.4. Aguas residuales y pluviales
 - 4.2.5. Servicios de agua
 - 4.2.6. Movilidad urbana
 - 4.2.7. Electricidad
 - 4.2.8. Gobernanza participativa
 - 4.2.9. Gestión fiscal
 - 4.2.10. Turismo
 - 4.2.11. Patrimonio histórico y cultural
- 4.3. Capacidad adaptativa
- 4.4. Panorama general de las vulnerabilidades

5. APLICACIÓN AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

6. RECOMENDACIONES PARA LOS PRÓXIMOS PASOS

7. REFERENCIAS

RESUMEN EJECUTIVO

El área urbana del municipio Santiago es la segunda en importancia económica de las ciudades del país y el principal centro de intercambio de bienes y servicios en toda la región del Cibao. Con una economía sostenida principalmente por la comercialización de productos agropecuarios y bienes terminados, producción de bienes en las zonas francas y por el comercio, el municipio trabaja por su desarrollo con el enfoque amplia que mira hacia un Santiago ordenado, conectado y con equidad socio-territorial; sustentable, verde y amigo del Yaque; articulado, participativo y democrático; emprendedor, competitivo y de empleos dignos; cultural, incluyente y saludable. Al mismo tiempo, Santiago, particularmente en su centro urbano, es muy vulnerable a la variabilidad y al cambio climático actual y futuro, en particular las precipitaciones intensas e inundaciones, 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), el Ayuntamiento del Municipio Santiago (AMS) y el Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, 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 es de 26.1°C y ha venido aumentado en unos 0.45°C desde 1960 a razón de ~0.2°C por década. Se han manifestado olas de calor entre 1974 a 2015. Existen diferencias térmicas en el territorio relacionadas con la altura, con mayores valores hacia el valle y más bajos hacia las cordilleras. Al 2050 se prevé que la temperatura media aumente entre 1.2°C a 1.6°C. El promedio anual de precipitaciones es de unos 1,080 mm con una alta variabilidad interanual. Existen también diferencias en la precipitación relacionadas con la altura con menores valores en el valle y más altos en las cordilleras. La proyección de la precipitación media anual indica reducciones en el 2050 (-8.75% a -11.30%). Se han reportado sequías en 1994, con una extrema en el 2002, que se mantuvo hasta el 2004. Se espera un aumento ligero de la aridez y déficit de humedad por el aumento de la temperatura y la reducción de las precipitaciones. Desde 1851 al presente han pasado unos 36 eventos a unos 100 km o menos del centro del Municipio con solo dos eventos que han tocado tierra. Los huracanes David, Frederic y Georges y la Tormenta Olga causaron daños en el sistema productivo, la infraestructura y pérdidas de vidas humanas por las intensas lluvias y durante esta última, por la catástrofe tras la liberación de la Presa Tavera. Se prevé que el calentamiento global hará que los huracanes sean más intensos y con más altas tasas de precipitación lo que incrementará las inundaciones.

La presente evaluación revela que el territorio es vulnerable a varias amenazas y estresores climáticos: aumento de temperatura, cambios en el patrón de las precipitaciones, sequías y mayor intensidad de eventos extremos con precipitaciones intensas e inundaciones. Históricamente, Santiago ha estado expuesta a inundaciones que han venido incrementando en su recurrencia e intensidad afectando a los asentamientos humanos localizados en las riberas o llanuras de inundación del Río Yaque y que constituye uno de los riesgos más significativos para el futuro desarrollo. La causa fundamental cabe buscarla en su propio crecimiento desordenado, que ha ido limitando la capacidad hidráulica de los ríos y arroyos que la

atraviesan, hasta límites tales que, actualmente, hacen extremadamente vulnerables algunas zonas urbanas próximas a ellos. A ello se añade la existencia del complejo de presas 30 km aguas arriba del núcleo urbano que si bien en principio deben laminar los eventos extremos que originarían inundaciones, una inadecuada gestión de las presas puede conducir a sucesos catastróficos. Al menos 41 áreas en Santiago, tres en San Francisco de Jacagua, cinco en Hato del Yaque y seis en La Canela son vulnerables a las inundaciones. A diferencia de las inundaciones que suelen ocurrir en áreas bajas, los deslizamientos tienen lugar en los espacios más escarpados del territorio correspondientes al Sur de Pedro García y al Norte de Santiago y San Francisco de Jacagua en su frontera, y también al Sur de Hato del Yaque y al Suroeste de La Canela.

Además de la población y la infraestructura, 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, patrimonio histórico y cultural, agricultura y zonas francas industriales. Un sector de gran interés es el servicio de agua. El suministro proviene principalmente de la Presa Tavera-Bao y debe atender, solo en Santiago, una población de 591,985 habitantes. La presa ha llegado a su nivel más bajo en los últimos años debido a la fuerte sequía (316 msnm en el 2014 de un nivel óptimo de funcionamiento de 322 msnm), afectando además el sistema de riego y la producción energética. El servicio es vulnerable a los futuros cambios en el clima. La disminución de las precipitaciones al 2050 puede reducir el suministro de agua para una población que para ese año se estima en 726,691 habitantes en Santiago. Los futuros cambios en el clima pueden afectar la disponibilidad de agua, la calidad y el funcionamiento de los servicios de agua. Las tormentas intensas pueden contribuir a las interrupciones de la electricidad y de la operación de las plantas de tratamiento de agua potable, y pueden dañar el tratamiento del agua, el almacenamiento y la infraestructura de distribución. El aumento de la temperatura puede acelerar las pérdidas por evaporación y reducir la calidad del agua, lo cual aumenta los requerimientos de tratamiento y, por lo tanto, los costos.

En términos de capacidad de adaptación muchos de los proyectos y actividades planteados en el Plan Estratégico de Santiago y el Plan de Acción del Programa Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles se enfocan en la adaptación al cambio climático. El Plan Cuenca de Santiago contiene los proyectos fundamentales para sanear, encauzar y reforestar la cuenca del Río Yaque del Norte con una política de conservación y gestión articulada que garantiza la adaptación al cambio climático, la mitigación de los riesgos naturales, la conservación del recurso agua, y la calidad de vida de la población. El Municipio cuenta con una evaluación y una cartografía de riesgo climático, un inventario municipal de gases de efecto invernadero, un análisis del crecimiento urbano y está enfrascado en la complementación de su Plan de Ordenamiento Territorial con una visión más amplia de la situación climática.

La presente 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. 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 adaptativa, así como su inserción en un nuevo modelo de ordenamiento territorial, en el camino hacia ciudades más resilientes en la República Dominicana.

“Santiago ordenado, conectado y con equidad socio-territorial. Santiago sustentable, verde y amigo del Yaque. Santiago articulado, participativo y democrático. Santiago emprendedor, competitivo y de empleos dignos. Santiago cultural, incluyente y saludable.”
Plan Estratégico de Santiago (CDES, 2010)

I. INTRODUCCIÓN

El Municipio Santiago y sus cuatro Distritos Municipales: Pedro García, La Canela, San Francisco de Jacagua y Hato del Yaque, están ubicados al Noroeste de República Dominicana. El área urbana de Santiago es la segunda en importancia económica de las ciudades del país y el principal centro de intercambio de bienes y servicios en toda la región del Cibao. Santiago es altamente vulnerable a la variabilidad del clima y al cambio climático, tanto en el presente como en el futuro, particularmente a inundaciones y deslizamientos de tierra que han tenido un impacto significativo en los recursos naturales y la infraestructura, fundamentales para el desarrollo municipal.

La presente evaluación de base identifica las vulnerabilidades presentes y futuras que amenazan las prioridades municipales de desarrollo de Santiago frente al cambio climático, a fin de que puedan ser utilizadas para la toma de decisiones en la planificación de uso de suelo. Santiago es uno de los cuatro sitios piloto del Programa de Planificación para la Adaptación Climática que está participando en evaluaciones de vulnerabilidad al cambio climático con el apoyo de la Asociación Internacional de Gestión de Ciudades y Municipios (ICMA) y otros socios implementadores, como ICF International. Estas evaluaciones de vulnerabilidad se desarrollan en coordinación con el Ayuntamiento involucrando un Equipo Técnico y las comunidades locales en un proceso participativo diseñado para desarrollar capacidades a todos los niveles. Las evaluaciones forman parte de un objetivo más amplio del Programa de Planificación para la Adaptación Climática encaminado a desarrollar un proceso replicable que integre las vulnerabilidades al cambio climático en la planificación de uso del suelo.

Este reporte ofrece información sobre la vulnerabilidad climática a partir de los aportes de los talleres de trabajo con el Equipo Técnico y los aportes de instituciones y grupos comunitarios locales. 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 del Municipio que permita análisis cada vez más completos considerando las vulnerabilidades más críticas. Donde sea necesario, el Programa de Planificación para la Adaptación Climática continuará apoyando este proceso por medio de entrenamientos en cambio climático y vulnerabilidad. Esencialmente, el proceso evaluativo parte de considerar los objetivos municipales de desarrollo. Seguidamente analiza como estos objetivos 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 del Municipio. Los resultados de los estudios de riesgo y vulnerabilidad climática auspiciados por el Ayuntamiento del Municipio Santiago y por el Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago (CDES) han servido de base para la organización de este documento.

Esta evaluación de vulnerabilidad sigue el Marco de Desarrollo Resiliente ante el Cambio Climático de USAID (2014) bajo el enfoque del "desarrollo primero", identificando las líneas estratégicas y los objetivos de desarrollo municipales, para analizar cómo estos son vulnerables a riesgos climáticos presentes y futuros. Los componentes de 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.

2. CONTEXTO MUNICIPAL

2.1. Ubicación, división territorial y población

La Provincia Santiago se encuentra en el centro del Valle del Cibao, en el Noroeste de República Dominicana. Limita al Norte con la Provincia Puerto Plata, al Este con las Provincias Espaillat y La Vega, por el Sur con la Provincia San Juan y por el Oeste con las Provincias Santiago Rodríguez y Valverde. La Provincia Santiago está integrada por diez Municipios y quince Distritos Municipales de los cuales son de interés para los objetivos del presente programa, el Municipio Santiago y sus cuatro Distritos Municipales: Pedro García, La Canela, San Francisco de Jacagua y Hato del Yaque (Figura 1). El Municipio Santiago y sus Distritos Municipales tienen 25 Sectores, 135 Parajes, 86 Barrios y 5 Zonas Urbanas, en una superficie de 437.34 km² (Tabla 1). La zona urbana de Santiago es la segunda ciudad en importancia económica del país y el principal centro de intercambio de bienes y servicios de toda la región del Cibao.



Figura 1. Localización del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales en el contexto de la Provincia Santiago y República Dominicana. Fuente: ONE (2016).

Tabla 1. División territorial del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales. Fuente: BID/AMS/CDES (2015).

Municipios y Distritos Municipales	Area (km ²)	Secciones	Parajes	Barrios	Zona urbana	Total
Santiago	165.0	8	42	61	1	111
La Canela	93.4	2	13	3	1	18
San Francisco de Jacagua	82.3	10	38	4	1	52
Pedro García	52.6	1	31	4	1	36
Hato del Yaque	38.0	4	11	14	1	29
Total	437,34	25	135	86	5	246

El Municipio Santiago y sus Distritos Municipales tienen una población total de 679,484 habitantes: 333,760 hombres y 345,724 mujeres (Tabla 2). Santiago es la más poblada con 591,985 habitantes, mientras que Pedro García tiene sólo 4,006 habitantes. En Santiago y Hato del Yaque la población urbana comprende más del 80%, mientras que, en el resto de las municipalidades, la población rural es predominante, con más del 60% (Figura 2). BID/AMS/CDES (2015) aporta estimaciones de las proyecciones de población para el Municipio y los Distritos Municipales para los años 2020, 2030 y 2050 (Tabla 3).

Tabla 2. Datos poblacionales de las zonas urbanas y rurales del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales. T. Total, H. Hombres, M. Mujeres. Fuente: ONE (2016).

Municipio y Distritos Municipales	Urbana			Rural			Total			Densidad (hab./km ²)
	T	H	M	T	H	M	T	H	M	
Santiago	550,753	267,915	282,838	41,232	20,831	20,401	591,985	288,746	303,239	3,433.6
Hato del Yaque	23,637	12,087	11,550	5,887	3,103	2,784	29,524	15,190	14,334	757.6
San Francisco de Jacagua	9,321	4,658	4,663	27,581	13,999	13,582	36,902	18,657	18,245	478.9
La Canela	6,581	3,378	3,203	10,486	5,635	4,851	17,067	9,013	8,054	175.4
Pedro García	1,288	665	623	2,718	1,489	1,229	4,006	2,154	1,852	76.1
Total	591,580	288,038	302,254	87,904	45,057	42,847	679,484	333,760	345,724	1,553.7

Tabla 3. Proyecciones de población para el Municipio Santiago y sus Distritos Municipales para los años 2020, 2030 y 2050. Fuente: BID/AMS/CDES (2015).

Municipio y Distritos Municipales	2020	2030	2050
Santiago	659,745	688,170	726,691
San Francisco de Jacagua	55,475	76,668	134,640
Hato del Yaque	36,539	41,913	51,976
La Canela	18,248	18,287	18,329
Pedro García	4,238	4,238	4,238

2.2. Geografía y recursos naturales

El territorio del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales se distribuye entre las elevaciones de la Cordillera Septentrional al Noreste, la Cordillera Central al Suroeste y la planicie del Valle del Cibao entre ambos macizos montañosos (Figura 3). La Hoja Topográfica muestra que los territorios de La Canela y Hato del Yaque se encuentran prácticamente completos en el valle, en alturas entre 120 a 300 msnm, y solo sus fronteras meridionales bordean la Cordillera Central donde se observan alturas de unos 400 msnm. San Francisco de Jacagua posee cerca del 62% de su territorio en la Cordillera Septentrional donde se observan alturas de cerca de 1000 msnm y un 38% en el valle, donde la altura no sobrepasa los 200 msnm. Santiago posee cerca del 14% de su territorio en la Cordillera Septentrional donde se observan alturas de entre 300 a 900 msnm y un 86% en el valle con alturas entre 157 a 230 msnm. Pedro García se encuentra íntegramente en la Cordillera Septentrional con intervalos de alturas entre 400 a 982 msnm.

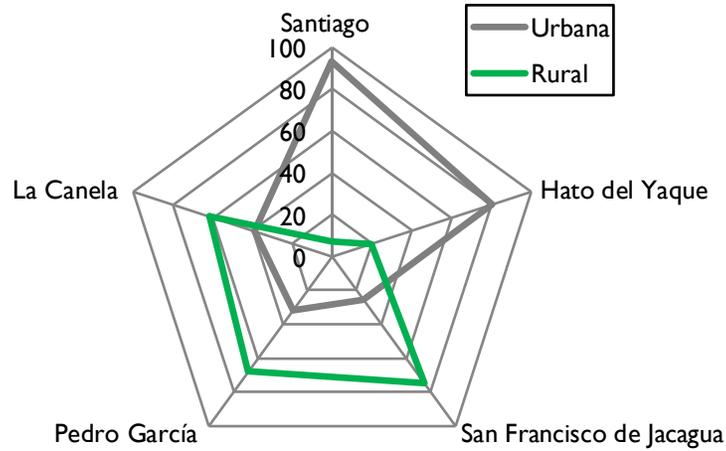


Figura 2. Porcentajes de población urbana y rural del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales. Fuente: BID/AMS/CDES (2015).

