



Análisis de vulnerabilidad y riesgo de cambio climático para Santo Domingo

Informe de país: Ecuador

Autores: Michiel van Eupen, Manuel Winograd, Katherine Abad, Diego Enriquez

Revisión: Ophelie Drouault, María Paula Vizcardo, Lili Ilieva

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AbE	Adaptación basada en Ecosistemas
CONGOPE	Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador
FVC	Fonde Verde para el Clima
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
MAATE	Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
NDVI	Índice de Vegetación Normalizado
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PNUMA	Programa de las Naciones para el Medio Ambiente
PUGS	Plan de Uso y Gestión del Suelo
PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
SbN	Soluciones Basadas en la Naturaleza
SGR	Secretaría de Gestión de Riesgos

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Componentes y variables de la evaluación en Nature4Cities para Santo Domingo en función de las etapas y productos	9
Figura 2. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en Santo Domingo	10
Figura 3. Expansión urbana de Santo Domingo	12
Figura 4. Nivel socioeconómico de Santo Domingo	13
Figura 5. Principales actores y nivel de requerimiento para la planificación y la gestión de riesgos en Santo Domingo	18
Figura 6. Uso del suelo en Santo Domingo y su área de influencia	19
Figura 7. Distribución de los servicios de los ecosistemas en el cantón Santo Domingo	20
Figura 8. Dinámica de urbanización de la ciudad. Mapa de la derecha: Área construida 2020 y terrenos vacantes. Mapa de la izquierda: Expansión urbana (1950-2020) y terrenos vacantes.....	22
Figura 9. Dinámica de uso del suelo en las microcuencas de los ríos Lelia y Otongo y sus áreas de influencia	22
Figura 10a. Tendencias y proyecciones en la precipitación anual para el periodo 2000-2100 en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador).....	24
Figura 11a y 11b. Tendencias en la precipitación anual y temperatura media en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador)	25
Figura 11c. Tendencias en las temperaturas extremas en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador).....	25
Figura 12. Cambios en las islas de calor en función de diferentes escenarios de incremento de temperatura media para el periodo 2030-2050 para la ciudad de Santo Domingo.	27
Figura 13. Componentes, variables e indicadores para la evaluación en Nature4Cities para Santo Domingo.	27
Figura 14. Riesgo de inundación por densidad de población en los barrios, manzanas y asentamientos de hecho en Santo Domingo	29
Figura 15. Detalle de riesgo de inundación por densidad de población en los barrios, manzanas y asentamientos de hecho.	29
Figura 16. Riesgo de deslizamientos y áreas verdes y de protección en los barrios de Santo Domingo	30
Figura 17. Riesgo de movimiento de masa por densidad de población en los barrios, manzanas y asentamientos de hecho en la ciudad	31
Figura 18. Riesgo de deslizamientos por nivel socioeconómico en los barrios y asentamientos de hecho en Santo Domingo	32
Figura 19. Detalle de localización de asentamientos de hecho, barrios, densidad de población y nivel socioeconómico en función del riesgo de deslizamientos en la ciudad de Santo Domingo	32
Figura 20. Temperatura de superficie para 2020 en parroquias y barrios de Santo Domingo	33
Figura 21. Detalle de temperatura de superficie para 2020 en la zona norte de Santo Domingo	34
Figura 22. Índice de vegetación normalizado (NDVI) por barrios en el área urbana de Santo Domingo	35
Figura 23. Detalle del Índice de vegetación normalizado (NDVI) por manzanas y nivel socioeconómico en el área urbana de Santo Domingo	36
Figura 24. Índice de vegetación normalizado (NDVI) por manzanas, área construida y principales ejes viales que estructuran la ciudad de Santo Domingo	37
Figura 25. Provisión de agua y cambios en la degradación de tierras en el cantón de Santo Domingo	38
Figura 26. Detalle de localización del riesgo de movimiento de masa para equipamientos básicos (escuelas) y asentamientos de hecho en Santo Domingo	39
Figura 27. Ejemplo de localización de infraestructura vial que ocasiona inundación por represamiento.	40
Figura 28. Densidad de la red de alcantarillado en la ciudad de Santo Domingo.....	40

Figura 29. Ejemplo resumido de la cascada de impactos socioeconómicos por inundaciones y deslizamientos en la ciudad y el cantón de Santo Domingo43

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Componentes para la evaluación	11
Tabla 2. Población urbana y rural de Santo Domingo	12
Tabla 3. Población de género por área urbana y rural	14
Tabla 4. Asentamientos humanos de hecho en Santo Domingo.....	15
Tabla 5. Número total de bloques-manzanas en riesgo de inundación (A1) y de derrumbes (B1) y sus respectivos porcentajes (A2 y B2) por parroquias en Santo Domingo.	41
Tabla 6. Número total de personas en riesgo de inundación (A1) y de derrumbes (B1) y sus respectivos porcentajes (A2 y B2) por parroquias en Santo Domingo	42

ÍNDICE

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	2
LISTADO DE FIGURAS.....	3
LISTADO DE TABLAS	4
ÍNDICE	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVO	7
3. METODOLOGÍA	7
4. CONTEXTO DE SANTO DOMINGO	11
Condición socioeconómica de Santo Domingo	12
Actividad productiva.....	16
Actores e iniciativas claves.....	17
Características físico-ambientales.....	18
5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO	20
Condiciones climáticas actuales.....	20
Impactos observados.....	21
Causas de los impactos.....	21
Proyecciones climáticas futuras	23
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO.....	27
Indicadores y métrica.....	27
Vulnerabilidad y riesgos climáticos.....	27
Inundaciones:.....	28
Derrumbes y movimientos de masa:	30
Incremento de las temperaturas e islas de calor:	33
Detección de puntos críticos.....	34
Servicios ecosistémicos en la ciudad	34
Servicios ecosistémicos en el cantón.	37
Infraestructuras sociales:	38
La cascada de impactos:	42
7. USO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE SANTO DOMINGO	43
8. REFERENCIAS.....	45
ANEXO 1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD	46
ANEXO 2. MESAS DE TRABAJO URBANO Y RURAL DEL TALLER SOBRE VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO, IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS Y EXPLORACIÓN DE OPCIONES DE ADAPTACIÓN LOCAL BASADA EN ECOSISTEMAS	48

1. INTRODUCCIÓN

Esta evaluación se realiza en el marco del proyecto preparatorio regional “Incremento de la resiliencia a través de Soluciones Basadas en la Naturaleza en las ciudades de América Latina (Nature4Cities)”, que se implemente bajo la supervisión del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador, a través de la Subsecretaría de Cambio Climático, con el soporte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Este proyecto es financiado por el Fondo Verde del Clima (FVC) y cofinanciado por el Programa Euroclima+. El objetivo que persigue esta iniciativa, que se implementa en la Provincia y Cantón Santo Domingo es: explorar el potencial para desarrollar planes de cambio climático a nivel de ciudad para la adaptación y mitigación basada en los ecosistemas, así como estrategias de financiamiento, generación de información, y capacidades de implementación.

Para el Ecuador, su autoridad ambiental nacional, ha definido enfoques y lineamientos para los análisis del riesgo de cambio climático a nivel sectorial. Los gobiernos locales del país tienen la obligatoriedad de integrar criterios de cambio climático en sus políticas y planificación, según la normativa nacional (Código Orgánico de Ambiente, 2017). De forma general, estas evaluaciones de riesgo climático necesitan analizar la vulnerabilidad (en base a la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación), e identificar las amenazas del clima (que en el país se han priorizado: lluvias extremas, temperaturas extremas, sequías y heladas).

Para lograr este propósito, es necesario un proceso participativo que facilite la creación de conocimientos y la incorporación de los actores y las actoras en el proceso de diagnóstico del riesgo climático, con la exploración de soluciones y la selección de medidas locales de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE). De esta manera, se brinda un soporte a la toma de decisiones en las ciudades a través de la integración de la vulnerabilidad y riesgo climático en la planificación urbana, y el escalonamiento de las intervenciones locales de AbE, con sus múltiples co-beneficios vinculados al uso adecuado de los ecosistemas urbanos y periurbanos.

En este contexto, el objetivo de la evaluación es identificar los principales riesgos e impactos climáticos para priorizar puntos, áreas y grupos críticos, en función de las problemáticas urbanas. Así se podrá conocer la exposición y la sensibilidad de las personas y grupos sociales, de las infraestructuras y de los servicios de los ecosistemas. Esta evaluación es realizada sobre la base de los datos e información existente en cada ciudad, tanto de los riesgos e impactos climáticos actuales como futuros, y busca ser espacialmente explícita y sensible a la variable género. Además, cubre las zonas urbanas, periurbanas, rurales y las cuencas de abastecimiento de las ciudades, para así identificar las causas de los riesgos y las consecuencias de los impactos sociales, ambientales y económicos.

El principal uso que se busca para este tipo de evaluaciones, es disponer de información útil para la exploración e identificación de medidas locales de AbE, el conocimiento de las escalas y niveles de decisión implicados, y el intercambio y validación en la definición, implementación e intervenciones de AbE a nivel local y en el contexto de la planificación urbana. Se persigue poner a disposición de las personas e instituciones involucradas, la información existente y aquella que es necesaria para la integración de la vulnerabilidad y riesgo climático en la planificación urbana y la toma de decisiones.

La evaluación está dirigida principalmente al personal técnico, tomadores de decisiones, asesores y consultores de los gobiernos locales, y otros actores clave a nivel de la ciudad, tanto del sector público,

la sociedad civil y el sector privado. Al mismo tiempo, los métodos y hallazgos de la evaluación tratan de integrar y asegurar sinergias con otras iniciativas existentes en las ciudades. A nivel local y nacional, los gobiernos e instituciones pueden beneficiarse del estudio para mejorar y crear capacidad, e integrar las metodologías y hallazgos para su replicación y escalamiento a otras ciudades.