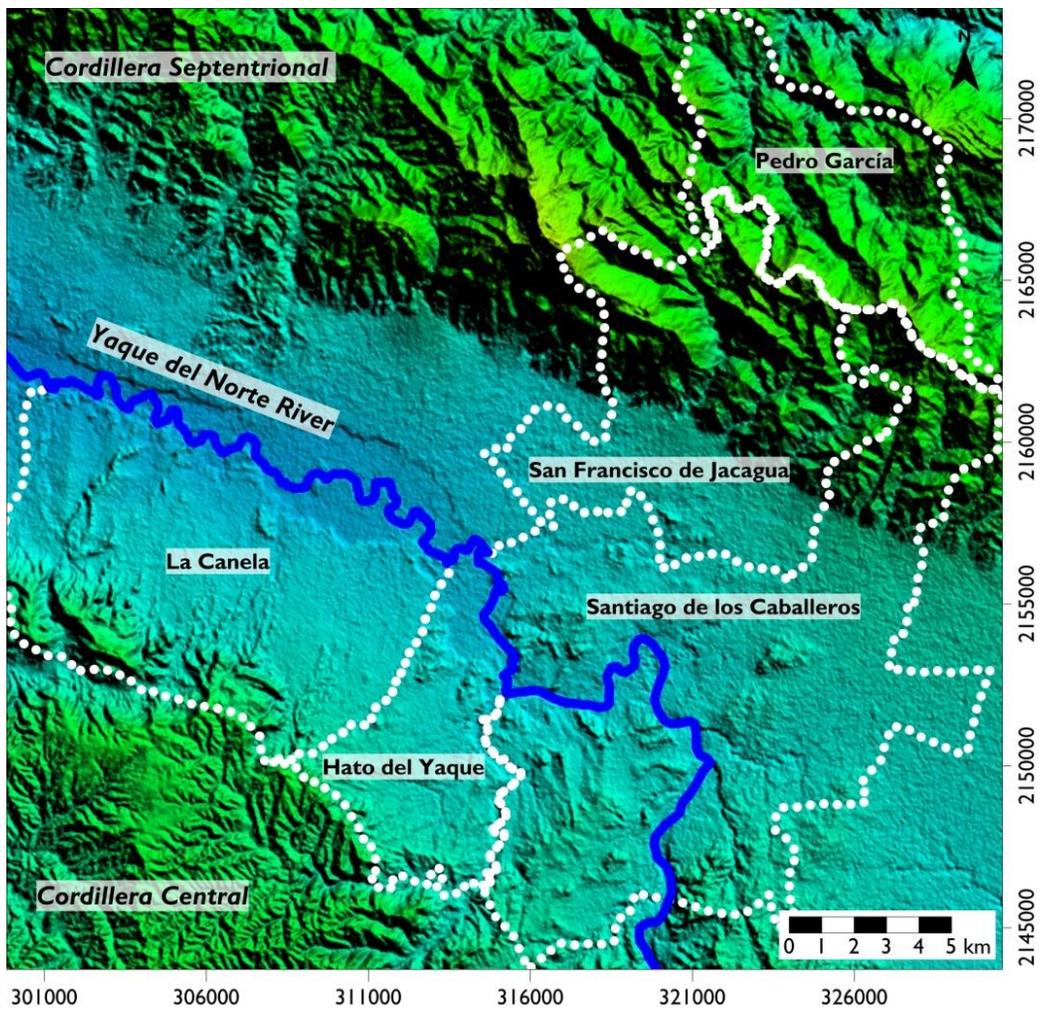


Figura 3. Contexto geomorfológico del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales. Las líneas blancas punteadas indican las fronteras municipales y distritales. Fuente. Mapa de relieve cortesía de LEAPFROG.

El Municipio Santiago y sus Distritos Municipales Hato del Yaque, La Canela y San Francisco de Jacagua son parte de la Cuenca del Río Yaque del Norte, la más grande del país con una superficie de 7,053 km² (BID/AMS/CDES, 2016), mientras que el Distrito Municipal Pedro García se incluye en la Cuenca del Río Yásica. El Yaque del Norte es el principal curso de agua del Municipio y fluye por cerca de 44 km de su territorio. El río define la frontera Norte del Distrito Municipal La Canela con 21.7 km, seguidamente corre a lo largo de 5.6 km de la frontera entre Hato del Yaque y Santiago y finalmente entra en Santiago y recorre la ciudad por unos 17.3 km. El Río Yaque del Norte no atraviesa el territorio de los Distritos Municipales Pedro García ni San Francisco de Jacagua y en éstos cobran importancia otros cursos de agua como los Ríos Yásica y Jacagua, respectivamente.

Los principales elementos del sistema hídrico del Municipio y sus Distritos Municipales que pueden resultar de interés a los efectos del análisis de vulnerabilidad, se resumen en la Tabla 4 y se muestran en la Figura 4. Comparativamente, Pedro García, La Canela y Hato del Yaque presentan una red hídrica menos compleja y extensa que San Francisco de Jacagua y especialmente Santiago. Sin embargo, en el contexto hídrico también pueden ser relevantes los canales de riego presentes en las zonas agrícolas de todo el Municipio. Varias estructuras de gestión del agua, como el complejo Tavera-Bao-López-Angostura, se han construido para manejar el caudal de los ríos en la cuenca media, que es intenso durante los eventos de lluvia pico y disminuye de manera significativa durante los períodos secos. Santiago, situado en la base de la cuenca media, depende de flujos bien regulados para satisfacer las necesidades de agua de la población y el control de las inundaciones (USAID, 2013).

Tabla 4. Principales ríos, arroyos y cañadas del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales. Fuentes: Hoja Topográfica y Mapa de cuencas de la Provincia Santiago de Ministerio Ambiente (2016).

Divisiones	Ríos, arroyos y cañadas
Santiago	Ríos Yaque del Norte, Gurabo y Jacagua; Arroyos Río Arriba, Palo Quemado, Pastor, Los Salados, Pontezuela, Guazumal, Hoyo del Caimito, Hondo, Nibaje, Palo Quemado, Balbosico, Dicayagua, Río Arriba; Cañadas Naranja y La Noriega
San Francisco de Jacagua	Ríos Jacagua, Quinigua, San Francisco, Bellaco, del Congo; Arroyos El Ranchito, Los Mameyes, Salado, Salamandra, Cañada Quebrada Honda
Hato del Yaque	Río Yaque del Norte; Arroyos Dicayagua, Aciba; Los Salados, cañadas sin nombre
La Canela	Río Yaque del Norte; Cañadas La Cabilla, La Guardarraya, cañadas sin nombre
Pedro García	Ríos Yásica, Pedro García, Cañada de los Ramones, cañadas sin nombre

2.3. Dinámica económica

La economía de Santiago es sostenida principalmente por la comercialización de productos agropecuarios y bienes terminados, producción de bienes en las zonas francas y por el comercio (BID/AMS/CDES, 2016). Los sectores productivos son amplios y abarcan una diversa producción agrícola (pecuaria, avícola, vacuna), forestal, apícola y pesquera, una amplia variedad de industrias (elaboración de alimentos, salsas y condimentos, productos de tabaco, lácteos, destilerías, fábricas de envases, procesamiento de café, química, tenerías y fábricas de pienso), extracción y procesamiento de agregados y zonas francas (Ministerio Ambiente/GIZ, 2010). La mayoría de los residentes en la zona urbana se dedican a la industria, los servicios administrativos y el comercio. La economía de Santiago tiene un PIB (PPA)¹ de US\$10.8 mil millones de dólares (el 14% del PIB nacional) y un PIB (PPA) per cápita de US\$10,793; que hacen de la ciudad la más rica de toda la República Dominicana después de Santo Domingo. Las personas que viven en las zonas bajas inundables participan principalmente en el sector informal (venta de bienes en los mercados y mano de obra no calificada) (USAID, 2013). El plan para el desarrollo económico de MEPyD (2016) ofrece la información más actualizada sobre las perspectivas de la economía municipal y provincial.

¹ Producto interno bruto (PIB) a valores de paridad de poder adquisitivo (PPA).

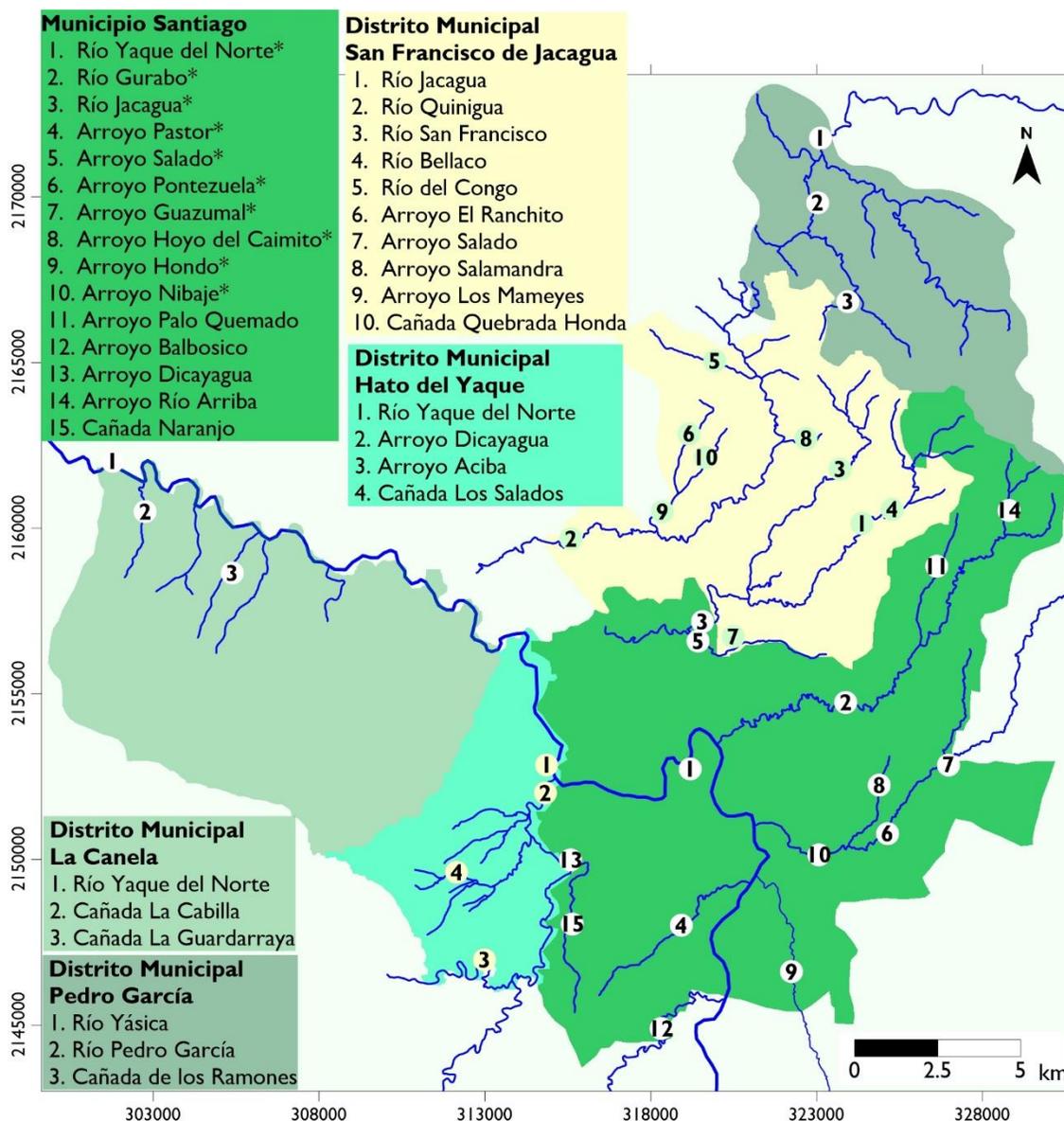


Figura 4. Principales ríos, arroyos y cañadas del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales. Fuente: Hoja Topográfica del Instituto Cartográfico Militar. (*) Cursos sujetos a inundación según CORAASAN/CGC (2014).

El Distrito Municipal Pedro García es el más pobre con un 56.7% de hogares pobres y 52.4% de personas pobres². Entre 23 a 26 de sus divisiones (Parajes, Secciones o Barrios) tienen valores de pobreza superiores al 50%. En los restantes Municipios y Distritos Municipales la pobreza global se mantiene por debajo del 50%. El Distrito Municipal San Francisco de Jacagua es el menos pobre con 26.7% de hogares pobres y 25.7% de personas pobres (Tabla 5). No obstante, a nivel de las diferentes divisiones el porcentaje de hogares o personas pobres puede ser mayor. Por ejemplo, Santiago tiene un 28.5% de hogares pobres y 30.3% de personas pobres, pero hay 10 Parajes/Barrios con porcentajes de pobreza de más de un 50% (MPyD, 2013). Tanto en Santiago como en Hato del Yaque existe una gran concentración de hogares pobres cerca del Río Yaque del Norte, lo que se traduce en una alta vulnerabilidad (Figura 5).

² La pobreza se define de manera multidimensional ponderando varias variables relacionadas con las condiciones materiales de vida de la población (calidad de la vivienda, nivel de escolaridad, servicios sanitarios, etc.) (MPyD, 2013).

Tabla 5. Datos de pobreza del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales (Fuente: MPyD, 2013).

Municipio y Distritos Municipales	Hogares			Población		
	Total	Pobres	Pobres (%)	Total	Pobres	Pobres (%)
Pedro García	1,144	649	56.7	4,006	2,100	52.4
Hato del Yaque	8,346	3,838	46.0	29,524	13,647	46.3
La Canela	4,957	2,381	48.0	17,067	7,489	45.1
Santiago	175,318	49,924	28.5	591,985	178,639	30.3
San Francisco de Jacagua	10,032	2,674	26.7	36,902	9,460	25.7
Total	199,797	59,466	29.7	679,484	211,335	31.1

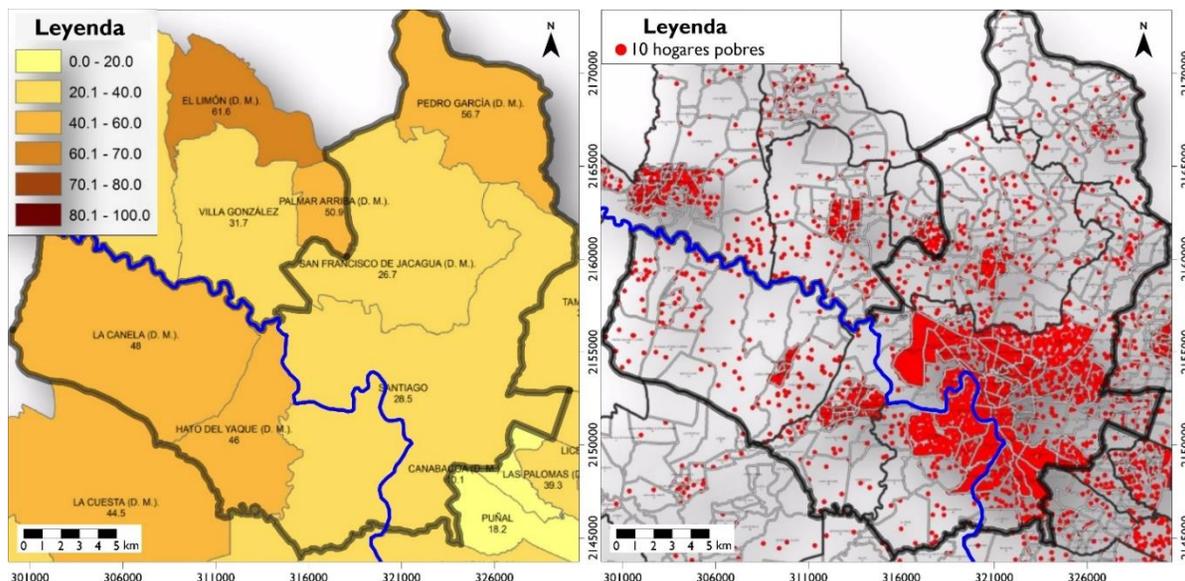


Figura 5. Ubicación geográfica de los hogares pobres (derecha) y los porcentajes de hogares pobres (izquierda) por Sectores/Barrios del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales. Fuente: MPyD (2013).

3. LÍNEAS ESTRATÉGICAS MUNICIPALES Y RETOS

El Plan de Acción del Programa Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (BID/AMS/CDES, 2016) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) del Ayuntamiento del Municipio de Santiago (AMS) y el Consejo para el Desarrollo Estratégico (CDES) plantea seis Líneas Estratégicas de Desarrollo. Las propuestas de este plan son coincidentes con las del Plan Estratégico de Santiago (CDES, 2010) tanto en sus líneas estratégicas como en sus objetivos, metas, programas y proyectos. Ambos planes contienen las actividades, sectores y servicios claves para el desarrollo municipal (Tabla 6). Seguidamente se ofrece una síntesis de información de cada uno de estos aspectos que permiten conocer su situación actual y valorar su grado de sensibilidad climática en el marco del análisis de su vulnerabilidad. Se trata de analizar la vulnerabilidad de los componentes claves para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo municipales.