2. OBJETIVO

Tomando como referencia los enfoques planteados por el Proyecto Nature4Cities, así como los lineamientos de la gestión de cambio climático en Ecuador, y las necesidades y capacidades locales, se plantean los siguientes objetivos generales para el análisis de vulnerabilidad y riesgo de cambio climático, en el marco de un proceso de consulta con los actores del grupo de trabajo de esta iniciativa:

1. Identificar información que aporte al conocimiento sobre la vulnerabilidad y el riesgo de cambio climático en Santo Domingo, mediante una articulación nacional y local, y generar criterios para las capacidades institucionales y los procesos de planificación territorial.
2. Identificar cualitativamente los principales riesgos e impactos del cambio climático, y la problemática de la ciudad y de los ecosistemas, para la determinación de puntos críticos que motiven una propuesta de lineamientos locales de adaptación basada en los ecosistemas.

Para el proyecto Nature4Cities se definió un marco conceptual práctico, flexible y fácil de utilizar que responda a las necesidades de las ciudades y considere las capacidades y la participación de los actores y las actoras implicadas en la planificación urbana y la toma de decisiones.

En este contexto, el presente análisis tiene como objetivos específicos:

1. Compilar los datos e información disponible en las ciudades, con el fin de asegurar la integración de los conocimientos y capacidades ya existentes en las instituciones locales, evitándose así la dualidad de diagnósticos. Al mismo tiempo se utilizan una serie de herramientas apropiadas para cada etapa de la evaluación y que permiten la elaboración de los productos necesarios (ver Anexo 1).
2. Identificar, en función de las problemáticas urbanas, los principales riesgos e impactos climáticos presentes y futuros en el espacio urbano, periurbano y rural de la ciudad con el fin de seleccionar puntos, áreas, servicios ecológicos y grupos críticos para la implementación de medidas de AbE.

3. METODOLOGÍA

Las evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo climático constituyen un elemento esencial para enfrentar los desafíos complejos y apoyar a los y las tomadores de decisiones en la exploración e implementación de soluciones creativas, que sean rentables, aceptadas por las comunidades, técnicamente realizables y que brinden múltiples beneficios. Para facilitar su uso, estas deben identificar los riesgos de la población y de los servicios ecosistémicos (de provisión, soporte, regulación, y culturales), para proporcionar el análisis de las problemáticas (sus causas y consecuencias), con el fin de identificar puntos críticos donde es necesario explorar la implementación de posibles medidas AbE, integrando las perspectivas y las formas de accionar de los actores en la ciudad.

De esta manera se podrá seleccionar y priorizar un conjunto de acciones estratégicas y el posible escalonamiento de su ejecución en la ciudad. En Ecuador, a través de diversas iniciativas y proyectos del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), se han elaborado documentos, guía y metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo climático (CONGOPE, 2019).

A modo de resumen como ilustra la Figura 1, en función del contexto de cada ciudad y del marco metodológico estructurado para el Proyecto, se detallan los componentes principales para definir la métrica de la evaluación, siendo los siguientes:

- **los peligros** (principales amenazas y elementos expuestos);
- **los impactos** (principales efectos sobre los ecosistemas y la sociedad como consecuencia de los peligros);
- **la sensibilidad** (principales componentes socioeconómicos relacionados con las necesidades, infraestructuras y servicios);
- **la capacidad de adaptación** (principales medidas y acciones estructurales y no estructurales en el contexto de cada ciudad);
- **la vulnerabilidad** (principales grupos sociales y población, servicios ecológicos y recursos naturales e infraestructuras y servicios básicos propensos a ser afectados);
- **los riesgos** (principales consecuencias de la interacción entre los peligros, la sensibilidad, los impactos y capacidad de adaptación en el contexto de cada ciudad).

La primera etapa consiste en establecer la línea base e identificar a actores involucrados e involucradas, para así conocer la situación y problemáticas de la ciudad, a partir de entrevistas e intercambios con dichos actores. Esta etapa permite además identificar datos e información disponible. El mapeo de actores ayuda a identificar quién produce y utiliza datos e información (ver Figura 1, columna gris).

La segunda etapa de la evaluación consiste en identificar y evaluar los principales peligros y niveles de exposición. Esto permite conocer en las áreas urbanas, periurbanas y rurales de las ciudades, las afectaciones por peligros naturales y evaluar la localización de áreas y sectores más amenazados (incluidas infraestructuras, personas, grupos y servicios ecosistémicos) (ver Figura 1, columnas rojas).

Con esta información se puede pasar a la **tercera etapa**, que consiste en la evaluación y análisis de los principales impactos y consecuencias sobre los ecosistemas y la sociedad según los peligros y la sensibilidad (ver Figura 1, columnas naranjas). En función de los peligros y los impactos es posible evaluar en la **etapa cuatro**, la sensibilidad de los principales componentes sociales y económicos (ver Figura 1, columna amarilla).

Una vez completadas estas etapas iniciales, es posible abordar la **etapa cinco** sobre la capacidad de adaptación, que aborda la identificación y exploración de las posibles opciones y tipos de respuestas ante la variabilidad y el cambio climático (ver Figura 1, columna verde). No obstante, como uno de los objetivos del proyecto es realizar las evaluaciones en el marco de procesos participativos, esta etapa se realiza en talleres con actores locales para explorar y priorizar las opciones y acciones de adaptación en función de las necesidades de cada ciudad y los procesos en curso (focalizando sobre todo en aquellas acciones orientadas a Adaptación basada en Ecosistemas). De esta manera, se facilita la integración de los conocimientos, puntos de vista y necesidades de todos los actores en el contexto del ordenamiento, planificación urbana y la toma de decisiones en las ciudades.

La **etapa seis** consiste en identificar y analizar la vulnerabilidad desde las perspectivas sociales, ecológicas y económicas (ver Figura 1, columna azul claro) que sumada la capacidad de adaptación permite analizar y validar en la **etapa siete**, los riesgos para la población, los ecosistemas y las infraestructuras en función del contexto de cada ciudad (ver Figura 1, columna azul oscuro).

Etapa:	2. Peligros		3. Impactos		4. Sensibilidad	5. Capacidad de Adaptación		6. Vulnerabilidad	7. Riesgos
	a. Amenazas	b. Exposición	a. Ecológicos	b. Socio-económicos	Socio-económica	a. Estructural	b. No estructural		
Santo Domingo (Ladera)	<ul style="list-style-type: none"> Cambios de temperatura Lluvias intensas Vientos fuerte Balance hídrico Eventos extremos 	<ul style="list-style-type: none"> Población Grupos sociales Infraestructuras Medios de vida Recursos naturales Servicios ecosistémicos 	<ul style="list-style-type: none"> Regulación hídrica Control erosión Disponibilidad de agua Biodiversidad Producción de alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> Viviendas Servicios básicos Mortalidad Morbilidad Accesibilidad Grupos afectados Seguridad alimentaria Enfermedades 	<ul style="list-style-type: none"> Acceso a servicios Nivel de ingresos Estructura de la población Tipo de viviendas Nivel educativo Cabezas de hogar Desempleo 	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructuras grises/verdes/azules Adaptación basada en ecosistemas Reforestación Protección Restauración Conectividad Movimiento y adaptación de cultivos 	<ul style="list-style-type: none"> Gestión de desastres Seguros climáticos Transferencias condicionadas Seguridad social Reubicación planificada Políticas públicas Instrumentos urbanísticos 	<ul style="list-style-type: none"> Social y población Servicios ecológicos y uso de tierras Infraestructuras y servicios básicos 	<ul style="list-style-type: none"> Sequías Inundación Derrumbes Deslaves Olas de calor
Producto:	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeo de actores - Talleres virtuales - Recopilación de datos - Consulta y elaboración de información 		<ul style="list-style-type: none"> - Producción de informe inicial 		<ul style="list-style-type: none"> - Talleres exploración y priorización de opciones para la adaptación 		<ul style="list-style-type: none"> - Integración y validación evaluación de vulnerabilidad y riesgos 		

Figura 1. Componentes y variables de la evaluación en Nature4Cities para Santo Domingo en función de las etapas y productos

Con el marco metodológico definido para Nature4Cities a nivel de las ciudades, es pertinente plantear como punto de entrada, las principales preguntas relacionadas con las diferentes etapas de la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos.

Etapa 1: Definir el contexto y la línea de base

- ¿Cuáles son los principales problemas de la ciudad?
- ¿Quiénes son los actores involucrados en el ordenamiento territorial, urbano y la gestión de riesgos?

Etapa 2: Identificar las amenazas y evaluar la exposición

- ¿Cuáles son las principales amenazas climáticas en la ciudad?
- ¿Cuáles son los principales elementos expuestos (incluidos grupos sociales, servicios ecológicos e infraestructuras)?

Etapa 3: Evaluación de los impactos

- ¿Cuáles son las causas y consecuencias de amenazas y exposición?
- ¿Cuáles son los impactos y cómo se distribuyen los riesgos y vulnerabilidades en la ciudad?

Etapa 4: Evaluar la sensibilidad

- ¿Qué elementos para el bienestar de las personas y la sociedad están comprometidos?
- ¿Qué pérdidas económicas y en vidas ocasionan los peligros e impactos?