3.1. Uso del suelo

Los datos disponibles sobre el uso del suelo del Ministerio Ambiente/GIZ (2010) y BID/AMS/CDES (2016) muestran que en el Municipio Santiago la cobertura es fundamentalmente de asentamientos humanos, con un 41.5% de su territorio urbanizado, mientras que en los restantes Distritos Municipales la cobertura urbana varía entre un 2 al 9%. La mayor cobertura del suelo corresponde a la agricultura, con menores valores en Santiago (42%) y mayores en los Distritos Municipales (entre 69 a 75%).

Tabla 6. Correspondencia general entre las Líneas Estratégicas del CDES (2010) y el Plan de Acción del Programa Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles BID/AMS/CDES (2016) junto a algunas actividades, sectores y servicios claves relacionados.

Líneas estratégicas		Actividades, sectores y servicios*
Plan Estratégico de Santiago (CDES, 2010)	Plan de Acción del Programa Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (BID/AMS/CDES, 2016)	
1. Santiago ordenado, conectado y con equidad socio-territorial	1. Planificación urbana integral para el crecimiento económico	● Uso del suelo (3.1)
2. Santiago sustentable, verde y amigo del Yaque	2. Intervenciones urbanas transformadoras	● Parques públicos y recursos naturales (3.2)
	3. Servicios públicos de calidad	● Manejo de residuos sólidos (3.3.1)
	3.1 Gestión de residuos sólidos	● Aguas residuales y pluviales (3.3.2)
	3.2 Agua y saneamiento	● Servicios de agua (3.3.3)
	3.3 Sistema de movilidad integrado	● Movilidad urbana (3.3.4)
	3.3 Sistema de movilidad integrado	● Electricidad (3.3.5)
	4. Reducción de la vulnerabilidad ³	● Vulnerabilidad ante desastres
3. Santiago articulado, participativo y democrático	5. Gestión moderna y eficiente	● Gobernanza participativa (3.4)
		● Gestión fiscal (3.5)
4. Santiago emprendedor, competitivo y de empleos dignos	6. Incorporación de la ciudad al sistema turístico nacional	● Turismo (3.6)
5. Santiago cultural, incluyente y saludable		● Patrimonio histórico cultural (3.7)

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

En el Distrito Municipal La Canela el 75.9% del suelo es de uso agrícola, principalmente de arroz; seguido del Distrito Municipal Hato del Yaque también con un 69% de suelo agrícola donde predominan los cultivos intensivos. En el Distrito Municipal San Francisco de Jacagua el 75% del suelo es agrícola y aquí son importantes los cultivos intensivos, la agricultura mixta, el arroz y el café. En el Distrito Municipal Pedro García el suelo agrícola ocupa un 64% y el principal rubro es el cacao. En general, los ecosistemas naturales (bosques latifoliados, coníferos y seco) ocupan entre un 16 a 24% (Figura 6). El Municipio cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial como instrumento de articulación, organización, y gestión territorial, que rige su desarrollo urbano, propiciando un modelo de desarrollo sostenible por los próximos 20 años (POT, 2016). Al ser coincidente con las líneas estratégicas, objetivos, metas, programas y proyectos del POT, el Plan de Acción del Programa Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles del Municipio (BID/AMS/CDES, 2016) fortalece el ordenamiento territorial bajo un enfoque más completo de la importancia de la vulnerabilidad climática en el contexto del desarrollo.

3.2. Parques públicos y recursos naturales

El desarrollo metropolitano del Municipio Santiago no ha dejado grandes espacios para las áreas naturales. De hecho, en la zona urbana de Santiago la cobertura de áreas verdes es solo de cerca de un 9% (AMS, 2014). El Plan de Acción de BID/AMS/CDES (2016) tiene entre sus objetivos aumentar el espacio público y generar una infraestructura verde metropolitana. Además, el Municipio cuenta con 31 km² de Áreas Protegidas que ocupan cerca de un 7% del territorio municipal y tres de sus Distritos Municipales: San Francisco de Jacagua, Pedro García y Hato del Yaque (Ministerio Ambiente/GIZ, 2010). Las categorías incluyen tres Monumentos Naturales: Pico Diego de Ocampo (~1 km²), Saltos de la Tinaja y La Ceiba (~29 km²); y la Reserva Científica Dicyagua (~1.4 km²).

³ En el contexto de la presente evaluación la línea de vulnerabilidad municipal deviene en un eje transversal de las restantes líneas y objetivos de desarrollo del Municipio Santiago.

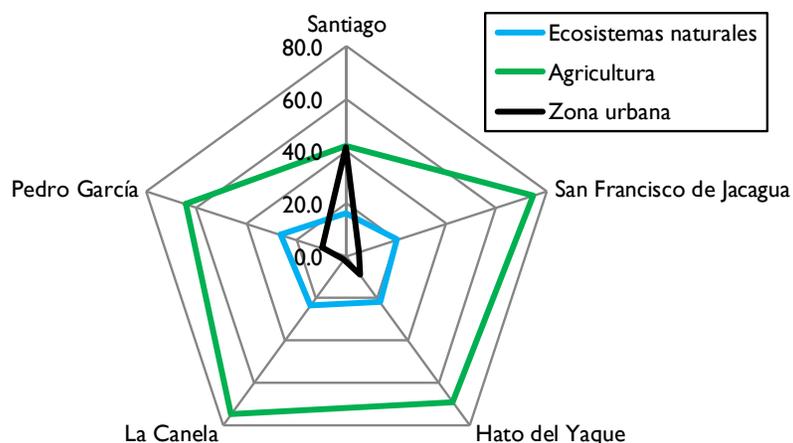


Figura 6. Porcentaje de cobertura de tres usos del suelo en el Municipio Santiago y sus Distritos Municipales. Fuente: Ministerio Ambiente/GIZ, 2010 actualizada a partir de BID/AMS/CDES, 2016).

3.3. Calidad de los servicios municipales

Un objetivo importante del funcionamiento y desarrollo municipal es la prestación de servicios adecuados y eficaces para todos los ciudadanos, si bien muchos de ellos no son gestionados por el propio Ayuntamiento. Entre estos servicios críticos se incluyen abastecimiento de agua potable, saneamiento, transporte, gestión de residuos sólidos o la electricidad. Otros servicios importantes para el Municipio incluyen los mataderos, cementerios y servicios funerarios, parques y espacios públicos, bibliotecas públicas e instalaciones deportivas y recreativas.

3.3.1. Manejo de residuos sólidos

La gestión de residuos sólidos es competencia del Ayuntamiento de Santiago (Leyes 64-00 y 176-07) bajo la Dirección de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS). La recolección de los residuos la realizan dos empresas privadas mediante contrato. Los diferentes residuos (urbanos, sanitarios, peligrosos, industriales, de construcción u otros) son mezclados en origen (o en ocasiones en destino), y conducidos indiscriminadamente al vertedero de Rafey en el Noroeste de la ciudad. El vertedero es de tipo “a cielo abierto” y su administración fue adjudicada por licitación a la Empresa Green Wheels Dominicana en el 2011, la cual impulsó la instalación de una planta recicladora con capacidad para 2 mil toneladas/día de basura en el 2014. La región cuenta también con la Empresa Recicladora del Cibao. El vertedero no cuenta con las obras, equipamientos e infraestructuras, necesarias para un buen funcionamiento. No existe sistema de captación de biogás ni drenaje de lixiviados. Los lixiviados se acumulan en excavaciones donde se evaporan o bien se desbordan cuando llueve acabando en los cursos de agua o infiltrándose al subsuelo. La cobertura en la recolección es del 80%, pero no existen horarios o itinerarios fijos para los camiones de recolección por lo que la basura es abandonada en las calles contribuyendo al deterioro de la ciudad. El vertedero de Rafey capta un promedio de 1,058 toneladas/día de residuos sólidos. Aproximadamente 200 Ton/día de basura no son colectados y acaban siendo, o bien quemados o se acumulan en vertederos improvisados. El porcentaje de residuos sólidos de la ciudad que son separados y clasificados para reciclado es apenas del 7% (BID/AMS/CDES, 2016).

3.3.2. Aguas residuales y pluviales

El manejo de las aguas residuales está bajo la responsabilidad de CORAASAN. La recolección se realiza mediante una red de unos 840 km de longitud y siete plantas de tratamiento de aguas residuales con una capacidad total de 1,742 litros/segundo. La planta principal es la de Rafey que proporciona servicio a la

Ciudad de Santiago, mientras el resto de las plantas sirven a algunos barrios y cabeceras municipales aledañas. Cinco de estas plantas ejecutan procesos de tratamiento secundario de lodos activados, los dos restantes son de tratamiento primario. Estas plantas son mayormente para el manejo de aguas residuales de origen doméstico y, en algunos casos, de origen industrial, las cuales debieran recibir un pre-tratamiento antes de descargar al alcantarillado lo cual no siempre se logra. El porcentaje de hogares con conexión domiciliaria al sistema alcantarillado es del 81%. De la totalidad de aguas residuales captadas solo el 37% son tratadas según las normas nacionales. Esto implica que el 63% de las aguas residuales generadas en la ciudad son descargadas a cañadas y cuerpos de agua sin recibir ningún tipo de tratamiento previo. El manejo de las aguas pluviales es responsabilidad del Ayuntamiento. Actualmente hay un porcentaje significativo de interconexiones pluviales al alcantarillado sanitario deficientes y una insuficiente capacidad de conducción en muchas tuberías que fueron construidas en la década de los 70. Esta situación genera presiones sobre el sistema de alcantarillado sanitario cuando ocurren precipitaciones, provocando desbordes, obstrucciones o averías y, por consiguiente, condiciones ambientales preocupantes por la circulación de aguas residuales en las vías públicas o el interior de edificaciones, lo cual se hace más crítico durante los meses lluviosos (BID/AMS/CDES, 2016).

3.3.3. Servicios de agua

El complejo de presa Tavera-Bao-López-Angostura es el principal sistema de suministro de agua al Municipio Santiago, pero además tiene como uso la generación eléctrica y el agua una vez turbinada se emplea en la irrigación agrícola. El complejo está ubicado aproximadamente a 30 km al sur de Santiago en la Sección Tavera de la Provincia La Vega. La fuente de abastecimiento del Embalse Tavera es el Río Yaque del Norte y del Embalse Bao el Río Bao, uno de sus afluentes. El Contraembalse de López-Angostura constituye la última etapa del complejo. Esta es la obra principal para almacenar el agua a la vez que para controlar y desaguar las avenidas. La Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN), suministra servicios al área urbana del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales, donde atiende a más de 800,000 personas y 155 mil viviendas, establecimientos comerciales e industriales, lo cual representa un 90% del total provincial. El Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillados (INAPA) provee servicio a las zonas rurales y los Distritos Municipales restantes. En este sector los retos principales son la deficiencia en la continuidad del servicio, las grandes pérdidas físicas y comerciales, los gastos elevados en la operación de instalaciones por el uso ineficiente de la energía eléctrica y los bajos niveles de recaudación (69% del total facturado) (BID/AMS/CDES, 2016).

3.3.4. Movilidad urbana

En Santiago, el tráfico sigue representando una amenaza importante y creciente para el desarrollo económico. El transporte vehicular cuenta con 288,886 vehículos de diferentes tipos.⁴ La estructura vial consta de un primer circuito formado por el centro histórico, un segundo formado por el anillo que hacen la Avenida Estrella Sadhalá y la Avenida Mirador del Yaque y el tercero formado por las vías perpendiculares que cruzan a las anteriores, tales como la Bartolomé Colón, 27 de febrero, Juan Pablo Duarte. Sus vías principales son de doble sentido de circulación y tres carriles. La Autopista Juan Pablo Duarte es la de mayor importancia y conecta directamente con la Ciudad de Santo Domingo. En sentido general, Santiago posee una buena conexión a través de carreteras con el resto del país. Entre las avenidas que se encuentran dentro de su zona urbana, las que presentan una mayor carga vehicular son la Estrella Sadhalá, Mirador del Yaque, Bartolomé Colón y la Avenida Monumental. Además, la Ciudad de Santiago de los Caballeros cuenta con una serie de vías urbanas secundarias, las cuales sirven de enlace con los principales centros urbanos del área metropolitana o cabeceras intermunicipales, no servidas necesariamente por las vías primarias nacionales (BID/AMS/CDES, 2016).

⁴ <http://www.dgii.gov.do/informacionTributaria/estadisticas/parqueVehicular/Paginas/parqueVehicular.aspx>

3.3.5. Electricidad

En el Municipio Santiago el 93.9% de la población urbana está conectada a la red de EDENORTE. Más allá de la amplia cobertura, en este sector es particularmente alarmante el número promedio de interrupciones eléctricas por cliente durante el año, que es de 202 veces. La duración promedio de las interrupciones es de 2.6 hora/cliente. El sector eléctrico se ha caracterizado por presentar niveles deficitarios de operación a lo largo de los años, debido al amplio margen de pérdidas que registra el Balance Operacional de EDENORTE. Según información de prensa la situación de las interrupciones eléctricas parece ser aún peor en los Distritos Municipales. En el tema de energía se requieren mejoras en la continuidad del servicio, la implementación de normas y regulaciones respecto a la eficiencia energética y el incremento en el uso de energías alternativas y renovables (BID/AMS/CDES, 2016).

3.4. Gobernanza participativa

El Plan Estratégico “Santiago 2020” en cuya elaboración intervinieron más de 245 instituciones públicas y privadas, así como ciudadanos independientes, define el concepto gobernabilidad como la “capacidad que tiene una sociedad de crear espacios donde se construyan consensos para el desarrollo del bien común”. Esta capacidad viene dada por: a) herramientas de tipo legal adecuadas a las necesidades, b) reglas de juego claras, c) representatividad equilibrada, legítima y auténtica, d) procesos claros y flexibles, e) instituciones que atiendan adecuadamente los intereses de los diferentes actores, f) capacidad y posibilidad para la participación, g) conciencia ciudadana y cívica y h) involucramiento por parte de individuos y organizaciones. Más aún, el Plan Estratégico reconoce la responsabilidad de todos los actores que conforman una sociedad, no sólo de sus gobernantes, de generar esas capacidades para enfrentar los retos y desafíos del desarrollo (CDES, 2010). Un aspecto importante en la gobernanza participativa lo constituye el involucramiento de actores en la vida municipal y en la gestión gubernamental. Para el año 2008 Santiago contaba con 400 Juntas de Vecinos y Organizaciones Populares. Al 2013 esa cifra era de 810 y debe ser superior al presente. Además, se estima que existen unas 112 Organizaciones no Gubernamentales (ONG'S), en diferentes áreas (AMS/UE, 2013). En términos económicos una expresión de la gobernanza es el presupuesto participativo del Ayuntamiento de Santiago que ha oscilado entre RD\$178, 747,083.27 en el 2011 a RD\$125, 000,000.00 en el año 2016 (AMS, 2016).

3.5. Gestión fiscal

La línea estratégica para una gestión moderna y eficiente del Plan de Acción del BID/AMS/CDES (2016), busca fortalecer la gestión del Ayuntamiento del Municipio Santiago con las siguientes acciones: i) mejorar los mecanismos de gobierno (gestión pública y transparencia); ii) mejorar la gestión de ingresos; y iii) mejorar el manejo del gasto. La sostenibilidad fiscal representa una necesidad clave para el Municipio (extensible a sus Distritos Municipales), ya que de ella depende la capacidad de captar y manejar recursos, y de llevar a cabo proyectos que busquen mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Según la Ley el 40% del ingreso de los Ayuntamientos se dedicará a inversiones (directas o a través del presupuesto participativo) por lo que un incremento de los ingresos se traduce en mayor disponibilidad de fondos -del gobierno y las comunidades- para acometer acciones de adaptación al cambio climático.

3.6. Turismo

La Provincia Santiago ha sido declarada como destino ecoturístico y el Municipio ha definido una línea estratégica para el turismo y la cultura, con acciones como: i) identificar y planificar la oferta de servicios turísticos; ii) mejorar los estándares de gestión del turismo en el Municipio y la Provincia Santiago e iii) implementar y mejorar la promoción del turismo. Entre los sitios de interés turístico de la provincia se encuentran el Monumento a los Héroes de la Restauración, que recibe 4,500 personas cada mes; el Centro

Cultural Eduardo León Jimenes, el Estadio Cibao y el Carnaval de Santiago. Santiago cuenta con 31 hoteles y 1,366 habitaciones, con una tasa ocupacional de 59.2% en el 2014 (BID/AMS/CDES, 2016). Respecto al turismo ecológico, en la Provincia hay zonas con potencial de desarrollo turístico en montaña que están siendo parte de la iniciativa de Corredores Ecológicos de la Cordillera Central (PNUD, 2014) y la Cordillera Septentrional (ODTS, 2016).