Etapa 5: Analizar la capacidad de adaptación

- ¿Qué iniciativas existen para adaptarse al cambio climático y para la gestión de riesgos?

implicados en la toma de decisiones. Por esto, como en función de la escala, el análisis debe considerar el componente a ser evaluado en relación al nivel de la decisión y la acción a ser implementada, explorada o evaluada. Así, por ejemplo:

Tabla 1. Componentes para la evaluación

Escala	Componente	Nivel de decisión	Acciones de adaptación
Macro	Red ecológica e hidrológica	Cuenca/Provincia	Identificación/Planificación
Meso	Red de conectividad (áreas verdes/red vial)	Cantón/Municipio	Diseño/Gestión
Micro	Infraestructuras verdes/grises/mixtas	Barrio/Manzana	Implementación/Mantenimiento

4. CONTEXTO DE SANTO DOMINGO

Santo Domingo obtiene su parroquialización el 29 de mayo de 1861. Es en gran parte resultado de un proyecto de colonización y consecuencia de las reformas agrarias que la Asamblea Nacional oficializó la cantonización el 3 de julio de 1967 (Gobernación Santo Domingo de los Tsáchilas, 2023), constituyendo un nudo de comunicaciones y centro de servicios de la actividad agroindustrial (Bonilla et al, 2020). La ciudad de Santo Domingo ha tenido un crecimiento significativo en las últimas 5 décadas con políticas de la ciudad en sus diferentes planes, que han definido un límite de crecimiento urbano, habilitando áreas de expansión (Figura 3). El crecimiento urbano de la ciudad es empujado en particular por las cooperativas de vivienda, comunas y asociaciones agrícolas que accedían al suelo urbano, sin una planificación para proveer servicios públicos básicos (Bonilla et al, 2020). Bajo un proceso de asimilación de la población originada en las distintas provincias y cantones del país, y un reducido segmento de población de origen extranjero, el crecimiento territorial entre los años 1986 y 2020, ha sido de 5,025 ha, de las 7,920 ha disponibles, lo que representa un 63.5% de ocupación, de acuerdo a los límites administrativos establecidos en el PDOT vigente.

El crecimiento demuestra una tendencia concéntrica y radial, como de pocas ciudades del país; lo cual le atribuye ciertas ventajas para la planificación y la cobertura de servicios. Un anillo inicial aglomera el núcleo de origen de la ciudad, que es delimitado por una circunvalación vial. Un segundo anillo define la superficie actual de consolidación urbana, y es delimitado por vías perimetrales interprovinciales e interconectadas, resaltando que además existen 5 ejes de vías radiales en este nodo productivo del país. El tercer anillo ha sido actualizado en el reciente Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, con la delimitación del área de crecimiento urbano, proyectado para las siguientes décadas. No obstante, el área urbana de Santo Domingo tiene alta presencia de ríos, quebradas y esteros por lo que cualquier tipo de construcción debe realizarse en el marco de la ordenanza municipal vigente desde 2014, que especifica que no se puede construir a 15 metros de cada lado de los esteros y 50 metros de cada lado de los ríos, para evitar amenazas, riesgos de inundación y proteger las áreas verdes.

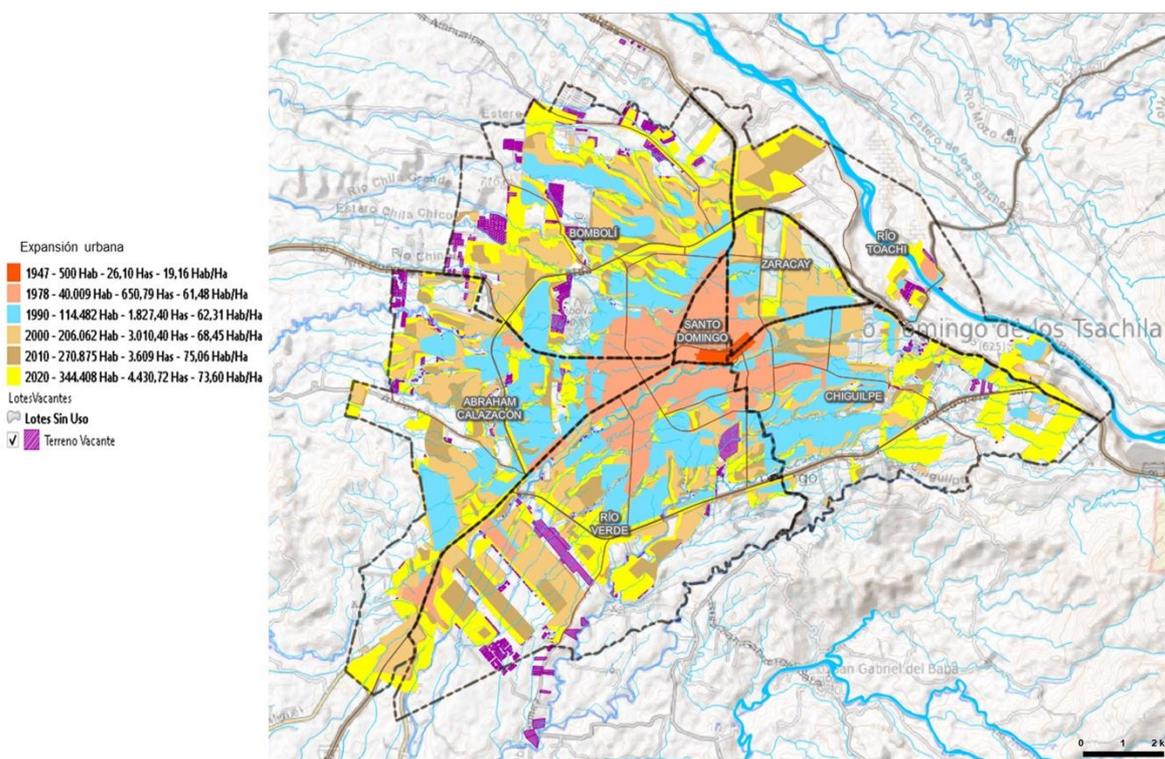


Figura 3. Expansión urbana de Santo Domingo
Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo, PUGS, 2021: PLAN DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO CANTÓN SANTO DOMINGO 2020 – 2032

Condición socioeconómica de Santo Domingo

Población

De acuerdo a la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 – 2032 y con base en los Censos 1974, 1982, 1990, 2001, 2010 y sus proyecciones, se establece las tasas de crecimiento poblacional en el área urbana y rural (ver Tabla 2). Es relevante tener en cuenta que, con fecha 3 de julio de 1967 Santo Domingo es elevado a la categoría de cantón, por lo que a partir del censo 1974 la población urbana comienza a aumentar y entre el periodo 1950 –1962 se la consideraba como rural. A continuación, se detalla el incremento de la población desde el año 1950 hasta el año 2020: la ciudad de Santo Domingo cuenta con una población de 350,142 habitantes en 2020.

Tabla 2. Población urbana y rural de Santo Domingo

Año	Urbana	Rural	Total
1950		6,951	6,951
1962		31,345	31,345
1974	30,523	72,692	103,215
1982	69,235	68,830	138,065
1990	114,422	76,514	190,936
2001	199,827	87,191	287,018
2010	289,669	89,709	379,378
2020	350,142	108,438	458,580

Fuente: INEC, Censos, PDOT 2020.

Nivel socioeconómico:

Santo Domingo posee una gran cantidad de atributos económicos, naturales, geográficos y sociales, adquiriendo un gran potencial para ser generador de condiciones necesarias y facilitar un desarrollo adecuado en la población. El nivel socioeconómico del área urbana se conforma por diferentes grupos sociales, que se han constituido en torno a la dotación de servicios básicos, como luz eléctrica, agua potable, recolección de residuos sólidos; nivel de instrucción y tipo de vivienda. Así también se establecen las siguientes categorías de información para integrar el criterio de precariedad: (i) densidad de agua potable, (ii) densidad de alcantarillado, (iii) tamaño de predios e incompatibilidad y (iv) densidad poblacional por segmentos. Con el análisis de la información obtenida del PDOT 2021 se detalla que, el estrato alto posee viviendas con todos los servicios básicos y un nivel de instrucción superior; frente al estrato bajo que presenta viviendas precarias, como mediaguas o covachas; los servicios básicos son deficientes puesto que, el agua la obtienen por tubería o vertiente y la eliminación de aguas servidas es por pozo séptico, y presentan un nivel de instrucción de educación básica.

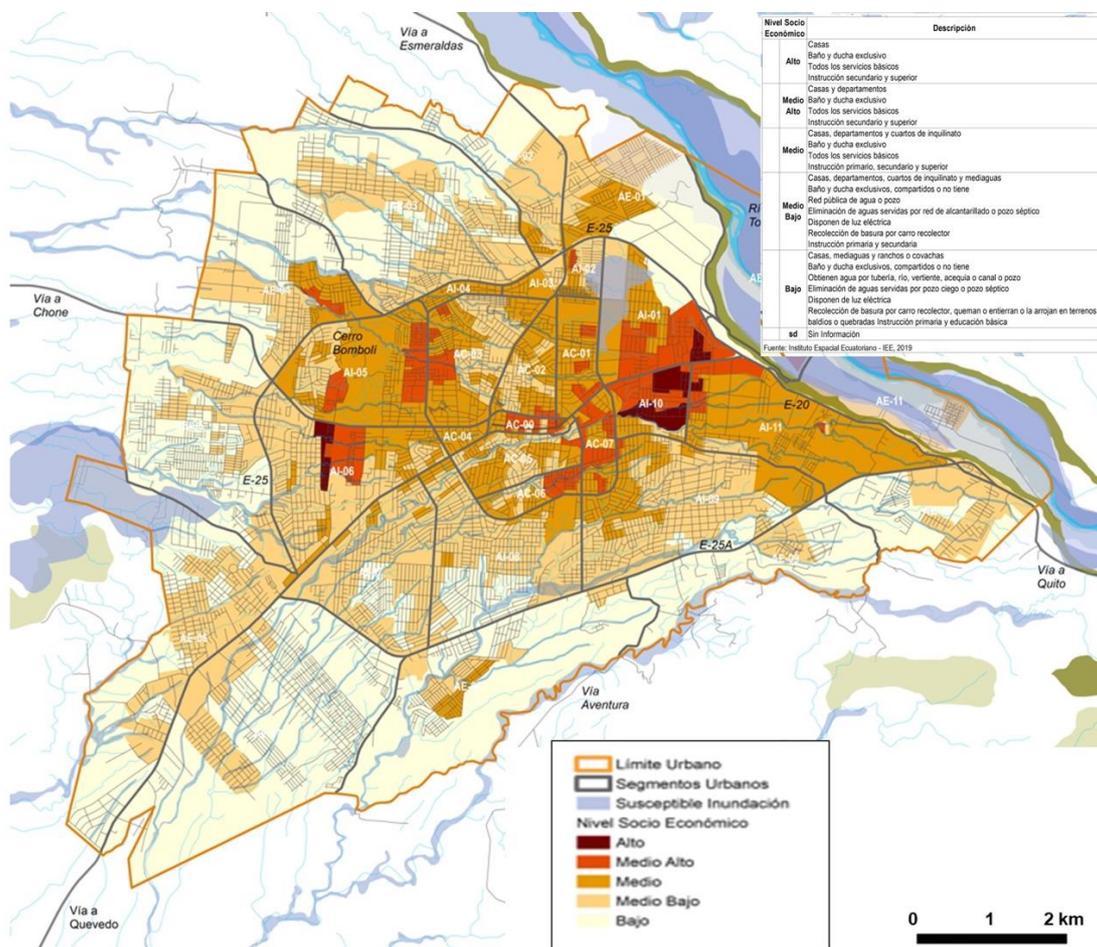


Figura 4. Nivel socioeconómico de Santo Domingo

– Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo, PUGS, 2021: PLAN DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO CANTÓN SANTO DOMINGO 2020 – 2032.