3.7. Patrimonio histórico y cultural

El Consejo para el Desarrollo de Santiago, el Centro Cultural Eduardo León Jimenes, el Ministerio de Cultura y la Alcaldía de la ciudad han presentado una Agenda de Cultura para el Desarrollo que tiene entre sus metas la revalorización y mejora de edificaciones, espacios públicos, parques, plazoletas, plazas, edificios y otros equipamientos culturales de la Ciudad de Santiago. Se han inventariado 355 equipamientos culturales formales en la ciudad. Algunas infraestructuras de este patrimonio incluyen el Centro de la Cultura el Archivo Histórico y la Casa de Arte, entre otros edificios (ACD, 2016).

4. VULNERABILIDADES RELACIONADAS CON EL CLIMA

La variabilidad del clima y el cambio climático pueden tener impactos significativos en los sectores municipales de desarrollo, los servicios y en la población, que obstaculizan los esfuerzos municipales para lograr los objetivos de desarrollo. El planeamiento municipal puede beneficiarse de una mejor comprensión de las vulnerabilidades climáticas de su población, de los sectores económicos y de los servicios, que si se abordan en forma apropiada pueden mejorar la resiliencia de las estrategias y las inversiones municipales. Siguiendo las definiciones del IPCC (2013; 2014), las vulnerabilidades de Santiago relacionadas con el clima pueden dividirse en tres componentes: i) el nivel de exposición a factores de estrés y riesgo climáticos, ii) las sensibilidades e impactos potenciales de los factores de estrés y riesgos relacionados con el cambio climático y iii) la capacidad de adaptación de Santiago para manejar estos problemas (Cuadro 1). La vulnerabilidad climática es la propensión a ser afectados negativamente por factores de estrés climático. El concepto de vulnerabilidad climática reconoce el potencial de las personas o empresas 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 la vulnerabilidad.

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 por una amenaza o estresor climático. Estos factores de estrés y riesgo climáticos incluyen variables y fenómenos hidrometeorológicos con potencial para causar daño a la salud humana, a los medios de vida y a los sistemas o recursos naturales. En esta evaluación, los factores de estrés climático incluyen precipitaciones, temperaturas extremas, sequía, inundaciones ribereñas, tormentas tropicales, erosión y deslizamientos de tierra, presentes y futuros. 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 las inundaciones debido a 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 será más sensible a las inundaciones que una carretera construida con un drenaje adecuado pues ha incorporado a su diseño las potenciales inundaciones. En conjunto, la exposición y la sensibilidad determinan el posible impacto que el clima y los factores de estrés no climáticos tendrán sobre importantes activos, infraestructuras o sobre poblaciones de interés para los servicios municipales y los sectores económicos. Los factores de estrés no climáticos son retos del desarrollo, tales como la degradación ambiental, la corrupción, el crecimiento de la población o la contaminación, que puede perjudicar el funcionamiento de un sistema, dificultando el logro de los objetivos de desarrollo (USAID, 2014).

El potencial de daño producto del clima puede ser minimizado reduciendo 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 como las sequías, precipitaciones intensas, tormentas u olas de calor, así como los efectos del cambio climático a largo plazo. Las capacidades de adaptación de los individuos, las familias, 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 con medidas de preparación y adaptación a los factores de estrés climático, sino también con el crecimiento del PIB, la implementación de reformas políticas, el emprendimiento de otras 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 de adaptación 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 centrarse en la reducción de la exposición, de la sensibilidad y/o en el aumento de la capacidad de adaptación.

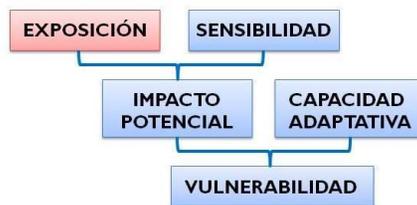
En esta sección se analiza hasta qué punto los objetivos municipales y los factores subyacentes que los apoyan (incluidas las personas y bienes) pueden ser afectados o incapaces de hacer frente a un factor de estrés climático. Esto implica el análisis individual y colectivo de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación. En primer lugar, se proporciona información que permite mejorar la comprensión de la exposición de Santiago 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 críticos de desarrollo de Santiago, en función de la sensibilidad de las personas y bienes expuestos. El tercer paso considera la posible capacidad de adaptación de Santiago que le permita mitigar o evitar estos impactos. Finalmente, se evalúa la vulnerabilidad general de los objetivos municipales, en función de la combinación de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación.

4.1 Exposición a las amenazas climáticas

A modo de introducción podemos decir que las características del clima en Santiago están cambiando. El promedio anual de temperaturas, mínima y máxima, y la frecuencia de días y noches calurosos han ido aumentando y para mediados de siglo se prevé que la temperatura media anual aumente en 1.2°C a 1.6°C para los escenarios bajo y alto⁵, respectivamente. Santiago experimenta una precipitación media anual de alrededor de 1,100 mm (con aumento de la precipitación al incrementarse la altitud) y se prevé una disminución en la precipitación media anual para mediados de siglo de -8.75% a -11.30%. Históricamente,

⁵ Esta sección se refiere a los escenarios de “bajas” y “altas” emisiones de gases de efecto invernadero, para los períodos 2020–2039 (“2030”) y 2040–2059 (“2050” o mediados de siglo) según los informes del IPCC AR4 (2007) y AR5 (2014). Los escenarios de altas emisiones se refieren a RCP8.5 y SRES A2 y los de bajas, a RCP4.5 y SRES B1.

la ocurrencia de eventos extremos ha contribuido significativamente a la precipitación anual total. Es posible que la frecuencia de los huracanes no cambie, pero la intensidad media global de las tormentas tropicales podría aumentar en un 2 a 11% para el año 2100, con un aumento del índice de precipitación (USAID, 2013). Las precipitaciones extremas han causado deslizamientos de tierra e inundaciones en Santiago y sus alrededores. Se prevé que la precipitación total durante los fenómenos extremos aumente ligeramente a mediados de siglo, amplificando el riesgo de inundaciones y deslizamientos. Las secciones siguientes describen con mayor detalle las características presentes y futuras de cada uno de dichos riesgos climáticos. Esta sección se enfoca en la exposición (Cuadro 2) y describe las amenazas y estresores climáticos de Santiago (temperatura y precipitaciones extremas, huracanes, inundaciones, sequía, erosión y deslizamientos de tierra), que pueden conducir a impactos en el desarrollo, comenzando con un resumen de las condiciones históricas y tendencias actuales, seguido de las proyecciones del cambio climático para el 2030 y mediados de siglo. Estos factores son consistentes con los identificados como principales riesgos climáticos por el Equipo Técnico de Santiago y los resultados de los estudios realizados en el Municipio, resumidos por BID/AMS/CDES (2016).



Cuadro 2. Componentes de la vulnerabilidad: la exposición.

4.1.1. Temperatura

Situación actual de la temperatura. - La temperatura media anual en el Municipio Santiago es de $26.1^{\circ}\text{C} \pm 0.7^{\circ}\text{C}$, con una mínima en enero de 21.4°C , y una máxima a mediados del verano en agosto de 27.0°C . En República Dominicana, la temperatura media anual ha aumentado en aproximadamente 0.45°C de 1960 a 2003 (McSweeney *et al.*, 2012), y a un nivel promedio de $\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ por década en la zona de Santiago. El calentamiento durante el período 1951-2002 en Santiago fue más rápido en los meses más fríos, de noviembre a febrero (Climate Wizard, 2016). Los datos de la ONAMET indican que entre 1995 a 2014 la temperatura máxima promedio anual fue 31.8°C , con los mayores valores en agosto (33.3°C), temperatura mínima promedio anual fue 21.8°C . El número medio de "días calientes" por año en toda la República Dominicana aumentó en 63 (17,4% más días calurosos) entre 1960 y 2003 (McSweeney *et al.*, 2012). Además, se ha encontrado un calentamiento estadísticamente significativo en las temperaturas medias mensuales para junio, julio, agosto y diciembre para los períodos 1960-1985 y 1986-2012 (USAID, 2013). El modelo de la temperatura media anual del Atlas Climático de República Dominicana muestra diferencias térmicas en el Municipio y sus Distritos Municipales relacionadas con la altura (Figura 7). Como tendencia se observan las mayores temperaturas promedios (entre 24 a 26°C) hacia el centro del valle; valores más bajos hacia la Cordillera Central (entre 22 a 24°C) y mucho más bajos hacia la Cordillera Septentrional (entre 18 a 22°C). Pedro García, que es el Distrito Municipal de mayor altura, tiene las menores temperaturas (entre 18 a 22°C) en todo su territorio (JICA/ONANET, 2004). Para la región se reportan olas de calor hacia octubre al final de la estación lluviosa. Se han manifestado olas de calor entre 1974 a 2015, con una duración máxima de 2 días en el año 2006.⁶

⁶ Datos del Informe Mensual de Actividades, Oct-Nov de 2015 del Equipo del City College de Nueva York/INTEC del Programa de Información Climática. Las olas de calor se definen como un evento de calor extremo donde el índice de calor excede el percentil 99,5 por lo menos dos días consecutivos.

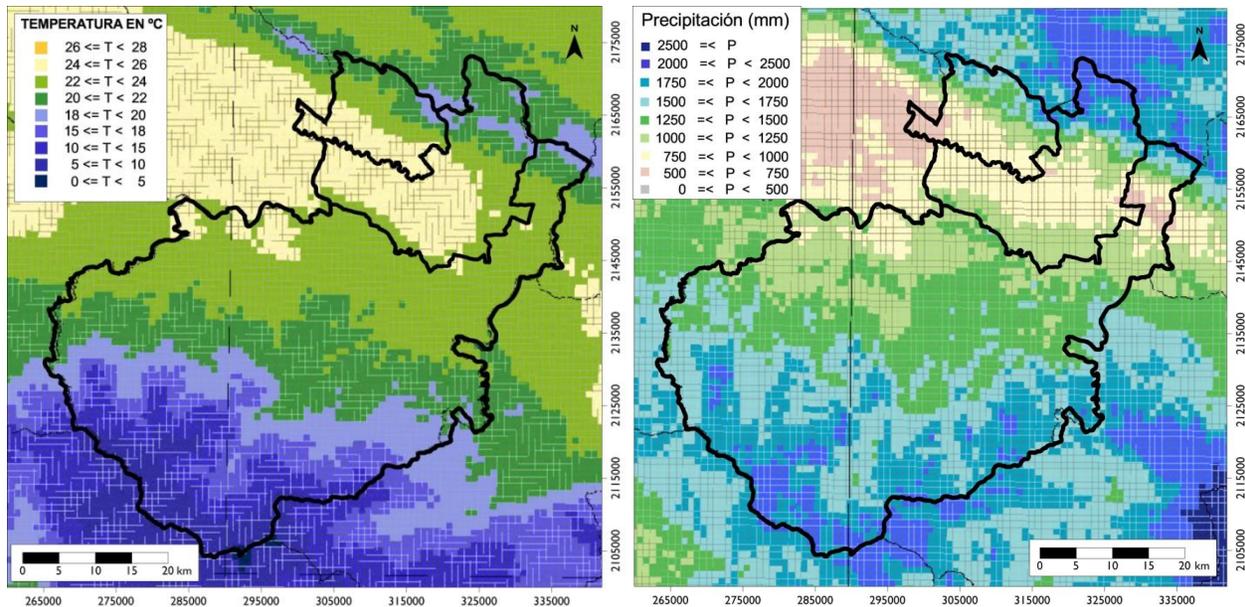


Figura 7. Mapa de distribución de la temperatura (izquierda) y la precipitación (derecha) media anual en la Provincia Santiago. Fuente: JICA/ONAMET (2004).

Situación futura de la temperatura. - Los modelos climáticos apuntan claramente a temperaturas más cálidas en Santiago en el futuro. Para el año 2030, en los escenarios de emisiones bajas y altas, se prevé que la temperatura media anual aumente en 0.8°C y 0.9°C, respectivamente. Para mediados de siglo, se prevé que las temperaturas máximas anuales aumenten de 1.2°C a 1.6°C para los escenarios de bajas y altas, respectivamente. La magnitud del cambio, para la temperatura anual máxima y mínima es de 1.4°C y 1.7°C para los escenarios de emisiones bajas y altas, respectivamente. Del mismo modo, se prevé que las temperaturas máximas anuales aumenten en 1.5°C y 1.8°C para los escenarios de emisiones bajas y altas, respectivamente. La confianza en las proyecciones de temperatura es alta (Climate Wizard, 2016). USAID (2013) discute similares escenarios para Santiago.

4.1.2. Precipitación

Situación actual de la precipitación. La precipitación anual promedio registrada en la Estación Meteorológica de Santiago (Coordenadas 19.45 y 70.7 y altitud 183 msnm) para el período 1960-2012 es de 1,080 mm con una alta variabilidad interanual. La región experimenta dos estaciones de lluvias máximas durante el año: la primera durante abril y mayo, con cantidades mensuales de alrededor de 110 y 150 mm, respectivamente; y la segunda en septiembre a diciembre, con picos en octubre y noviembre alrededor de 100 mm/mes. El mes más seco es febrero, con una precipitación media de alrededor de 40 mm (USAID, 2013). El modelo de precipitación promedio anual del Atlas Climático de República Dominicana (JICA/ONAMET, 2004) muestra también las diferencias en la precipitación en el Municipio y sus Distritos Municipales relacionadas con la altura (Figura 7). Como tendencia se observan los menores valores (750 a 1,000 mm) hacia el centro del valle; valores más altos hacia la Cordillera Central (1,000 a 1,250 mm) y mucho más altos hacia la Cordillera Septentrional (1,750 a 2,500 mm). Pedro García, el Distrito Municipal más montañoso, tiene las mayores precipitaciones en todo su territorio.

Situación futura de la precipitación. Las proyecciones para futuros niveles de lluvia no son tan claras como para los cambios de temperatura. En general, los escenarios de emisiones bajas y altas indican una mayor confianza hacia las reducciones proyectadas en la precipitación anual media para el año 2030, así como para mediados de siglo. La proyección de la precipitación media anual indica reducciones al 2030 (-5.43%

a -3.07%) que aumentan hacia mediados de siglo (-8.75% a -11.30%). Sin embargo, los escenarios de emisiones bajas y altas indican un ligero incremento en las precipitaciones en una combinación de meses, tanto en el 2030 como a mediados de siglo, incluyendo enero, abril, septiembre, noviembre y diciembre. Se prevé una disminución en el número de días con "lluvias extremas" a finales de la primavera y principios del verano, y un ligero aumento en los meses de invierno, aunque la confianza es baja (Climate Wizard, 2016). Debemos aclarar que las proyecciones de posibles aumentos en las precipitaciones en el verano asociadas a la actividad de ciclones tropicales, que no pueden ser capturadas en las proyecciones de los Modelos de Circulación General (GCM), pueden contrarrestar las disminuciones previstas para las lluvias en la región. Las proyecciones climáticas para Santiago muestran una ligera reducción en el potencial de lluvias en abril y mayo (pico de la estación lluviosa) y en julio y agosto, con un aumento en noviembre y diciembre (final de la segunda temporada de lluvias) (USAID, 2013). Bajo cualquier tipo de forzamiento radiativo los modelos coinciden mayormente en una disminución en la lluvia total de hasta 50% respecto a los valores históricos en la Provincia Santiago (CATHALAC 2015).

4.1.3. Sequía

Situación actual de la sequía. - Según el Mapa Nacional de Aridez (Verbist *et al.*, 2010) el territorio de Santiago se clasifica como subhúmedo-húmedo hacia el Oeste e hídrico hacia el Este. Un análisis preliminar del índice estandarizado de precipitación (SPI) del Centro Nacional de Mitigación de la Sequía con datos de la Estación Meteorológica de Santiago, en comparación con otras localidades, confirma la sequía de 1994, e indica una sequía extrema en el 2002 que se mantuvo -aunque más moderada- hasta el 2004 (Bourne *et al.*, 2016). Este evento bien conocido afectó prácticamente a todo el país (Figura 8). Aunque la tendencia del SPI muestra una recuperación posterior sus valores están volviendo a disminuir en todo el país, además de que las secuelas de este evento severo aún se manifiestan en los sistemas de almacenamiento de agua que nunca recuperaron sus niveles iniciales.