Población por área urbana y rural, desagregada por género:

No hay datos detallados para la ciudad y parroquias que permitan realizar un análisis de las vulnerabilidades y riesgo sensible al género. No obstante, el modelo de urbanización y crecimiento de la ciudad sobre la base de cooperativas de vivienda ha generado graves problemas de segregación por acceso al agua potable y al alcantarillado, en particular en las parroquias al norte y al sur de la ciudad, en particular la parroquia de río Verde y las zonas periurbanas donde se localizan las comunidades de nacionalidad Tsáchilas (Chiguilpe y Peripa) (Bonilla et al., 2020). Además, la ausencia

de un sistema apropiado de tratamiento de aguas servidas implica que la contaminación del agua al sur de la ciudad, unido a los cambios de uso del suelo por la expansión urbana, aumenten los problemas de segregación social y de pérdida de suelos agrícolas en las zonas periurbanas y rurales de la ciudad, afectando en particular a las comunidades indígenas Tsáchilas (Bonilla et al, 2020).

Los indicadores de género son variables de análisis que describen la situación de las mujeres y hombres en la sociedad. El conocimiento de la realidad social, laboral, formativa, económica, desde un enfoque de género, requiere la utilización de indicadores que facilitan la comparación entre la presencia de mujeres y hombres e identifican las diferencias que puedan estar alimentadas por construcción social y roles atribuidos a géneros. Con base al censo de población y vivienda desarrollado en el año 2010 y reconstruido con la División Político Administrativa del 2017, del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, la provincia de Santo Domingo contó en el año 2018 con una población total de 411,277 hab. (INEC, 2018). En la Tabla 3, se puede observar, que en la provincia de Santo Domingo la concentración femenina (51.02%) predomina en la zona urbana, mientras que el porcentaje de hombres (52.16%) predomina en la zona rural, teniendo en cuenta la existencia de una fuerte incidencia agrícola y ganadera en la provincia.

Tabla 3. Población de género por área urbana y rural

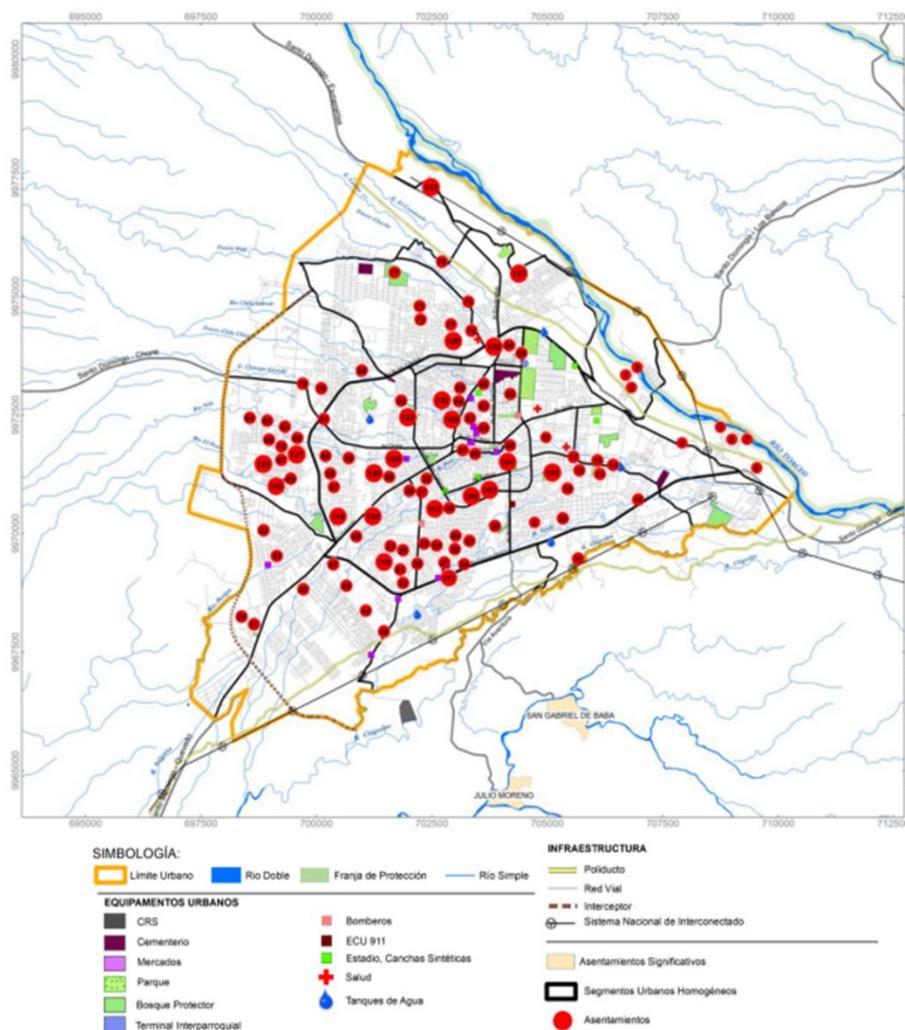
Provincia de Santo Domingo			
		Área (hab)	Porcentaje (%)
Urbana	Hombres	146,880	48.98
	Mujeres	152,998	51.02
Rural	Hombres	58,109	52.16
	Mujeres	53,290	47.84

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2010. Atlas de Género, 2018

Población en asentamientos informales:

De acuerdo con el PUGS 2021, Santo Domingo cuenta con 133 asentamientos humanos de hecho, los mismos que se caracterizan por estar establecidos en zonas de riesgo con una forma de ocupación del territorio que no ha respetado el planeamiento urbanístico (Tabla 4). En este sentido la Municipalidad promueve su legalización con la finalidad de generar medidas para incorporarlos en sitios seguros.

Tabla 4. Asentamientos humanos de hecho en Santo Domingo



N°	NOMBRE DEL ASENTAMIENTO	N°	NOMBRE DEL ASENTAMIENTO	N°	NOMBRE DEL ASENTAMIENTO
1	Asentamiento El Ébano 2	46	Plan de Vivienda Regalo de Dios	91	Asociación Bahía Colorada
2	Urbanización Municipal El Ébano	47	Asentamiento 21 de Febrero	92	Gremio Comercial Proletariado
3	Comité Pro-Mejoras Valle del Toachi	48	Asentamiento Riveras del Río Pove	93	Asentamiento María Auxiliadora
4	Asentamiento El Romeral	49	Asentamiento Tres Postes	94	Comité Pro-Mejoras Bellavista
5	Coop. de Vivienda Playa de las Américas	50	Barrio San Jacinto	95	La Esperanza
6	Asentamiento 16 de Mayo	51	Barrio San Francisco	96	Asentamiento Nueva Loja
7	Asentamiento El Paraíso	52	Asentamiento Sueño de Vivir	97	Barrio Zaracay Sector 1 2 3
8	Asentamiento Rochdalle	53	Asentamiento Nuevo Proletariado	98	Asentamiento San Marco
9	Asentamiento Ieras del Carmen	54	Asentamiento 21 de Junio	99	Barrio Zaracay Sector 5
10	Asentamiento Luis María Burneo	55	Comité Pro-Mejoras Israel	100	Asentamiento Gómez de la Torre
11	Asentamiento Marina Peñaherrera	56	Asentamiento 14 de Mayo	101	Asentamiento Voluntad de Dios
12	Asentamiento Nuevo Horizonte	57	COOP MODELO	102	Asentamiento 24 de Febrero
13	Comité Pro-Mejoras Nueva Provincia	58	Asentamiento Barrio Bellavista	103	Comité Pro-Mejoras Barrio 25 de Diciembre
14	Asentamiento Nuevo Miraflores	59	30 de Junio	104	Asociación 12 de Febrero
15	Asentamiento Sueños Juveniles	60	Las Playas	105	Asentamiento Kasama
16	Asentamiento La Nueva Esperanza	61	Asentamiento el Playón	106	PDV Atahualpa antes Comité PM Los Laureles
17	Asentamiento Santa Marianita	62	Barrio Voluntad de Dios	107	Asentamiento Barrio La Paz
18	5 de Agosto	63	Barrio San Juan y San Pablo	108	Mercado 5 de Agosto
19	Niño de Belén	64	Asentamiento Luz del Día	109	La Castellana Etapa I
20	Trabajadores Municipales	65	Urbanización Sutram	110	La Castellana Etapa II
21	Asentamiento Monuca Alejandra	66	Barrio Jehová es mi Pastor	111	Asentamiento Los Vencedores
22	Asentamiento Jesús del Gran Poder	67	Barrio El Mirador	112	Asentamiento Nueva Esperanza
23	Asentamiento 25 de Julio Sector 2	68	Barrio Johana Reyes	113	Asentamiento 21 de Junio
24	Asentamiento Virgen del Cisne	69	Barrio Laura Flores	114	Asentamiento 24 de Mayo
25	Asentamiento El Piatanito	70	Barrio Virgen del Cisne	115	Barrio Lirio de los Valles
26	Asentamiento El Cañaveral	71	31 de Enero	116	Barrio 4 de Abril
27	Asentamiento Nuevo Jerusalén	72	Asentamiento Eloy Alfaro	117	Barrio 14 de Junio
28	Santa Martha Sector 5	73	Asentamiento La Primavera	118	Asentamiento El Bosque
29	Asentamiento 25 de Julio	74	Barrio Atahualpa	119	Barrio 12 de Octubre
30	Asentamiento La Inmaculada	75	7 de Septiembre	120	Barrio 1 de Mayo
31	Asentamiento 18 de Octubre	76	Asentamiento Caminos Al Búa	121	Barrio 25 de Diciembre
32	Asentamiento Voluntad de Dios	77	Reina del Cisne	122	Barrio 9 de Mayo
33	Asentamiento El Cañaveral 2	78	Asentamiento Laura Flores 3	123	Asentamiento Guadalupe Larriva
34	Barrio La Independencia	79	Asentamiento Montoneros de Alfaro	124	Barrio Municipal Metropolitano
35	Asentamiento 12 de Septiembre	80	Plan de Vivienda Municipal Renacer	125	Asentamiento Urb. Moreira
36	Asentamiento Río Chico	81	Las Iguanas	126	Ciudadela Central
37	Asentamiento Laura Flores 2	82	Asentamiento Los Pelucones	127	Asentamiento Brisas del Colorado
38	Asentamiento 16 de Marzo	83	10 de Agosto	128	Gaviotas
39	Asentamiento El Cosmopolita	84	Asentamiento 14 de Febrero	129	Asentamiento Fuerza y Libertad
40	Asentamiento Barrio Niño Jesús	85	Frente de Lucha de la Mujer Trabajadora	130	Chilachi 'to
41	Asentamiento La Isla	86	José María Velasco Ibarra	131	Centro Comercial Pupusa
42	Asentamiento Ciudad Colorada	87	Comité Pro-Mejoras del Barrio Nazareth	132	Calle Schumacher
43	Asentamiento El Cañaveral 3	88	Asentamiento 30 de Julio	133	El Comisario
44	Asentamiento Las Honduras	89	Niño de Belén		
45	Comité Pro-Mejoras La Isla	90	Tiwinza y Asoc. 10 de Noviembre		