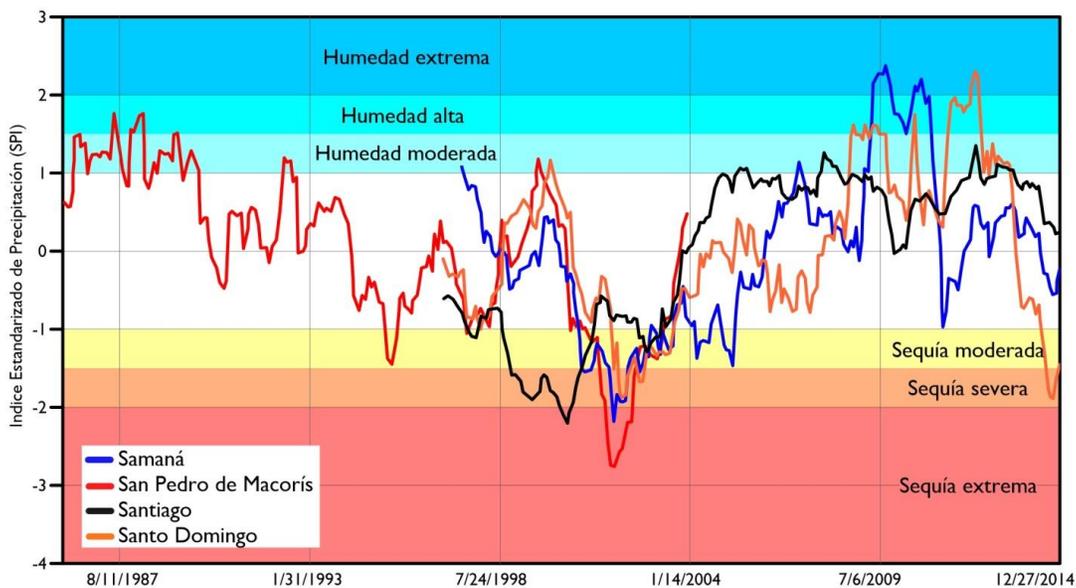


Figura 8. Variación comparativa del índice estandarizado de precipitación (SPI) para 24 meses, usando la herramienta del Centro Nacional de Mitigación de Sequía con datos de las Estaciones Meteorológicas de Santiago, Samaná, Santo Domingo (1996-2014) y San Pedro (1982-2003). Fuente: Bourne *et al.* (2016).

Situación futura de la sequía. - Los niveles de sequía podrían no cambiar mucho según las proyecciones de los modelos actuales. Se espera que para mediados de siglo la aridez anual y el déficit en la humedad del clima aumenten en Santiago en ambos escenarios de altas y bajas emisiones (con confianza moderada),

debido al aumento de la temperatura, la potencial evapotranspiración y la reducción de las precipitaciones. Anualmente, se prevé un aumento en el número de días secos consecutivos, aunque el cambio proyectado no es estadísticamente significativo (Climate Wizard, 2016).

4.1.4. Frecuencia e intensidad de huracanes

Situación actual de la frecuencia e intensidad de huracanes. - La frecuencia con que los eventos meteorológicos extremos penetran en República Dominicana es variable, con un promedio de uno cada dos años, pero puede ocurrir con tanta frecuencia como dos por año. Ha habido períodos de inactividad de cinco a diez años (USAID, 2013). Se producen principalmente entre agosto a octubre con la mayor intensidad de entrada al Sureste y Suroeste del país. El análisis de la variabilidad inter-anual muestra un aumento en la probabilidad de entrada para todo el Caribe durante años del Fenómeno La Niña y una disminución durante los años de El Niño, con una relación de más de 3:1 de huracanes en tierra entre dos períodos (USAID, 2013). Si bien Santiago no presenta niveles de exposición altos a la amenaza de huracanes (BID, 2010) los eventos que han cruzado sobre o cerca del Municipio han causado severos daños. Desde 1851 al presente han pasado unos 36 eventos a unos 100 km o menos del centro del Municipio (NOAA, 2016) con solo dos eventos que han tocado tierra (Tabla 7). En 1979 los Huracanes David (Categoría 5) y Frederic (Categoría 4) causaron daños en el sistema productivo, la infraestructura y pérdidas de vidas humanas en la ciudad y sus alrededores. Estos daños, así como los del Huracán George en 1998 y la Tormenta Olga en el 2007 están asociados a intensas lluvias. Además, durante esta última, el Río Yaque del Norte se desbordó debido a las continuas lluvias y por la liberación de la Presa Tavera, con el saldo de 12 personas entre muertos y desaparecidos, y 2,800 viviendas afectadas (BID/AMS/CDES, 2016).

Tabla 7. Algunos eventos extremos que han pasado a 100 km o menos del centro del Municipio Santiago (Coordenadas 19.4653, y -70.7476). TS. Tormenta tropical, TD. Depresión Tropical, H. Huracán (el número indica la categoría). Fuente: NOAA (2016).

Año	Mes	Nombre	Categoría	Año	Mes	Nombre	Categoría
1852	Septiembre	Sin nombre	H1	1950	Agosto-Septiembre	Baker	H3
1852	Septiembre	Sin nombre	H1	1952	Septiembre-Octubre	Charlie	H3
1855	Agosto	Sin nombre	TS	1955	Octubre	Katie	H3
1876	Septiembre	Sin nombre	H3	1959	Septiembre-Octubre	Gracie	H4
1887	Octubre	Sin nombre	H1	1963	Septiembre	Edith	H2
1889	Agosto	Sin nombre	H1	1970	Septiembre-Octubre	Sin nombre	TD
1896	Agosto-Septiembre	Sin nombre	H3	1975	Septiembre	Eloise	H3
1899	Agosto-Septiembre	Sin nombre	H4	1976	Octubre	Sin nombre	TD
1900	Octubre	Sin nombre	TS	1979	Agosto-Septiembre	David	H5
1901	Julio	Sin nombre	H1	1979	Agosto-Septiembre	Frederic	H4
1901	Septiembre	Sin nombre	H1	1979	Julio	Claudette	TS
1908	Septiembre	Sin nombre	H3	1985	Octubre	Isabel	TS
1916	Agosto	Sin nombre	H2	1988	Agosto	Chris	TS
1919	Septiembre	Sin nombre	H4	1998	Septiembre-Octubre	Georges	H4
1928	Agosto	Sin nombre	H2	2000	Agosto	Debby	H1
1934	Noviembre	Sin nombre	H1	2003	Diciembre	Odette	TS
1938	Agosto	Sin nombre	TS	2004	Septiembre	Jeanne	H3
1946	Octubre-Noviembre	Sin nombre	TS	2007	Diciembre	Olga	TS

Situación futura de la frecuencia e intensidad de huracanes. - Es difícil proyectar la frecuencia con que los huracanes afectarán a Santiago en los próximos años, pero es probable que los que se produzcan sean más intensos. Los futuros cambios potenciales en la frecuencia y trayectorias de estos eventos son inciertos. Sin embargo, es probable que, a nivel mundial, el calentamiento climático hará que en el próximo siglo los huracanes sean más intensos y con más altos índices de precipitación (20% más de precipitaciones a menos de 100 km del centro de la tormenta) que en el presente. Tormentas más intensas darán lugar a incidencias

adicionales de graves inundaciones (USAID, 2013). Además, hay alguna evidencia de que en la cuenca del Atlántico el número de huracanes de gran intensidad (Categorías 4 y 5) aumentará sustancialmente, pero el número total de tormentas tropicales puede disminuir en frecuencia a finales de siglo (GFDL, 2015). La incertidumbre en los posibles cambios en los ciclones tropicales contribuye a la incertidumbre en el futuro de las lluvias en la temporada húmeda. Además de la variabilidad inter-anual de huracanes, también se han observado cambios multi-decenales en su frecuencia. La actividad de huracanes está por encima de la media durante las fases en que el Atlántico Norte tropical es más cálido. Si persisten las condiciones actuales de temperatura superficial del mar pueden prevalecer altos niveles de actividad de huracanes para la próxima década (Pielke *et al.*, 2003), independientemente del cambio climático relacionado con cambios en la composición atmosférica (USAID, 2013). A partir de diferentes escenarios para eventos extremos, BID/AMS/CDES (2015a) señala que durante un evento de 100 años de periodo de retorno los vientos pueden producir daños por más de RD\$270 millones y afectar a más de 29,000 personas.

4.1.5. Precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos de tierra

Situación actual de las precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos. La Ciudad de Santiago está expuesta a inundaciones que han venido incrementando en su recurrencia e intensidad afectando a los asentamientos humanos localizados en las riberas o llanuras de inundación de los principales cuerpos de agua de la cuenca del Río Yaque del Norte, que cuenta con ocho subcuencas y 88 cañadas. (BID/AMS/CDES, 2016). Históricamente, durante tormentas tropicales y/o huracanes acompañados de fuertes lluvias, la población de Santiago se ha visto afectada regularmente por inundaciones producto del desbordamiento de los ríos o la acumulación de las aguas en sitios donde el drenaje ha sido alterado. En Santiago, los afluentes del Río Yaque se han ido incorporando al tejido urbano sin que se haya producido, prácticamente, ninguna actuación de adecuación hidráulica de los mismos a la nueva realidad urbanística, lo que origina desbordamientos de los mismos, destacando las amplias áreas afectadas por el Arroyo Pontezuela-Nibaje en su entrada a la zona urbana y su incorporación al Río Yaque.

La magnitud del impacto de las inundaciones en las zonas más bajas ha sido significativo desde el punto de vista de pérdida de vidas humanas, daños a la producción agrícola y a las propiedades, interrupción y tiempo de recuperación de los niveles de producción de distintas actividades económicas, efectos en sectores claves de la economía, daños a la infraestructura de servicios básicos (vías de comunicación, sistemas de riego, acueductos y redes de electrificación) y los riesgos asociados a la salud, al verse afectada la operación de las captaciones, plantas de tratamiento y las redes de distribución de los sistemas de acueductos (BID/AMS/CDES, 2016). Un factor no climático que exacerba el efecto de las inundaciones es la alta cobertura de superficies impermeables pues un 50% del suelo presenta impermeabilización total o parcial. Los terrenos sellados en pendientes aumentan la escorrentía urbana hacia el centro de la ciudad e induce frecuentes inundaciones en épocas de lluvia (Pichardo, 2009). Al impacto negativo de las inundaciones se suma la contaminación por aguas residuales urbanas y efluentes industriales (CORAASAN/CGC, 2014).

La inundación del centro urbano de Santiago constituye uno de los riesgos más significativos para el futuro desarrollo de la ciudad. La causa fundamental de dichos problemas cabe buscarla en su propio crecimiento desordenado, que ha ido limitando la capacidad hidráulica de los ríos y arroyos que la atraviesan, hasta límites tales que, actualmente, hacen extremadamente vulnerables algunas zonas urbanas próximas a ellos. A ello se añade la existencia del complejo de presas 30 km aguas arriba del núcleo urbano que si bien en principio tiene capacidad suficiente para laminar los eventos extremos que originarían inundaciones, existen registros de sucesos catastróficos asociados a una inadecuada gestión de las presas, como lo ocurrido al paso de la Tormenta Tropical Olga en diciembre de 2007 (BID/AMS/CDES/ 2015a). Las inundaciones afectan también a los Distritos Municipales La Canela, Hato del Yaque y San Francisco de Jacagua en una franja de riesgo de inundación que cruza la provincia de Este a Oeste.

A diferencia de las inundaciones que suelen ocurrir en áreas bajas, los deslizamientos tienen lugar en los espacios más escarpados del territorio (pendiente mayor de 32%) correspondientes al Sur de Pedro García y al Norte de Santiago y San Francisco de Jacagua en su frontera, y también al Sur de Hato del Yaque y al Suroeste de La Canela. Los deslizamientos se dan como resultado de la combinación de fenómenos climáticos con las características de los suelos en lugares donde se ubican asentamientos humanos mayormente informales (BID/AMS/CDES, 2016). La Tabla 8 muestra las divisiones del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales en condiciones de peligro, riesgo, exposición o vulnerabilidad a inundaciones según el estudio de riesgo de inundación en la cuenca del Río Yaque del Norte de GEOCYL (2009). La Figura 9 combina las áreas de riesgo de inundación y deslizamientos de los Mapas Nacionales de Riesgo a ambas amenazas del INDHRI (GEOCYL, 2009) y del BID (2010), respectivamente. Esta vulnerabilidad varía de una división a otra por las diferencias territoriales en los elementos naturales relacionados con el riesgo climático como geomorfología y la presencia de ríos. Asimismo, existen diferencias en términos de infraestructuras, densidad de población y nivel de pobreza que influyen en la exposición y la sensibilidad.

Tabla 8. Secciones, parajes, barrios y zonas urbanas del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales en condiciones de peligro, riesgo, exposición o vulnerabilidad a inundaciones. Fuentes: GEOCYL (2009) y CORAASAN/CGC (2014).

Divisiones	Secciones, Parajes, Barrios y Zonas Urbanas
Santiago	Alto de Matanzas, Arroyo Hondo, Baracoa, Bella Vista, Callejón de los Sánchez, Cienfuegos, Don Juan, El Ingenio Abajo, El Papayo, El Ensueño, Ensanche Bermúdez, Ensanche Bolívar, Ensanche Libertad, Ensanche Peralta, Ensanche Duarte, Gurabo Abajo, Hoya del Caimito, La Barranquita, La Herradura, La Joya, La Otra Banda, La Angostura, La Emboscada, La Herradura Arriba, La Noriega, Las Charcas Abajo, La Zurza, Los Álamos, Los Ciruelitos, Los Ciruelos, Los Jazmines, Los Pepines, Mejoramiento Social, Mejía, Mora, Nibaje, Pastor, Pueblo Nuevo, Urbanización Monterrico, Villa Ortega, Pekín, Pastor y Rafey.
San Francisco de Jacagua	Jacagua Abajo, La Playa y Los Guineos
Hato del Yaque	Hato del Yaque, El Flumer, El Salao, Guayacanal y Villa Bao
La Canela	Baitoa Clara, Capilla, Piedra Grande o Gorda, Platanal La Joya, Sabana Grande de Batey I y Los Almácigos

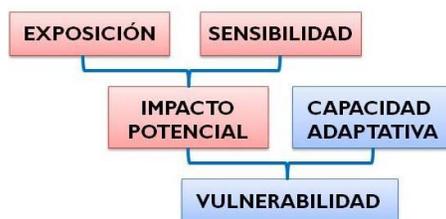


Figura 9. Áreas de riesgo de inundación y deslizamiento en el Municipio Santiago y sus Distritos Municipales. Fuentes: Mapa Nacional de inundaciones (GEOCYL, 2009) y de deslizamientos (BID, 2010).

Situación futura de las precipitaciones extremas, inundaciones y deslizamientos. - Santiago, que está situado en la confluencia de varios ríos y aguas debajo de un complejo de presas, es vulnerable a las inundaciones potenciales, que pueden ser exacerbadas por el cambio climático. Hay algunos indicios de que los eventos de precipitaciones extremas y deslizamientos asociados podrían aumentar con el tiempo. Las proyecciones de máxima precipitación de uno y cinco días tienden a indicar una disminución, aunque la confianza en las proyecciones es baja (Climate Wizard, 2016). Se prevé que la proporción de la precipitación total en eventos intensos aumente ligeramente, con cambios que van de -14% a + 28% en hacia el 2060. Históricamente, las fuertes precipitaciones han producido deslizamientos de tierra en el área de Santiago. Los aumentos proyectados en la intensidad de los eventos de precipitaciones extremas asociados a las tormentas tropicales, junto con la eliminación de la vegetación en terrenos escarpados, podrían debilitar la estabilidad del suelo y aumentar tanto el riesgo de inundación como de deslizamientos. Además, el cambio potencial en la estacionalidad de la lluvia, con un aumento en las precipitaciones hacia el final del año, podría potencialmente conducir a un mayor riesgo de inundaciones y deslizamientos (USAID, 2013).