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo, PUGS, 2021: PLAN DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO CANTÓN SANTO DOMINGO 2020 – 2032.

Servicios públicos:

El abastecimiento de agua potable tiene mayor disponibilidad en las áreas centrales y de consolidación de la ciudad, con una completa cobertura y tiempo al día de servicio. Las áreas de expansión y los asentamientos de hecho, cuentan con limitaciones en el acceso a este servicio, o con intermitencia en el tiempo diario de abastecimiento, que puede llegar al 50% del día. Si bien existe un sistema de abastecimiento con infraestructura y una empresa pública que lo opera, el acceso al agua todavía es un problema, y la calidad debe mejorar como lo manifiestan las juntas de agua urbanas y rurales existentes en Santo Domingo (La Hora, 2022). En términos de superficie, el 79% del área urbana cuenta con servicio de agua potable. En términos de población, el 84% tiene cobertura de este servicio, representando 290 mil habitantes para el año 2020. En complemento, el 40% de la población tiene una densidad de cobertura de nivel bajo y muy bajo, y físicamente se encuentra en las áreas periféricas de la ciudad. La conducción del sistema de abastecimiento viene de la microcuenca del río Lelia, en el sector occidental del cantón, con un caudal promedio de 1,000 l/seg, y con déficit en el verano. Además, está en construcción avanzada una nueva planta de captación, tratamiento y suministro de agua potable desde el río Otongo próxima a entrar en operación, que aumentará el aprovisionamiento de agua para la ciudad en 500 l/seg de agua.

El servicio de alcantarillado tiene mayores deficiencias en relación al de abastecimiento de agua potable. Aunque se estima que el 75% del área urbana tiene una cobertura de alcantarillado, en términos de población, únicamente el 60% tiene acceso a este servicio. El sector norte de la ciudad, en el área que coincide con la subcuenca del río Blanco (y Toachi) presenta una densidad de cobertura de nivel bajo y muy bajo, concentrando al 28% de la población urbana. El sector sur de la ciudad, en el área que coincide con las subcuencas de los ríos Daule y Vinces, presenta densidades de cobertura altas y muy altas, sin embargo, aquí también se asocia la mayor cantidad de pozos de alcantarillado, que descargan directamente aguas residuales. Un escenario de contaminación se ha generado en los ríos Pove, Code, Verde y Poste, y en sí en estas microcuencas, que además incluyen y afectan a comunidades ancestrales de la nacionalidad Tsáchila. Como medida de solución, una planta de tratamiento se construye en el sur de la ciudad, que será alimentada por un interceptor instalado en la sección Este del límite urbano.

Uso del suelo y tenencia de tierras:

El acceso a suelo urbano legalizado es una clara demanda territorial, con dinámicas de apropiación que parten desde lo público, lo comunitario, e incluso lo privado. Los frentes de crecimiento urbano, que generalmente son promovidos por la figura comunitaria de cooperativas, han desencadenado escenarios de lotizaciones con exposición frente a riesgos naturales. La tercera parte de predios urbanos catastrados tienen superficies que fluctúan entre 100, 200 y hasta 300 m². Respecto a las superficies de usos de suelo, es preciso resaltar lo siguiente: el 43% se ocupa con una categoría residencial; el 9% lo ocupan los servicios de comercio; el 6% se relaciona con infraestructura educativa, el 4,5% está asociado a áreas de protección; y el 1,2% está destinado a recreación y deportes. Por otro lado, se identifica una acumulación de suelo de gran extensión a lo largo de la ciudad, con superficies desde 25 mil m² hasta 200 mil m²; registrándose 125 predios que cubren más de 780 hectáreas y ocupan más del 20% de la superficie del catastro al año 2020. Los propietarios son privados y públicos.

Actividad productiva

En el cantón de Santo Domingo la principal actividad productiva es agrícola-ganadera y la ciudad es el punto de enlace entre las regiones del país, por lo que el comercio es muy activo, además es un

puerto terrestre de intercambio entre sierra y costa con un turismo importante. La actividad agrícola se centra en los cultivos de café, palma africana, abacá, cacao, tubérculos, maíz, caucho. Pero la actividad más importante es la ganadera, tanto que en la ciudad se desarrolla el mayor mercado ganadero del país.

Actores e iniciativas claves

Los departamentos de las instituciones locales de planificación territorial, de gestión de riesgos, y de catastro o control del suelo, son las instancias que mayor retroalimentación pueden tener con una evaluación de vulnerabilidad y riesgo de cambio climático. Los resultados más entendibles y aplicables requieren de salidas cartográficas en mapas y la determinación de zonas con diferente categoría de intensidad. Para los equipos de riesgo y de catastro, la información resultante puede ser más pertinente, ya que en su gestión habitual deben emitir informes técnicos de las condiciones de zonas o de predios.

Uno de los principales actores que tienen incidencia en la planificación y gestión de riesgos es la Prefectura, a través de la Dirección de Gestión Ambiental, quien tiene la competencia de realizar un control y seguimiento ambiental y maneja los Objetivos de Desarrollo Provinciales destacando el componente biofísico: promover el desarrollo sostenible en la provincia priorizando la conservación y restauración del patrimonio natural. Para ello, manejan diferentes proyectos enfocados en la incorporación de nuevas áreas prioritarias para la conservación, la sensibilización ambiental, la reforestación, capacitación a través de la educación ambiental en la adaptación al cambio climático y protegen los recursos naturales de las cuencas hídricas, estableciendo mecanismos de conservación como el instrumento del Plan Maestro de Cuencas Hídricas y el reconocimiento a iniciativas ambientales por medio del Mérito Ambiental, con la finalidad de garantizar un espacio libre de contaminación y protegiendo la salud de los y las habitantes de la provincia (Gad Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas, 2020).

El Municipio por medio de la Unidad de Saneamiento y Gestión Ambiental, contribuye a la conservación, preservación, mejoramiento del ambiente y calidad de vida de los y las habitantes del cantón, posee las competencias en torno a los espacios verdes de la ciudad, avenidas, parques y jardines, campañas de sensibilización con la educación ambiental y coordina con diferentes instituciones proyectos de conservación y protección de áreas prioritarias. Con la finalidad de monitorear la implementación de los ODS se han creado los Observatorios Locales en diferentes provincias del país, incluido Santo Domingo, se trabaja en función de 4 ODS: Trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8); Reducción de las desigualdades (ODS 10); Vida de los ecosistemas terrestres (ODS 15); y Paz, justicia e instituciones sólidas (ODS 16). Las instituciones trabajan alineadas con la recopilación de información estadística confiable e indicadores cualitativos que aterricen a la realidad local de diferentes sectores como empleo, seguridad social, ambiente, turismo, agricultura para generar tomas de decisiones adecuadas y solventar las necesidades de estos sectores.

Con la finalidad de dar cumplimiento a las acciones para solventar la problemática ambiental, resiliencia y cambio climático, Santo Domingo cuenta con la Mesa de Compromisos Ambientales y Cambio Climático y el Comité de Seguimiento integrado por miembros de la Sociedad Civil encargados de evaluar las acciones implementadas para la protección del agua, la biodiversidad y el clima de la provincia. Las instituciones y organizaciones identificadas en el Mapeo de Actores del Grupo de

Trabajo del Proyecto (Figura 5) fueron exploradas respecto a sus competencias, estructura y relación con el Proyecto, estableciendo un listado de contactos específico.

Siguiendo la sectorización de los actores, a nivel público se seleccionó a los departamentos y las empresas públicas del Municipio, en acompañamiento de la Prefectura y la Dirección Zonal del MAATE. También a nivel público de carácter nacional, se identificó a las Direcciones Zonales del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, del Ministerio de Agricultura y Ganadería, y el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911. Para los equipos de planificación, la aplicabilidad de resultados espaciales presenta una mayor complicación, toda vez que la zonificación urbana y rural se modifica mediante procedimientos legales como ordenanzas. Finalmente, las empresas públicas que brindan servicios a la ciudad pueden aplicar en un nivel técnico los resultados de esta evaluación, en los casos que las intervenciones o infraestructuras demanden información sobre las amenazas naturales y climáticas.