4.2. Impactos climáticos potenciales a los objetivos de desarrollo municipales

En esta Sección, se consideran en conjunto la información sobre la exposición, presente y futura (Sección 4.1) y la sensibilidad de los objetivos y servicios municipales (Sección 3) para identificar los potenciales impactos climáticos, presentes y futuros (Cuadro 3). Los impactos climáticos actuales, en particular los relacionados con la sequía y las inundaciones, ya han alterado significativamente la actividad municipal y han socavado las inversiones en el presente. El cambio climático puede exacerbar estos impactos, o crear nuevos, debido a las temperaturas más altas, la persistencia de la sequía y a tormentas y huracanes más intensos. Estos impactos pueden ser agravados por una variedad de factores de estrés no climático que ya han sido explicados, conduciendo a una mayor sensibilidad a la exposición climática, aumentando los efectos del cambio climático y dificultando el progreso que Santiago puede lograr con miras a su desarrollo.



Cuadro 3. Componentes de la vulnerabilidad: la exposición y la sensibilidad.

La población de Santiago ha sido afectada regularmente por inundaciones causadas por tormentas y/o huracanes tropicales acompañados de vientos destructivos y lluvias, como ocurrió durante la Tormenta Tropical Olga que ocasiono daños significativos a la infraestructura y pérdida de vidas en y alrededor de la ciudad (Banco Mundial, 2008). Los afluentes del Río Yaqué del Norte se desbordan con frecuencia causando pérdida de vidas, impactos en la salud y en los medios de vida, y daños a la infraestructura de servicios (por ejemplo, carreteras, abastecimiento de agua, telecomunicaciones y redes de energía) y a los sectores económicos que apoyan (BID/AMS/CDES, 2016). El estudio de riesgos de BID/AMS/CDES (2015a) estima que, en el caso de una inundación para un período de retorno de 500 años, habría una pérdida máxima probable de RD\$280.85 millones. Tomando en cuenta los escenarios de cambio climático esta estimación puede subir a RD\$420.17 millones hasta el 2050. Se prevé un aumento de los impactos de los huracanes en el futuro, como resultado de tormentas más intensas, más activos en riesgo, y degradación continua de las cuencas. La sequía también ha causado escasez de agua periódica, que han resultado en el racionamiento de agua. En esta sección, se ofrece una visión general de potenciales impactos de los riesgos climáticos, presentes y futuros, en relación con las áreas prioritarias de desarrollo municipal y los sectores indicados en la Sección 3. Los resultados de este análisis se resumen en la Tabla 9.

Tabla 9. Matriz de algunos impactos potenciales del cambio climático en sectores vitales para los objetivos de desarrollo del Municipio Santiago y sus Distritos Municipales.

Prioridades Municipales	Sectores claves	Incremento de la temperatura	Reducción de las precipitaciones	Eventos meteorológicos extremos
Gobernanza participativa	Varios	Impactos climáticos a los medios de vida e interrupciones de los servicios de Santiago 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 en la planificación del presupuesto participativo encaminado a solucionar nuevas problemáticas relacionadas con el clima.		
Uso del suelo	Varios	El cambio climático puede seriamente socavar la eficiencia y la eficacia de las inversiones y la ordenación del territorio que no tomen en cuenta los impactos del clima.		
Manejo fiscal	Varios	Reducción de actividades al aire libre que generan ingresos para el Ayuntamiento.		
Servicios municipales	Servicios de agua	Mayor demanda de agua. Mayores pérdidas potenciales por evaporación. Cambios en la calidad del agua.	Cambios en la calidad y disponibilidad de agua. Reducción en sistemas de almacenamiento. Daños en los sistemas de tratamiento 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 la planta 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.	Reducción de la dilución de aguas residuales en plantas de tratamiento y sitios de vertimientos en ríos	Inundaciones y daño de infraestructuras y equipos de la planta de tratamiento. Plantas fuera de servicio por interrupción del servicio eléctrico. Derrames de aguas negras que contaminan el medio ambiente 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	Reducción del agua de lluvia captada aprovechable	Daños a infraestructuras y equipos del sistema de drenaje. Desborde de tuberías de aguas pluviales. Colapso de sistemas de colección 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 costos en mantenimiento y construcción.	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
	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. Mayor riesgo de enfermedades.	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 líneas de energía que reduce la cantidad de energía transportada con seguridad, con riesgos de pandeo y cortes de energía. Aumenta la demanda de energía para la refrigeración	Acceso restringido para el transporte de suministros de energía. Reducción de agua en procesos de enfriamiento. Cambios en el potencial de generación energía hidroeléctrica	Caída de líneas de alta tensión. Interrupción del servicio de energía Incremento de costos de mantenimiento y reparación

Tabla 9. Continuación.

Prioridades Municipales	Sectores claves	Incremento de la temperatura	Reducción de las precipitaciones	Eventos meteorológicos extremos
	Salud pública	Aumenta el estrés por calor y aumento de la propagación de agentes patógenos.	Falta de agua para las actividades de centros de salud. Exacerbación el estrés por calor (disconfort térmico).	Lesiones y pérdidas de vidas humanas. Mayor demanda de servicios de respuesta de emergencia. Daños a la infraestructura de salud pública
Turismo sostenible basado en los recursos naturales y valores culturales	Áreas verdes y recursos naturales	Cambios en la cantidad, magnitud y estacionalidad de los incendios forestales	Afectaciones a la vegetación por déficit hídrico. Cambio a especies vegetales con menor requerimiento de agua. Mayor necesidad de mantenimiento. Alteración en la estética del paisaje urbano. Desaparición de espacios verdes. Posible alteración de la estructura y composición de los bosques naturales en Áreas Protegidas	Daño físico a los bosques
	Patrimonio histórico y cultural	Fisura y agrietamiento de materiales de construcción. Deterioro acelerado de los sitios debido a la tensión térmica y actividad bioquímica	Falta de agua para las actividades de uso y mantenimiento de sitios patrimoniales. Daños al patrimonio. Erosión y corrosión de estructuras	Inundación de sitios patrimoniales en zonas bajas. Daños al patrimonio. Erosión y corrosión de estructuras metálicas. Crecimientos orgánicos (insectos, mohos y hongos). Cambios físicos en los materiales, agrietamiento y ruptura por la humedad.

4.2.1. Uso del suelo

Un objetivo principal del Municipio es el desarrollo e implementación de su Plan de Ordenamiento Territorial, pero se reconoce que el cambio climático puede socavar seriamente la eficiencia y la eficacia de las inversiones y la ordenación del territorio que no tomen en cuenta los impactos del clima. La incorporación al POT de todos los resultados disponibles en mapas de riesgos generales (DGODT/MEPyD, 2012) y temáticos (BID/AMS/CDES, 2015c) que indican las áreas vulnerables; de los estudios del crecimiento urbano (BID/AMS/CDES, 2015b) que discuten los desajustes del crecimiento desordenado y ofrecen nuevos patrones de organización urbana armonizados con el clima; y muy especialmente los resultados de la evaluación de riesgos (BID/AMS/CDES/ 2015a) que señala la sinergia de las amenazas climáticas y los patrones insostenibles de crecimiento urbano ofrecen información y experiencias esenciales para garantizar el desarrollo del POT ante los escenarios climáticos actuales (CATHALAC, 2015). Sin la adopción de un plan fundamentado que indique claramente cómo y dónde desarrollar, la localización y extensión de las zonas de riesgo (actuales y potenciales) el municipio puede hacer malas decisiones de planificación que podrían poner a las personas y bienes en situación de riesgo, aumentar los conflictos, y socavar la eficiencia y la eficacia de las inversiones en el largo plazo.

Un plan de ordenamiento territorial eficaz debe tomar en consideración los cambios actuales y futuros del clima al delimitar la zonificación de uso del suelo (por ejemplo, zonas de no construcción y zonas verdes) e incorporar a sus ordenanzas y normativas medidas de adaptación al cambio climático. El desarrollo urbano del futuro debe pasar por la puesta en marcha de estrategias de ordenación del territorio y planes urbanísticos que presten atención especial a la información climática y a los efectos del cambio climático, de forma que las propuestas de ocupación y distribución en el territorio para los distintos usos y actividades integren entre sus objetivos impedir y prevenir la degradación de los recursos naturales con influencia negativa sobre el clima, a la vez que tengan en cuenta el mejor aprovechamiento y adaptación a las características del clima y a los efectos del cambio climático.

4.2.2. Parques públicos y recursos naturales

Los recursos naturales del territorio, espacialmente sus áreas verdes, juegan un papel esencial para reducir los impactos del cambio climático, por ejemplo, atemperar las altas temperaturas con su efecto de islas de calor. Además, son una parte fundamental del objetivo de aumentar el espacio público y generar una infraestructura verde metropolitana que propone el Plan de Acción (BID/AMS/CDES, 2016). El cambio climático puede tener un impacto importante sobre estos recursos. Los parques y jardines urbanos, que constituyen el único reducto “natural” de las ciudades, están en peligro por los efectos que el cambio climático. El déficit hídrico es una de las consecuencias más directas y su influencia en el desarrollo de los espacios verdes urbanos es muy relevante. En una situación de recortes del suministro de agua, que incluso afecte a la agricultura (un eslabón clave de la sostenibilidad alimentaria) el mantenimiento de plantas y árboles en un entorno urbano puede pasar a no ser una prioridad.

Un impacto no climático que actúa de manera sinérgica para agravar el problema es la pésima calidad del aire en algunos sectores de la ciudad (Russell, 2009) que tiene efectos negativos sobre la vegetación de parques y jardines. El humo que generan los vehículos en zonas de elevado tráfico hace que el número e intensidad de las horas de sol disminuya y las partículas se depositen en las hojas reduciendo su labor de asimilación. Todo esto reduce su resistencia ante las condiciones ambientales adversas y a la proliferación de plagas, que se espera incrementen con el esperado incremento de las temperaturas. El cambio de las especies vegetales, la limitación de las zonas con césped y el abandono del cultivo de árboles y plantas con alta necesidad de agua– implican una alteración profunda en la estética del paisaje urbano que deberá ser asimilada por el Municipio como parte integrante de un nuevo sistema ambiental urbano más ajustado al cambio climático incorporando las herramientas de ITree (2016) que ya se están implementando en el país (Domínguez y Bauer, 2016). En las Áreas Protegidas, que son los únicos reductos de biodiversidad, el aumento de temperatura puede incrementar la cantidad, magnitud y estacionalidad de los incendios forestales⁷, situación favorecida por la sequía, además de que los eventos extremos pueden causar daños físicos a los ecosistemas de bosques.

4.2.3. Manejo de residuos sólidos

La eficacia en el manejo de los residuos sólidos tiene varias implicaciones en la capacidad de Santiago para manejar los efectos del cambio climático. La disposición de la basura en sitios vertederos improvisados por la falta de cobertura total en el servicio puede agravar la situación de las inundaciones ante los aumentos proyectados en la intensidad de las tormentas con sus inundaciones asociadas. La inundación en las vías puede limitar temporalmente el acceso para la recogida y disposición de residuos sólidos. Las fuertes lluvias podrían causar que los residuos y lixiviados escapen del Vertedero Rafey (que no cuenta con drenaje de lixiviados) y contribuyan a la contaminación. El aumento en las temperaturas puede provocar un sobrecalentamiento de los vehículos de recogida y exacerbar los procesos de descomposición de la materia orgánica en los vertederos con generación de malos olores, dada la carencia de sistemas de captación de biogás. El inventario de gases de efecto invernadero (GEI) de Santiago revela que las emisiones asociadas a residuos sólidos constituyen el 86% de las emisiones totales de residuos, con el metano (CH₄) representando el 98 % de las emisiones del sector, en términos de CO₂ equivalente⁸ (BID/AMS/CDES/2015). Los trabajadores del vertedero y la población expuesta pueden estar en mayor riesgo para la salud, incluyendo enfermedades infecciosas asociadas a las plagas y vectores atraídos por los residuos orgánicos a cielo abierto bajo temperaturas más cálidas. Un impacto no climático que actúa de manera sinérgica para

⁷En la región del Cibao el patrón de incendios forestales muestra dos picos: uno de origen antrópico (febrero-abril), en la época de preparación de predios agrícolas, y otro en el verano (junio-agosto) donde la temperatura alcanza valores máximos se reducen las precipitaciones y se crean condiciones para la generación de incendios naturales.

⁸Para transformar las emisiones de gases a una expresión comparativa se multiplican por su Potencial de calentamiento global (PCG), y se expresan en la unidad común de CO₂ equivalente.

agravar el problema es la acumulación de basuras en cañadas, canales, quebradas y arroyos, que exacerban los problemas de inundaciones al impedir el flujo normal de las aguas durante las avenidas.

4.2.4. Aguas residuales y pluviales

El tratamiento, la distribución y disposición de las aguas residuales están sujetos a los efectos del cambio climático. El sistema de tratamiento de aguas residuales de Santiago ha sido afectado por pasadas inundaciones y es probable que enfrente mayores dificultades, en condiciones climáticas futuras. Por ejemplo, la Tormenta Tropical Olga inundó la planta de aguas residuales de Rafey, dañando los equipos eléctricos y obstruyendo los depósitos y las bombas de tratamiento, si bien CORAASAN respondió rápidamente y realizó varias reparaciones en las semanas inmediatas después a la emergencia (Banco Mundial 2008). Sin embargo, la vasta red de tuberías de aguas residuales, algunas en mal estado, aumenta la sensibilidad del tratamiento de aguas residuales de Santiago a posibles impactos futuros de inundación, mientras que el aumento previsto en la intensidad de los fenómenos extremos y las inundaciones asociadas pueden causar daños a la infraestructura de aguas residuales. Los cortes de energía, debido a las condiciones meteorológicas extremas también pueden cerrar las plantas de tratamiento de aguas residuales. El alto grado de eutrofización existente en varios cursos de agua del municipio, sobre todo en el Río Yaque del Norte, exacerba los impactos (Moss *et al.*, 2011).

Las proyecciones de aumentos de temperatura pueden reducir aún más la calidad de las aguas residuales, aumentando los costos de tratamiento, y promoviendo la proliferación de algas y la generación de gases. Las emisiones de metano de las aguas residuales en el inventario de GEI de Santiago alcanzan 29.9 Ton de CO₂ equivalente lo cual representa un 11% de las emisiones de residuos (BID/AMS/CDES/ 2015). Aunque no están diseñadas para transportar aguas pluviales, cantidades significativas de éstas llegan por escorrentía a las alcantarillas en muchos lugares de la Ciudad de Santiago, especialmente durante lluvias intensas y en las zonas de baja altitud. En algunas zonas, las aguas residuales se filtran hacia las calles debido a la insuficiente capacidad hidráulica de las tuberías de desagüe o a registros defectuosos. Teniendo en cuenta las proyecciones de aumento de las lluvias asociadas a las tormentas, los sistemas de drenaje de aguas pluviales obstruidos por residuos sólidos probablemente causarán aumento de las inundaciones. El desbordamiento de las aguas residuales y aguas pluviales contamina el medio ambiente y expone a la población a los patógenos. En condiciones de sequía, es posible que las tormentas y la reutilización de las aguas residuales puedan llegar a ser una fuente importante de agua en el municipio.

4.2.5. Servicios de agua

En los últimos años, tanto los eventos de inundaciones extremas como la escasez crónica de agua en Santiago han constituido serios desafíos para los administradores del recurso. En principio, el complejo de presas Tavera-Bao-López Angostura tiene la capacidad de almacenamiento para ayudar a regular las inundaciones en el Municipio Santiago; sin embargo, en el pasado, la ciudad ha experimentado inundaciones catastróficas asociadas con la regulación inadecuada y la mala gestión de la liberación del flujo de agua (BID/AMS/CDS 2015). Además, como consecuencia de la tormenta tropical Olga, la planta baja del edificio de CORAASAN se inundó completamente y las instalaciones de la toma de agua en Pastor sufrieron graves daños, si bien CORAASAN actuó rápidamente para rehabilitar la infraestructura dañada y restaurar los servicios al público después del evento (Banco Mundial, 2008). Por otra parte, el suministro de agua puede reducirse en virtud de las proyecciones climáticas de disminuciones en la precipitación anual media, lo cual es especialmente relevante para el Municipio Santiago que se encuentra en la cuenca del Río Yaque del Norte, una de las tres cuencas hidrográficas con mayor presión hídrica y con frecuentes períodos de escasez de agua en épocas de estiaje. Según datos de CORAASAN la Presa Tavera-Bao ha llegado a su nivel más bajo en los últimos años debido a la fuerte sequía que afecta al país. De un nivel base de 327 msnm, la presa ha pasado a 323 msnm en el período 2008-2009 y ya se encontraba en 316 msnm en el

2014, cuando el nivel óptimo de funcionamiento es de 322 msnm (Figura 10). El déficit de agua está afectando además el sistema de canales de riego situados en las zonas de influencia del Río Yaque del Norte, afectando a la agricultura, así como la producción energética.

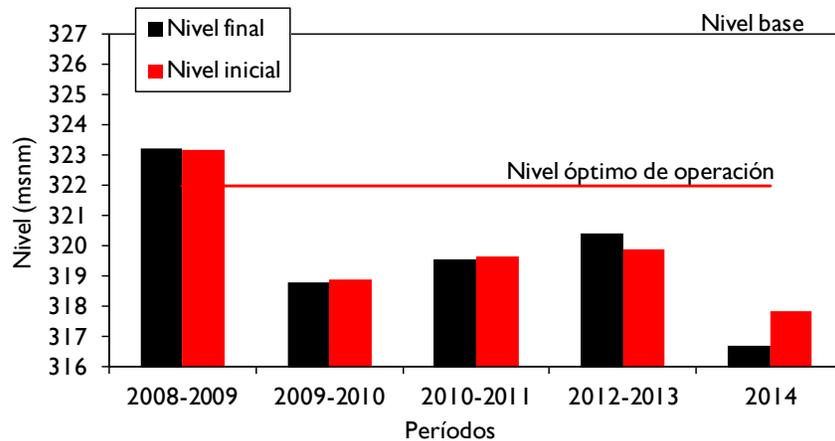


Figura 10. Comportamiento de los niveles en la Presa Tavera en los últimos cinco años en relación con su nivel basal (327 msnm) y su óptimo de operación (322 msnm). Fuente: CORAASAN.

Los futuros cambios en el clima pueden afectar la disponibilidad de agua, la calidad y el funcionamiento de los servicios de agua. Las tormentas intensas pueden contribuir a las interrupciones de la electricidad y de la operación de las plantas de tratamiento de agua potable, y pueden dañar el tratamiento del agua, el almacenamiento y la infraestructura de distribución. El aumento de la temperatura puede acelerar las pérdidas por evaporación y reducir la calidad del agua, lo cual aumenta los requerimientos de tratamiento y, por lo tanto, los costos. El Río Yaque del Norte ha experimentado un aumento en la demanda de agua y frecuentes períodos de escasez de agua en tiempos de sequía, que pueden exacerbarse en el futuro. Las disminuciones proyectadas en la precipitación promedio anual, los cambios en la distribución estacional de las lluvias, y el aumento de la temperatura en la cuenca del Yaque del Norte ocasionarán cambios en la frecuencia y distribución del suministro de agua.

4.2.6. Movilidad urbana

Los deslizamientos de tierra que se producen después de varios días de fuertes lluvias han dañado viviendas en Santiago y han bloqueado las carreteras que enlazan el Valle del Cibao con la Provincia Puerto Plata, lo cual es un claro ejemplo de la vulnerabilidad de los servicios de transporte a los impactos relacionados con el clima. El diseño de la construcción y mantenimiento de infraestructuras de transporte son esenciales para mantener su integridad y capacidad de servicio. El aumento de las precipitaciones extremas puede causar la inundación de vías y promover la degradación de las infraestructuras de transporte en el futuro. Por otro lado, el aumento de la temperatura influye en el deterioro más rápido del asfalto de carreteras. Ello podría requerir cambios en las operaciones y las prácticas de mantenimiento, lo cual representa costos adicionales. No se excluye que puede haber consecuencias más graves en zonas más vulnerables del Municipio (áreas inundables y/o de fuertes pendientes) o sus Distritos Municipales, lo que implica un gasto adicional tanto para la reparación como el mantenimiento de las infraestructuras, así como posibles consecuencias indirectas graves (por ejemplo, muertes debidas a fenómenos meteorológicos extremos).

En relación con el sistema vial, un elemento que suma vulnerabilidad al territorio se encuentra en las discontinuidades en su trama y la predominante homogeneidad en el tamaño de sus vías. La no continuidad de la trama reduce las posibilidades de una mejor conexión de los flujos vehiculares y de las personas frente a una catástrofe. Esta realidad se observa especialmente en: a) las urbanizaciones que se han diseñado

y ejecutado con un solo acceso, b) los sectores urbanos que no están conectados entre sí a pesar de su proximidad y c) los accidentes naturales (Río Yaque y cañadas) que limitan la continuidad de la trama urbana reduciendo las conexiones entre sectores urbanos (AMS, 2014). La construcción de infraestructuras viales hacia el Noreste, Este y Sureste de la ciudad en detrimento del desarrollo de estructura vial sobre las zonas Norte, Suroeste y Oeste de la ciudad, hace que estas no estén conectadas de la mejor forma (AMS/UE, 2013) lo que añade un elemento de vulnerabilidad al sistema vial. La atención al sector movilidad en el contexto del cambio climático deberá considerar medidas de adaptación para manejar los impactos mencionados pero que a la vez contribuyan a la eficiencia y reducción del parque vehicular considerando que el inventario municipal de GEI revela que este sector ocupa el segundo lugar con un 21% de las emisiones totales (BID/AMS/CDES, 2015).

4.2.7. Electricidad

Los cortes de energía son ya un proceso habitual en Santiago y el número medio de interrupciones por cliente durante el año es de 202 veces. La situación es peor en los Distritos Municipales. Ante condiciones climáticas extremas los fuertes vientos y lluvias en el pasado han derribado árboles y líneas eléctricas interrumpiendo el sistema de energía. Los posibles aumentos en la intensidad de huracanes en el futuro podrían conducir a mayores daños a la infraestructura eléctrica y a más interrupciones en el servicio, lo cual no solo afecta a la economía, sino que también conduce a mayores costos para el mantenimiento de los sistemas de energía. La inundación de las carreteras puede restringir el acceso del transporte que da servicio a edificios que dependen de generadores de emergencia, tales como hoteles u hospitales. Los aumentos en las temperaturas extremas pueden provocar la expansión térmica de líneas de alta tensión, lo que lleva a la potencial interrupción del servicio. Además, el aumento de las temperaturas extremas puede aumentar la demanda energética municipal para el aire acondicionado, añadiendo más tensión al sistema. La reducción prevista en las precipitaciones puede reducir los niveles de agua en la Presa de Tavera, reduciendo su capacidad para cumplir con las demandas de agua, incluyendo la generación de electricidad. La interrupción de otros servicios puede agravar los impactos en el suministro de energía.

4.2.8. Gobernanza participativa

El cambio climático requerirá de una estrecha relación entre todos los sectores e instituciones públicas y de la sociedad civil de Santiago para enfrentar con la mayor eficacia y el menor costo los nuevos problemas derivados de un clima cambiante. Ya hemos señalado que la representación de instituciones y organizaciones de Santiago es amplia y trabajan en diversos aspectos de interés para la comunidad donde han desarrollado algunos proyectos de trascendencia. Sin embargo, las debilidades organizacionales y operativas de muchas de estas organizaciones, la falta de visión común de desarrollo en los subsectores de la sociedad civil y la dispersión en el abordaje de los problemas, con la duplicidad de esfuerzos que ello conlleva, no han permitido que su accionar sea trascendente y se convierta en un verdadero instrumento para el desarrollo local (AMS/UE, 2013). Por otra parte, al presente abundan los reportes de prensa y otros medios acerca de manifestaciones y expresiones de la ciudadanía ante los apagones, los recortes de agua o el reclamo de determinados servicios o infraestructuras. Los impactos del clima sobre los medios de vida y el incremento en las interrupciones de los servicios municipales pueden aumentar la presión sobre el Municipio para incluir mejor a la comunidad en los procesos de toma de decisiones.

4.2.9. Gestión fiscal

Muchas animaciones que se generan en Santiago -principalmente en la ciudad- utilizan espacios públicos abiertos donde se requiere la instalación de tarimas, carpas, sillas, sonidos, luces, mesas o baños públicos, entre otros. Los Ayuntamientos perciben ingresos por las actividades que utilizan estos espacios abiertos (competencias, fiestas y espectáculos públicos). La Agenda Cultural de Santiago busca fortalecer dichos

espacios como eje de la animación sociocultural (ACD, 2016). El uso de tales espacios expuestos, y por tanto los ingresos que el Ayuntamiento percibe por ellos, puede verse reducido por condiciones climáticas adversas. Se debe explorar que otras actividades generadoras de ingresos para el Ayuntamiento pueden tener una relación directa con el clima.

4.2.10. Turismo

Los impactos climáticos a los objetivos y servicios municipales tienen implicaciones directas en el turismo pues garantizar servicios de calidad, incluida la seguridad, son importantes para la construcción de una industria turística sostenible. El turismo con toda su infraestructura (hoteles, restaurantes y tiendas) y el turista, especialmente el urbano, necesitan servicios de agua, transporte y electricidad. Asimismo, es imprescindible un entorno cuidado con parques públicos, áreas verdes y una oferta de atracciones basada en un patrimonio histórico y cultural bien conservado. Estos valores y servicios están amenazados por el cambio climático pero el turismo enfrenta sus propios retos. Todas las actividades turísticas al aire libre (excursiones, caminatas o paseos) pueden estar limitadas por el incremento de tormentas con fuertes precipitaciones generadoras de inundaciones, a la vez que el incremento de temperatura y la humedad incrementan el discomfort térmico. También se esperan cambios en la estacionalidad en el flujo de visitantes en la medida en que se altere la estacionalidad térmica a escala global. En las edificaciones e infraestructuras turísticas el clima determina en gran medida los tipos de alojamientos, la arquitectura turística en sí, los sistemas de acondicionamiento y hasta el diseño urbano. Por ello, un clima cambiante es perjudicial para las infraestructuras ya construidas. El clima también influye en el buen funcionamiento de los transportes y comunicaciones, facilitando o condicionando el desplazamiento turístico. Respecto al turismo ecológico (PNUD, 2014), los impactos del cambio climático sobre actividades en la naturaleza pueden ser más severos. Estos y otros aspectos deben ser valorados por el Clúster Santiago Destino Turístico (SDT) e incorporados al Plan de Desarrollo Turístico Integral que mencionan BID/AMS/CDES (2016).

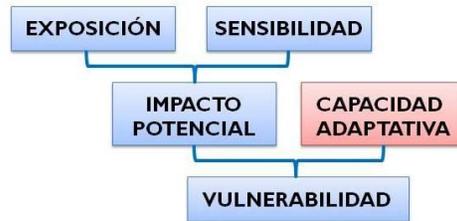
4.2.11. Patrimonio histórico y cultural

El patrimonio cultural es sensible al clima de muchas formas. Por ejemplo, recientemente la Catedral de Santiago fue objeto de una restauración que incluyó su consolidación estructural, climatización y corrección de problemas de filtraciones. El cambio climático impone nuevas amenazas para el mantenimiento y conservación del patrimonio. El aumento de la temperatura puede causar deterioro de fachadas debido al impacto térmico, daños en el interior de los ladrillos, piedras o cerámicas; deterioro bioquímico o modificaciones de algunas estructuras (debido a las soluciones de ingeniería inadecuadas para permitir que las estructuras permanezcan en uso). El aumento de las precipitaciones puede sobrecargar tejados y canalones, penetrar en materiales tradicionales o aportar contaminantes a las superficies del edificio, mientras que las inundaciones pueden traer pérdidas catastróficas. De una manera más sutil, los cambios de humedad afectan el crecimiento de microorganismos en piedra y madera y la formación de sales degradan las superficies y favorecen la influencia de la corrosión. Los cambios en los patrones de lluvia pueden causar ciclos de humedad relativa/choque causando división, grietas, descamación y formación de polvo de materiales y superficies (Sabbioni *et al.*, 2008). La Agenda de Cultura para el Desarrollo (ACD, 2016) debe incorporar las consideraciones climáticas a sus propuestas.

4.3. Capacidad adaptativa

En la sección anterior se identificaron impactos potenciales del cambio del clima, presentes y futuros, en los objetivos, sectores y servicios municipales esenciales. Sin embargo, el potencial de daño del cambio climático puede minimizarse mediante la reducción de la exposición y la sensibilidad, lo que se conoce como la capacidad adaptativa (Cuadro 4). La capacidad de adaptación de los individuos, las familias y las

instituciones en Santiago varía en función de su acceso a la información, a la propiedad o el acceso a los recursos, a las habilidades y la capacidad de evaluar las cuestiones climáticas y tomar decisiones informadas.



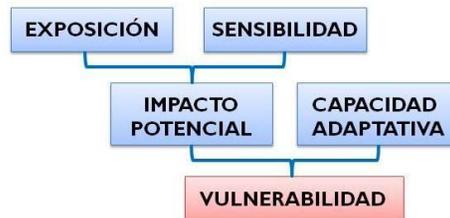
Cuadro 4. Componentes de la vulnerabilidad: la capacidad adaptativa.

Ya hay ejemplos de actividades que se realizan en Santiago para mejorar la capacidad de adaptación y que proporcionan una base para futuras acciones tendentes a reducir la vulnerabilidad. El Plan Cuenca de Santiago contiene los proyectos fundamentales para alcanzar la Visión Estratégica consensuada del Consejo de Cuencas de Santiago al año 2030 que establece: “Cuenca Yaque del Norte, recurso natural con ríos, cañadas y arroyos saneados, encauzados y reforestados, fundamentada en una política de conservación y gestión articulada e impulsada con eficacia, sostenibilidad y responsabilidad social, que garantiza la adaptación al cambio climático, la mitigación de los riesgos naturales, la conservación del recurso agua, y la calidad de vida de la población” (CORAASAN/CGC, 2014). El Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio Santiago, con la participación de los actores locales, ha desarrollado el Plan Estratégico 2020 (CDES 2010) que incluye objetivos y actividades relacionados con los impactos potenciales del cambio climático en comunidades de Santiago en situación de riesgo, especialmente los que viven cerca de los márgenes del Río Yaque del Norte. También ha desarrollado una cartografía de riesgo (BID/AMS/CDES 2015c), varios estudios que incluyen el inventario municipal de gases de efecto invernadero (BID/AMS/CDES 2015), el análisis del crecimiento urbano (BID/AMS/CDES 2015b) y una evaluación completa del riesgo (BID/AMS/CDS 2015a).

La Línea Estratégica de Reducción de Vulnerabilidad en el Plan de Acción de Ciudades Emergentes y Sostenibles para Santiago (BID/AMS/CDES 2016) plantea una serie de acciones orientadas a la reducción del riesgo de inundación: i) mitigación del riesgo de inundación para el río Yaque del Norte; ii) mitigación del riesgo de inundación de los ríos Gurabo y Pontezuela-Nibaje; iii) redes de adecuación/construcción de drenaje mayor; y iv) aplicación de medidas no estructurales contra inundaciones. Hay otras acciones importantes que están ocurriendo en la Municipalidad y que USAID (2013) menciona a manera de ejemplos. Los gobiernos provincial y municipal, en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente, el sector privado, las organizaciones no gubernamentales, las instituciones de investigación y el mundo académico se encuentran en el proceso de implementación de programas para mejorar el manejo de cuencas y la reducción del riesgo de desastres. El Ministerio de Medio Ambiente, en colaboración con la Empresa de Generación Hidroeléctrica Dominicana (EGEHID) y CORAASAN, han estado implementando programas innovadores de manejo de cuencas en la parte alta del Yaque del Norte. El Programa de Reforestación Social reúne al gobierno local, empresas privadas, instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales y comunidades para implementar actividades de reforestación en las cuencas de la provincia. El Ministerio de Agricultura está promoviendo iniciativas agroforestales y sistemas integrados agro-silvo-pastoriles en las secciones media y baja de las cuencas hidrográficas. Con respecto a la reducción del riesgo de desastres, la Defensa Civil, la Cruz Roja, y el Gobierno Municipal han estado trabajando juntos para mejorar la planificación y la preparación para la prevención y gestión de catástrofes provocadas por las inundaciones. Recientemente, la Oficina Nacional de Desarrollo Local sugirió una serie de acciones para el rescate, conservación y desarrollo sostenible de la cuenca del Yaque del Norte, mediante la asociación de entidades de los sectores público, privado, y comunitario en la Provincia Santiago.

4.4. Panorama general de las vulnerabilidades

Se puede evaluar en conjunto la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación de Santiago para entender mejor las vulnerabilidades climáticas del Municipio (Cuadro 5). La Provincia Santiago y sus Distritos Municipales, situados en la confluencia de varios ríos y aguas abajo de la Presa Tavera son vulnerables a posibles inundaciones y sequías. La inundación puede empeorar con el cambio climático, cuando los eventos de lluvias asociadas a las tormentas se intensifican, sobre todo si continúa el crecimiento urbano incontrolado y la degradación de las cuencas circundantes. La sequía y las consecuencias asociadas, como el racionamiento del agua, podrían aumentar en el futuro.