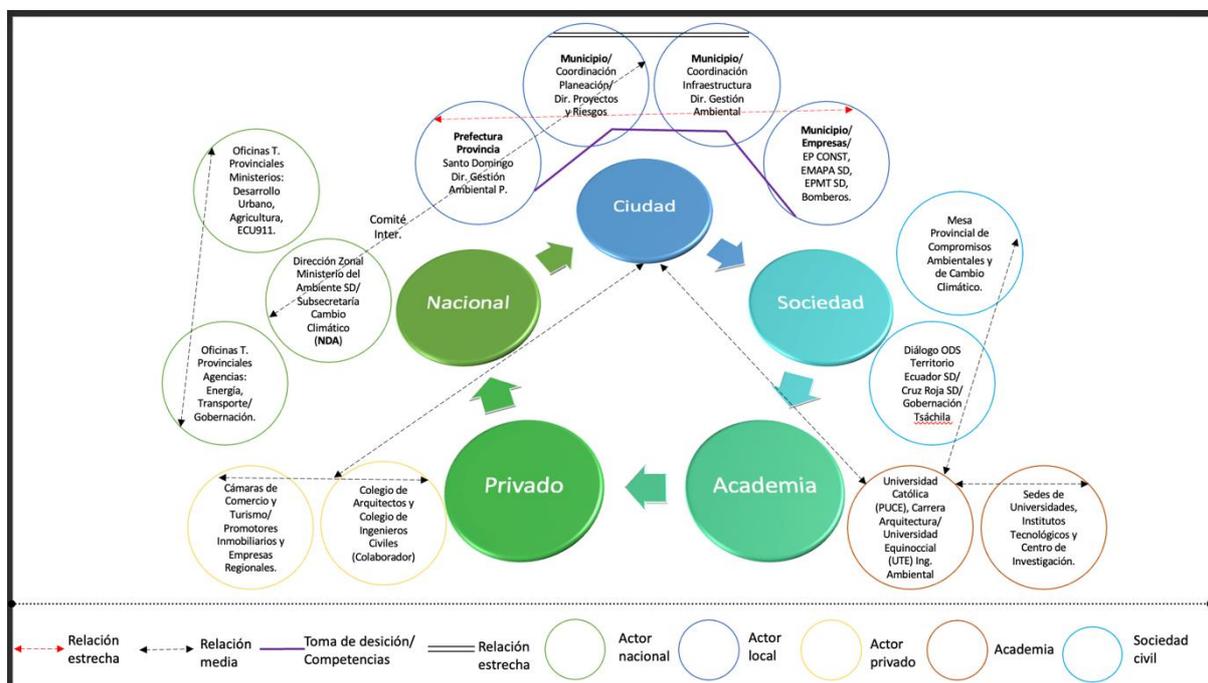


Figura 5. Principales actores y nivel de requerimiento para la planificación y la gestión de riesgos en Santo Domingo Fuente: Elaboración propia

Características físico-ambientales

La ciudad de Santo Domingo:

El relieve general presenta un área de planicies, conformadas por terrazas de depósitos aluviales, y por afloramientos de formaciones volcánicas que también han acumulado capas de suelo orgánico de aptitudes agrícolas. Intercalando estas planicies, se evidencia una trama de pendientes por el cruce de ríos menores (esteros) y de quebradas que son parte del paisaje del área urbana consolidada. El centro de la ciudad también es el punto de encuentro de tres subcuencas que fluyen hacia la costa ecuatoriana. Hacia el Norte fluye la subcuenca del río Blanco (y río Toachi) que aporta a la cuenca del río Esmeraldas. Hacia el Sureste fluye la subcuenca del río Daule, y hacia el Suroeste fluye la subcuenca del río Vinces, siendo las dos aportantes de la cuenca del río Guayas (Figura 6). Los esteros y quebradas han habilitado vegetación arbustiva y riparia en sus alrededores, con pendientes predominantes entre el 12% y 25%. Las descargas de aguas residuales son predominantes en los cauces del sur de la ciudad, lo cual genera contaminación que afecta a las poblaciones aguas abajo.

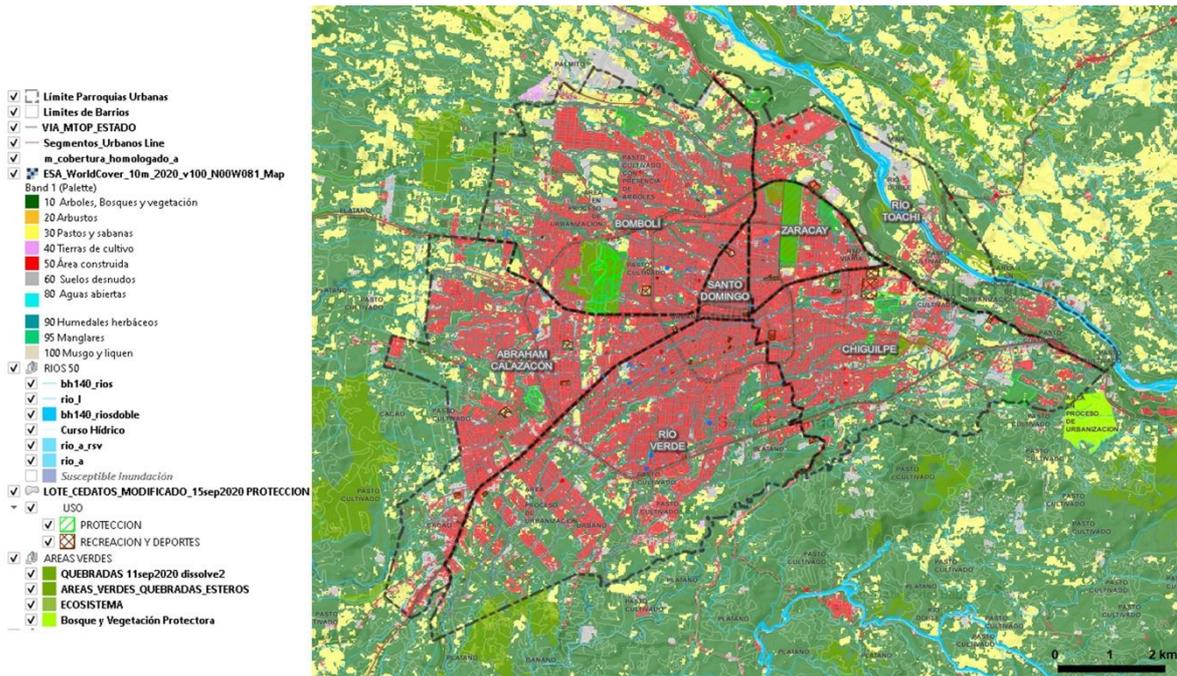


Figura 6. Uso del suelo en Santo Domingo y su área de influencia

Fuente: Elaboración propia sobre la base de ESA. 2022. Global Land Cover Map y Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo, PUGS, 2021: PLAN DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO CANTÓN SANTO DOMINGO 2020 – 2032.

El cantón de Santo Domingo:

De acuerdo con el MAATE el Cantón Santo Domingo es considerado uno de los sectores del país con más alta tasa de deforestación, entre el año 2000 al 2008 se han deforestado 30,699 hectáreas, aumentando la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo, 2020). A nivel cantonal las competencias locales corresponden a la municipalidad, tanto para el suelo urbano como rural. Se debe resaltar que el territorio a nivel provincial incluye a este cantón que ocupa la mayoría de su extensión, e incluye al Noreste el cantón La Concordia, con una superficie menor. Las competencias provinciales tienen la potencialidad de manejar los temas de conservación, hídrico, de riego, y la agricultura.

Los remanentes de bosque se ubican hacia el flanco occidental del Cantón, y responden a la vegetación de estribación de la cordillera, con zonas de vida de los Bosques húmedos y muy húmedos premontanos y montanos (con influencia de la cordillera de los Andes y de la costa del Pacífico), siendo de una alta importancia ecológica e hídrica por el abastecimiento de agua para la ciudad. La sección oriental del cantón está conformada por vegetación altamente intervenida por actividades agrícolas y ganaderas. Al Sur y hacia el Este de la ciudad se ubican los territorios ancestrales de siete comunidades de la nacionalidad Tsáchilas. Se debe resaltar que los cambios de uso del suelo son difíciles de monitorear dada la continua alta cobertura nubosa que dificultan la obtención de imágenes de satélite a alta resolución para periodos diferentes.

La fuerte ocupación del suelo urbano ha desplazado la cobertura vegetal natural, y ha marcado una tendencia de viviendas con limitaciones en los servicios y en su estructura, o sin cumplir la normativa de construcción. De las evaluaciones del Plan de Desarrollo, existe una apreciación de deficiencia de áreas verdes en la ciudad, registrándose un índice verde de 4.36 m²/hab.

De la vegetación remanente de la ciudad, se pueden identificar dos tipos: la vegetación arbustiva de quebradas y esteros con una superficie de 994.1 ha, y la vegetación boscosa que se ha reservado con una superficie de 150.5 ha. Sin embargo, la vegetación arbustiva está generalmente asociada con ocupaciones de suelo de precariedad o con grandes superficies de terrenos sin un manejo; y las secciones de bosque se ubican en extensiones de parques y en el área del Cerro Bombolí, que es la principal elevación con pendientes escarpada de la ciudad.

Estas características ambientales permiten entender la gran diversidad de ecosistemas y de servicios ecológicos que se generan en el cantón y su área de influencia y de los cuales depende en gran medida la ciudad de Santo Domingo. Cabe mencionar por ejemplo la provisión de agua al acueducto de las cuencas abastecedoras de los ríos Lelia y Otongo, la provisión de materiales y alimentos a la ciudad, el cantón y el país, la regulación hídrica de ríos y quebradas, el control de la erosión de suelos y el soporte a la biodiversidad (Figura 7).