Cuadro 5. La vulnerabilidad climática.

La Ciudad de Santiago, que se extiende a ambos lados del Río Yaque del Norte, con una alta concentración de personas empobrecidas, está particularmente en riesgo. Debido a la afluencia de personas de la zona rural que migran a la ciudad en búsqueda de mejores oportunidades económicas, se han improvisado comunidades a lo largo de los lechos de los ríos, las cuales son propensas a las inundaciones y están en riesgo permanente (USAID, 2013). Los Distritos Municipales La Canela y Hato del Yaque también tienen poblaciones empobrecidas que viven dentro de las zonas de inundación del Yaque del Norte. La situación de los migrantes pobres que establecen asentamientos informales en los arroyos, en las llanuras de inundación, y en pendientes pronunciadas, donde la probabilidad de inundaciones y deslizamientos de tierra es relativamente alta es un problema que se viene señalando hace décadas (Lynch, 1998).

El Municipio Santiago está tomando medidas para aumentar la conciencia pública sobre el cambio climático, trasladar a las personas de las llanuras de inundación (con varios proyectos exitosos), mejorar la capacidad de recuperación de los servicios municipales y reducir la vulnerabilidad climática. Por ejemplo, la Línea Estratégica de Reducción de la Vulnerabilidad en el Plan de Acción de Ciudades Emergentes y Sostenibles para Santiago plantea acciones para reducir la vulnerabilidad a las inundaciones. La sequía ha dado lugar al racionamiento del agua, afectando particularmente el suministro para uso doméstico, la disponibilidad de energía hidroeléctrica y el riego de cultivos. En 2015, la producción en la región de cultivo de arroz en el Noroeste del país cayó un 80% debido a la escasez de lluvias y la reducción del flujo del Río Yaque del Norte, y la producción en las presas hidroeléctricas cayó un 60%. El crecimiento de la población y el cambio climático agudizan los desafíos planteados por la sequía. Las proyecciones de reducciones en la precipitación media anual en la época de lluvias pueden contribuir a un mayor estrés hídrico en el futuro.

5. APLICACIÓN EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Para enfrentar la necesidad de una planificación ambientalmente sostenible, integrada, e integradora, que garantice la seguridad y la protección de la creciente población de Santiago, el Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio Santiago desarrolló el Plan Estratégico 2020. El Plan Estratégico es integral e incluye algunos de los objetivos y actividades sobre aspectos relacionados con los impactos potenciales del cambio climático para las comunidades de Santiago en mayor riesgo: aquellos que viven cerca de las riberas del Río Yaque del Norte. Una serie de proyectos, muchos de ellos forjados mediante alianzas público-privadas, dirigen la gestión del riesgo de desastres, incluyendo el desarrollo de un plan de

uso del suelo a nivel municipal (Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago, POT) que identifica y prioriza las actividades de gestión de riesgos en función de las amenazas geológicas, de la ubicación de la infraestructura y las fronteras políticas, y de los factores socioeconómicos y ambientales. Algunos proyectos demostrativos para mejorar la resistencia y la capacidad de adaptación de las comunidades vulnerables, con la participación del Gobierno Municipal y otras instituciones públicas y civiles, en particular el Instituto de Gestión de Riesgos (IGER), incluyen:

- Colaboración para mejorar el flujo de corrientes urbanas mediante la eliminación de residuos sólidos de los canales, mientras se crea conciencia sobre los controles de saneamiento y de inundaciones.
- Reubicación de 500 familias que viven en zonas propensas a las inundaciones, de los cual son ejemplos las comunidades de Cañada de Vuelta Larga (Arroyo Jacagua), Hoyo de Julia en la Cañada Los Jardines (Arroyo Gurabo), Barranca Los Pepines (Cañada Nibaje), entre otras.
- Construcción de puentes peatonales en zonas propensas a las inundaciones y elaboración de mapas de riesgo de inundación que describen las rutas de evacuación y los puntos de reunión en caso de inundaciones en las comunidades Hoyo de Puchula, Fracatán, La Esperanza, en El Hoyo de Elías.
- Construcción de muros de contención en zonas propensas a las inundaciones en las comunidades Cañada del Navajo y Cañada del Diablo, con la asistencia técnica del IGER.
- Concienciación sobre la adaptación al cambio climático y reducción del riesgo de desastres y estrategias de lanzamiento y mantenimiento de un sitio web para compartir información relevante.

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. El POT debe considerar la información existente que describe las áreas en riesgo a la variabilidad y al cambio climático, presentes y futuros (DGODT/MEPyD 2012; BID/AMS/CDES 2015c); así como información sobre las estrategias y métodos de planificación del ordenamiento territorial que ayudan a minimizar los posibles impactos (BID/AMS/CDS 2015b). Además, esta evaluación de la vulnerabilidad identifica la vulnerabilidad climática de los objetivos municipales, incluyendo la ubicación de los activos y las poblaciones expuestas que muestran los aspectos críticos de riesgo que los planificadores del ordenamiento territorial deben considerar. Esta evaluación puede aportar información para la planificación del ordenamiento territorial en Santiago, ayudando al Municipio a determinar hasta qué punto los bienes municipales y las personas son susceptibles a y/o incapaces de enfrentar los impactos de la variabilidad y el cambio climático.

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 Territorial⁹, 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

⁹ La herramienta está diseñada para integrar la vulnerabilidad climática en los planes municipales de ordenamiento territorial (PMOT). Su aplicación conduce el análisis de los planificadores para la localización de vulnerabilidades climáticas específicas, presentes y futuras, e integrarlas en los PMOT. Incluye una serie de listas de comprobación, para identificar exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Un paso final ayuda a los interesados a interpretar y sintetizar los resultados para aportar información a la planificación del ordenamiento territorial.

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?

Un ordenamiento territorial eficaz puede eliminar cualquier daño a los recursos sensibles, a la infraestructura y a 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.

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 de Santiago, 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 Santiago al cambio climático.

Fortalecer, refinar y apropiarse de esta evaluación de base de la vulnerabilidad. Esta evaluación sirve como punto de partida para que el Municipio conozca y esté orientado para explorar en qué forma los impactos del clima, los factores de estrés no climáticos, y la capacidad de adaptación contribuyen a la vulnerabilidad actual de sus objetivos fundamentales de desarrollo, y además cómo el cambio climático puede exacerbar estas vulnerabilidades. Las vulnerabilidades climáticas en Santiago incluyen impactos por inundaciones y deslizamientos de tierra y la posibilidad de creciente escasez de agua. El Municipio debe contar con el conocimiento de todos los actores claves del Municipio y los Distritos Municipales, quienes aportarán sus propias experiencias para validar y profundizar en los resultados de la evaluación de las prioridades municipales, el estrés climático, los impactos y la capacidad de adaptación que contribuyen a (o disminuyen) su vulnerabilidad. El análisis y perfeccionamiento de esta evaluación por los planificadores y actores

municipales también será de utilidad para decidir si las medidas de adaptación deben centrarse más en la reducción de la exposición, la reducción de la sensibilidad, y/o el aumento de la capacidad de adaptación.

Tomar medidas para enfrentar los riesgos climáticos actuales. Santiago ya está tomando medidas para responder al cambio climático como se ha demostrado a través del Plan Estratégico 2020 con sus actividades de reducción del riesgo de desastres y más recientemente el Plan de Acción del Programa Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles del Municipio (BID/AMS/CDES, 2016). Esta evaluación será útil para ayudar a Santiago a 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 vulnerabilidad también ayudará a los planificadores a determinar qué políticas, regulaciones, inversiones en infraestructura física, enfoques basados en los ecosistemas, u otros tipos de acciones pueden ser más eficaces para hacer frente a una vulnerabilidad en particular.

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 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. En estos últimos se incluyen los estudios de riesgo y vulnerabilidad climática auspiciados por el Ayuntamiento del Municipio Santiago y por el Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago (CDES) 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 de reducción de riesgo de desastre también ofrecen una oportunidad para transformar e incrementar la capacidad de adaptación de Santiago 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.

Seguimiento a la información sobre el clima, los impactos y las vulnerabilidades. Dar seguimiento a la información sobre el clima, los impactos en las prioridades estratégicas municipales y la población es importante para la gestión adaptativa, especialmente si el clima y el uso del suelo van a cambiar. Por ejemplo, dar seguimiento diferenciado a la exposición y los impactos en el Municipio Santiago y en los Distritos Municipales puede revelar información adicional acerca de puntos vulnerables específicos no considerados previamente. Este informe se enfoca en la identificación de las vulnerabilidades climáticas de los objetivos fundamentales de desarrollo, un primer paso importante en la mejora de la resiliencia municipal. Esta evaluación ofrece la base para el siguiente paso del Programa de Planificación para la Adaptación al Climática, que ayudará al Municipios a identificar y priorizar medidas de adaptación.

7. REFERENCIAS

- ACD (2016). Equipamientos culturales en la ciudad. Para la Información, Acento, Hoy, El Municipio, Hora Cero y Hola Política, Santiago de los Caballeros, Agenda de Cultura para el Desarrollo (ACD 2020), 2/2/2016.
- AMS (2014). Plan Municipal de Desarrollo y Plan de Desarrollo Institucional del Municipio de Santiago 2015-2018. Formulación a cargo de: Secretaría Municipal de Planificación y Desarrollo Institucional Ayuntamiento de Santiago, 199 pp. Disponible en: <http://www.sismap.gob.do/Municipal/uploads/evidencias/635652948753817760-PMD-y-PDI--Ayuntamiento-de-Santiago.pdf>
- AMS (2016). Ayuntamiento del Municipio Santiago. Sitio Web: <http://santiagodeloscaballeros.gob.do>
- AMS/UE (2013). Diagnóstico territorial del Municipio de Santiago. Proyecto para la descentralización territorial de la administración municipal y la participación de la ciudadanía en el gobierno local del Municipio de Santiago. Ayuntamiento del Municipio de Santiago y Unión Europea, 79 pp.
- BID (2010). Inter-American Development Bank. Effective program Reconstruction and Disaster Prevention. Disponible en: http://www6.iadb.org/dominicana/articulos/PrevencionDesastres_02.htm.
- BID/AMS/CDES (2015c). Atlas Cartográfico Informe Final Versión (12.05.2015) Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. Banco Interamericano de Desarrollo, Ayuntamiento del Municipio de Santiago, Consejo para el

- Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc., Idom Ingeniería y Consultoría S.A. e Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, 81 pp.
- BID/AMS/CDES (2016). Santiago de los Caballeros Ciudad Sostenible. Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. Banco Interamericano de Desarrollo, Ayuntamiento del Municipio de Santiago, Consejo de Desarrollo Estratégico de Santiago, Idom Ingeniería y Consultoría S.A. e Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, 374 pp.
- BID/AMS/CDES/ 2015. CE 1. Estudio de mitigación de cambio climático. Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. Banco Interamericano de Desarrollo, Ayuntamiento del Municipio de Santiago, Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc., Idom Ingeniería y Consultoría S.A. e Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, 190 pp.
- BID/AMS/CDES/ 2015a. CE 2. Riesgos Informe Final (10/07/2015) Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. Banco Interamericano de Desarrollo, Ayuntamiento del Municipio de Santiago, Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc., Idom Ingeniería y Consultoría S.A. e Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, 212 pp.
- BID/AMS/CDES/ 2015b. CE 3. Estudio de crecimiento urbano en Santiago de los Caballeros. Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. Banco Interamericano de Desarrollo, Ayuntamiento del Municipio de Santiago, Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc., Idom Ingeniería y Consultoría S.A. e Instituto de Hidráulica Ambiental IH Cantabria, 315 pp.
- 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.
- CATHALAC (2015). Simulación Escenarios Climáticos Proyecto de la Tercera Comunicación Nacional de República Dominicana (TCNCC) para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 108 pp.
- CDES (2010). Plan Estratégico de Santiago “Santiago 2020”, Consejo para el Desarrollo Estratégico de la Ciudad y el Municipio de Santiago, Inc. Editora Premium, S. A., Santiago de los Caballeros, República Dominicana, 507 pp.
- Climate Wizard (2016). Climate Change Knowledge Portal. Datos para Santiago disponibles en el Sitio Web: <http://climatewizard.ciat.cgiar.org/outputs/Santiago/>
- CORAASAN/CGC (2014). Plan Cuenca Santiago. Plan Estratégico Gestión-Intervención en Sistema de Cuenca, Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santiago y Consejo Gestión de Cuenca de Santiago, Santiago de los Caballeros, 176 pp.
- DGODT (2016). Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial. Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), República Dominicana, 104 pp.
- DGODT/MEPyD (2012). Amenazas y Riesgos Naturales República Dominicana. Compendio de mapas. Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial y Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. Programa de prevención de desastres y gestión de riesgos (1708/ OC-DR), 138 pp.
- Domínguez, J. P. y J. Bauer (2016). Taller de introducción al uso práctico del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Reporte preparado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) en soporte al Instituto Dominicano de Desarrollo Integral, Inc. (IDDI) y el Proyecto CLIMA, 15 pp.
- GEOCYL (2009). Mapa de riesgo por inundación en la cuenca del Río Yaque del Norte. NATRISK y Universidad de Valladolid, 376 pp. Disponible en el Sitio Web: <http://www.geocyl.com/ProyectoYqN.html>
- GFDL (2015). Global Warming and Hurricanes. Geophysical Fluid Dynamics Laboratory/NOAA. Sitio Web: <http://www.gfdl.noaa.gov/global-warming-and-hurricanes>
- 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 Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and 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/>.
- ITree (2016). Tools for Assessing and Managing Community Forests. Sitio Web: <https://www.itreetools.org/>
- JICA/ONAMET (2004). Atlas Climático de la República Dominicana. Agencia de Cooperación Japonesa y Oficina Nacional de Meteorología.
- MEPyD (2016). Plan para el desarrollo económico local de la provincia Santiago, República Dominicana. Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, 3C Print, 108 pp.

- 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., 56 pp.
- Ministerio Ambiente/GIZ (2010). Caracterización ambiental de la Provincia Santiago. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos naturales y Agencia de Cooperación Alemana, 129 pp.
- Moss B., S. Kosten, M. Meerhoff, R.W. Battarbee, E. Jeppesen, N. Mazzeo, K. Havens, G. Lacerot, Z. Liu, L. De Meester, H. Paer y M. Scheffer (2011). Allied attack: climate change and eutrophication. *Inland Wat* 1:101–105.
- MPyD (2013). Atlas de la Pobreza 2010 Santiago. Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, Unidad Asesora de Análisis Económico y Social, 137 pp.
- NOAA (2016). NOAA Coastal Services Center, Historical Hurricane Track, National Oceanic & Atmospheric Administration. Disponible en: <http://hurricane.csc.noaa.gov/hurricanes/>
- ODTS (2016). Red Dominicana de Corredores Ecológicos. Organización Dominicana de Turismo Sostenible. Sitio Web: <http://www.odt.org.do/>
- ONE (2016). Oficina Nacional de Estadística: El portal de las estadísticas dominicanas. Disponible en: <http://www.one.gob.do/>
- PNUD (2014). Perfil socio-económico y medio ambiental Provincia Santiago Elaborado por la Facultad de Ciencias Sociales y Administrativas de la Universidad ISA bajo el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo República Dominicana, 236 pp.
- POT (2016). Espacio informativo del Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago. Disponible en el Sitio Web: <http://blogdelpot.blogspot.com/>
- Russell F. A. (2009). La composición química del aire urbano en la Ciudad de Santiago de los Caballeros. Documento elaborado para el Plan Estratégico de Santiago, 15 pp.
- Sabbioni, C. M. Cassar, P. Brimblecombe y R.A. Lefevre (2008). Vulnerability of cultural heritage to climate change. European and Mediterranean Major Hazards Agreement (EUR-OPA), 24 pp.
- USAID (2013). Dominican Republic Climate Change Vulnerability Assessment Report. African and Latin American Resilience to Climate Change (ARCC), 132 pp.
- USAID (2014). Climate-resilient development: a framework for understanding and addressing climate change, 40 pp.
- Verbist K., Santibañez F., Gabriels D. y G. Soto (2010). Atlas de Zonas Áridas de América Latina y El Caribe. CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, 47 pp.