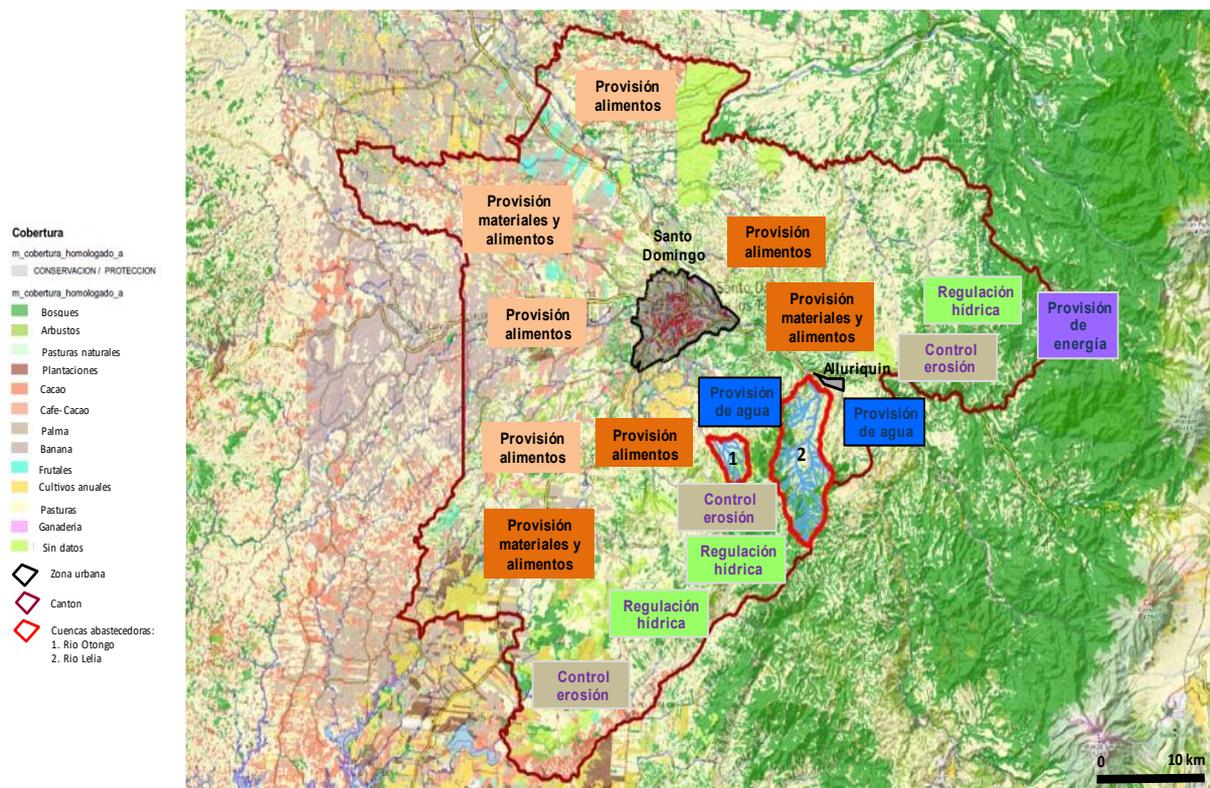


Figura 7. Distribución de los servicios de los ecosistemas en el cantón Santo Domingo

Fuente: Elaboración propia

5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Condiciones climáticas actuales

La precipitación en la provincia de Santo Domingo presenta una temporada de mayores lluvias entre enero y abril, y la de menores entre julio y septiembre. El rango de variabilidad de la precipitación ha sido alto, especialmente en los meses de la temporada de más lluvias. Esto debido principalmente a la influencia de los fenómenos de variabilidad climática El Niño – La Niña, los cuales ocasionan años con mayores o menores volúmenes mensuales de precipitación con relación a la climatología (el promedio del periodo 1981-2015) (CONGOPE, 2019). Las condiciones climáticas actuales muestran que las principales amenazas que existen para el cantón y la provincia son las lluvias extremas, tanto

a nivel urbano, como rural y las temperaturas extremas en menor nivel. Respecto a las áreas de exposición frente al clima extremo, la mayor tendencia se enfoca en los barrios que se encuentran cerca de los ríos, o aquellos que presentan niveles de vulnerabilidad social. Esto sucede sobre todo en sectores con procesos de posesión de suelo y posterior legalización mediante cooperativas. Las categorías que siguen en importancia son los poblados rurales y los barrios en sectores periurbanos y en zonas de crecimiento.

Impactos observados

La ciudad de Santo Domingo que alberga el 70% de los habitantes del cantón, no tiene mayores problemas por inundaciones; sin embargo, el sistema de alcantarillado acusa deficiencias por descargas a los sistemas naturales de drenaje de la ciudad (PUGS, 2021; PDOT, 2020). Es así como muchas de las inundaciones se originan por obstrucción del alcantarillado pluvial, como sucedió en 2021 y 2022 (El Diario, 2021 y 2022¹). Es importante anotar que de los 125 asentamientos de hecho, solo 6 están en las riberas del río Toachi. Se estima entre 4 y 5 mil familias (5 a 10% del total) están ubicadas en zonas de vulnerables en el área urbana de Santo Domingo. Por otra parte, muchos de los asentamientos de hecho están en los bordes de los ríos Verde y Pove (PDOT, 2020).

Alluriquín se encuentra localizada en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes, es la parroquia rural con mayor área territorial del Cantón y su centro urbano es el más cercano a la ciudad, la carretera principal Alóag – Santo Domingo une la sierra con la costa ecuatoriana y de acuerdo con el INEC, la población es de 12,118 habitantes. Conforme al PUGS 2021, las fortalezas surgen en torno a la actividad comercial de conexión, al acceso a fuentes de agua y a los espacios verdes que rodean a la cabecera parroquial. No obstante, las amenazas se sitúan respecto a desbordamientos de ríos, inundaciones y deslizamientos de la zona, principalmente por el río Toachi. En este sentido, existe una declaratoria de emergencia por parte del Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR) para proteger los asentamientos que se ubican en estas zonas de riesgos.

Causas de los impactos

Los impactos se derivan no solamente por la amenaza a fenómenos naturales y la exposición de áreas y grupos a factores climáticos (Figuras 8 y 9). Por esto se debe tomar en consideración la dinámica de la urbanización y los cambios en el uso de las tierras (incluidos la dotación de recursos y servicios ecosistémicos que generan diversos impactos sobre la población, los grupos sociales, las infraestructuras y los medios de vida). Estas diferencias se pueden incrementar resultado del desarrollo urbano y de los consecuentes efectos diferenciales derivados del cambio climático. Es así, por ejemplo, como sumado a la variabilidad de precipitaciones por cambio climático, la deforestación y los cambios de uso del suelo en las microcuencas que proveen de agua a la ciudad pueden tener importantes efectos en la cantidad y calidad del agua para la ciudad. La Figura 9, muestra el grado de deforestación para el 2020, muy alto en las microcuencas de los ríos Lelia y Otongo, aunque las partes altas de las dos están mejor conservadas, pero con cambios alarmantes en los últimos 20 años.

¹ <https://www.eldiario.ec/actualidad/tremendo-aguacero-genera-inundaciones-en-varios-sectores-de-santo-domingo/>

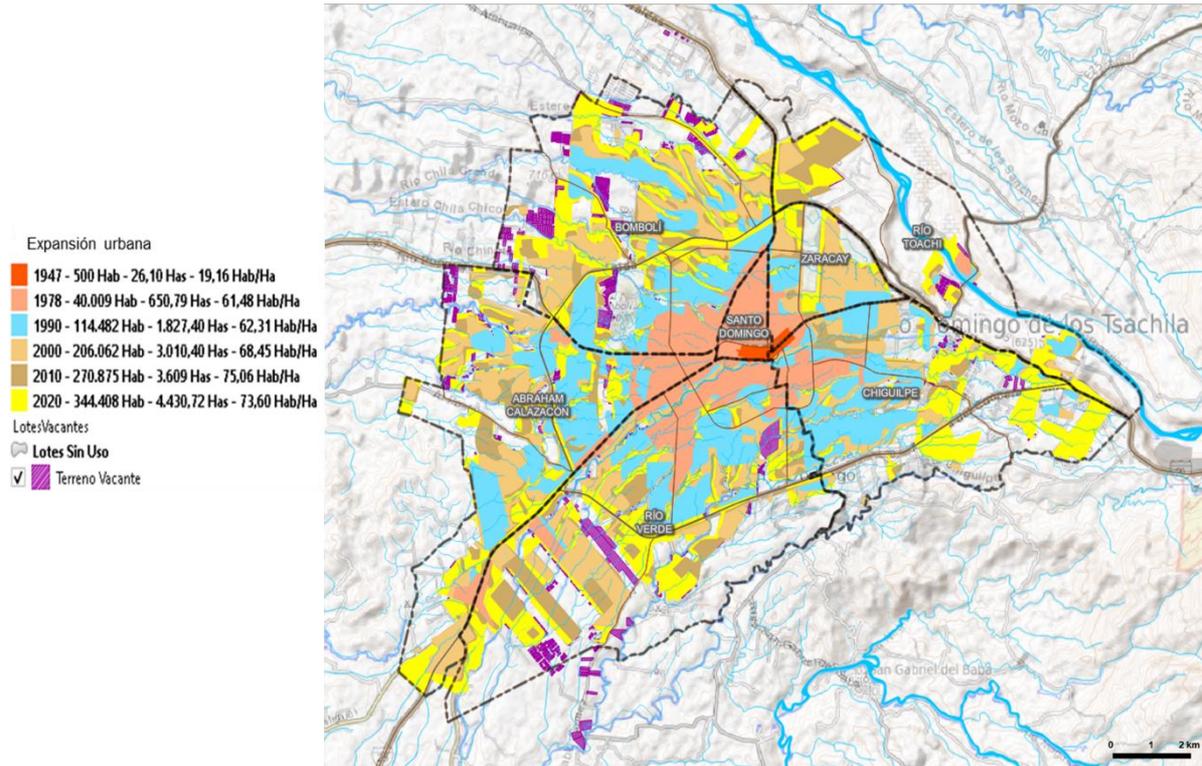


Figura 8. Dinámica de urbanización de la ciudad: Expansión urbana (1950-2020) y terrenos vacantes.
Fuente: PUGS, 2021

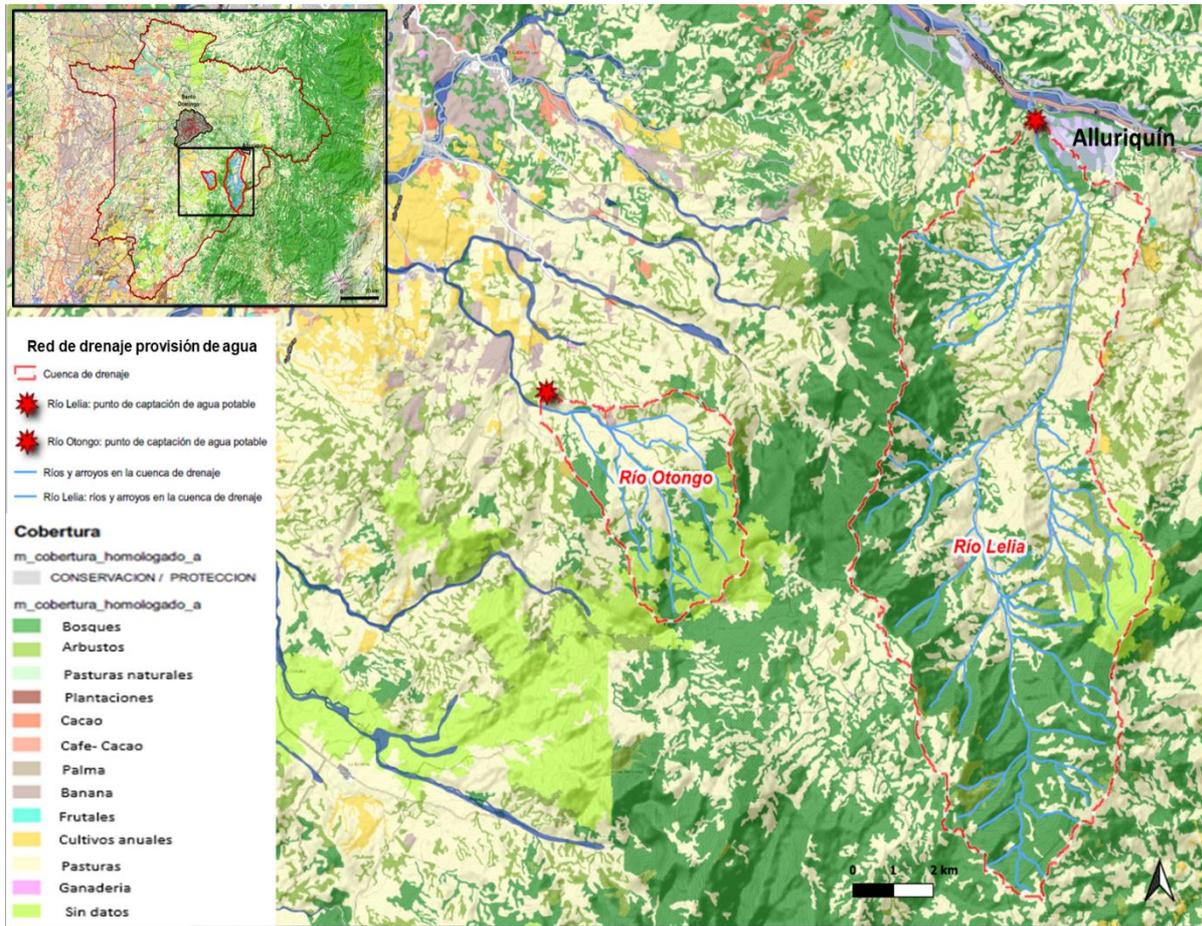


Figura 9. Dinámica de uso del suelo en las microcuencas de los ríos Lelia y Otongo y sus áreas de influencia
Fuentes: Elaboración propia sobre la base de PUGS, 2021; PDOT, 2020

Proyecciones climáticas futuras

La variabilidad natural seguirá modulando los cambios climáticos causados por el hombre, ya sea atenuando o amplificando los cambios proyectados, con poco efecto sobre el calentamiento global a escala del siglo. Es importante considerar estas modulaciones en la planificación de la adaptación, especialmente a escala regional y en el corto plazo (IPCC, 2023).

Los escenarios de cambio climático muestran en general incrementos de la precipitación, siendo más significativos en los primeros cuatro meses del año y al final del mismo. También se aprecia que habría una mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos de variabilidad climática, que ocasionarían años con meses de lluvias muy intensas (superiores en más del 100% a la climatología actual y futura), siendo los más fuertes bajo el RCP² 8.5 (CONGOPE, 2019).

Cada vez son más los años con temperaturas superiores al promedio, lo cual es una clara señal del cambio climático que se ha venido observando. En cuanto a los escenarios, si bien se mantiene el comportamiento a lo largo del año, los valores de la temperatura serán mayores, entre 0,8 y 1,0°C bajo el RCP 4.5 y entre 0,9 y 1,1°C bajo el RCP 8.5. Se aprecia además que el rango de variabilidad que tendría la temperatura media en el periodo futuro 2011-2040 presentaría casi todos los valores por encima del promedio actual, lo que nos indica que posiblemente en el futuro cuando haya la influencia de fenómenos de variabilidad climática que ocasionen descensos en la temperatura, los valores de ella serían casi iguales a los valores medios que se tienen en la actualidad (CONGOPE, 2019).

Las proyecciones de los impactos del cambio climático de escenarios² para 2030, 2050 y 2100 pronostican, en la provincia, algunos cambios en la pluviosidad y la precipitación (Figuras 10a y 10b; Figuras 11a, 11b y 11c). Sin embargo la incertidumbre es alta pues los modelos utilizados y los datos generados no permiten tener información a escala de la ciudad que permita analizar los impactos de los cambios en variables como la precipitación, las temperaturas medias y los eventos extremos (Figuras 11a; 11b y 11c) Por esto parece apropiado utilizar las indicaciones de tendencias climáticas a escala provincial para combinar con la información de otras fuentes para variables como temperatura de superficie y NDVI a escala municipal para derivar las tendencias climáticas en la ciudad de Santo Domingo (ver ejemplo en la Figura 12).

² Los RCP (por sus siglas en inglés) son las Trayectorias de Concentración Representativas que son trayectorias de concentración de gases de efecto invernadero (no emisiones) adoptada por el IPCC. Desde el último informe del IPCC de 2022 se utilizaron 7 trayectorias para la modelización del clima que describen diferentes futuros climáticos, todos los cuales se consideran posibles dependiendo del volumen de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos en los próximos años. Estos RCP actuales son, de mayor a menor fuerza radiativa, RCP 1.9, RCP 2.6, RCP 3.4, RCP 4.5, RCP 6, RCP 7 y RCP 8.5 (IPCC, 2014; IPCC, 2022). Según las últimas recomendaciones del IPCC la relación entre algunos de los escenarios de RCP y el impacto en las temperaturas puede resumirse así (IPCC, 2023):
RCP 2.6 (emisiones bajas) = límite del calentamiento a 2 C
RCP 4.5 (emisiones intermedias) = límite del calentamiento a 3 C
RCP 8.5 (emisiones muy altas) = límite del calentamiento excede los 4 C

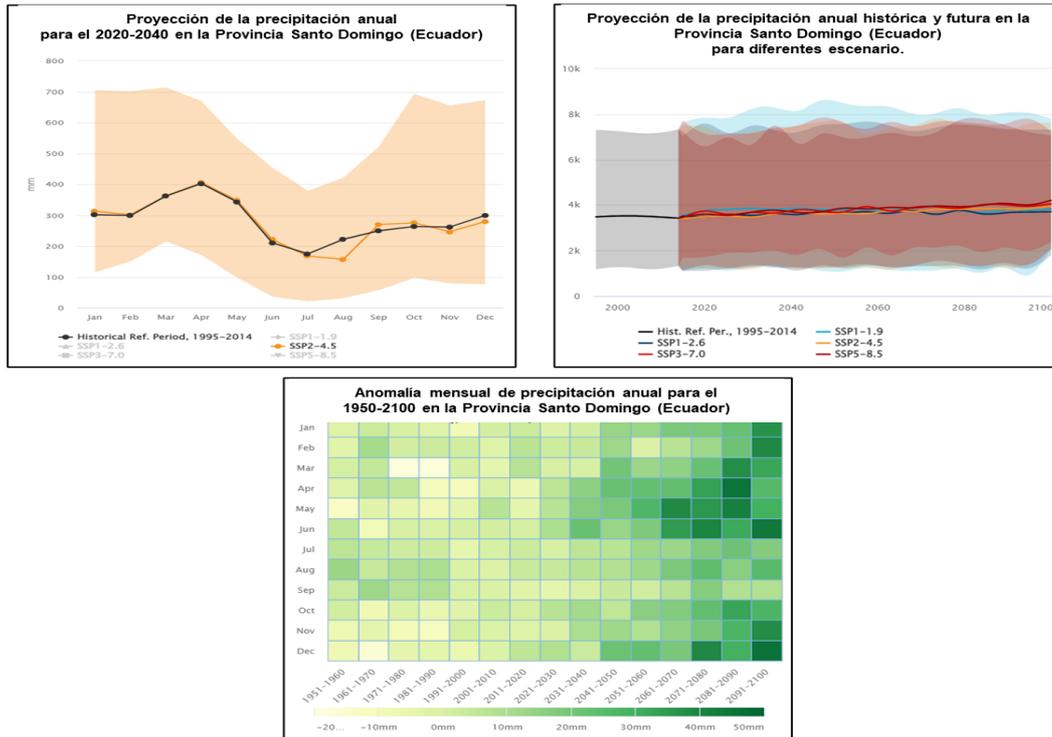


Figura 10a. Tendencias y proyecciones en la precipitación anual para el periodo 2000-2100 en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador).

Fuente: Climate Knowledge Portal

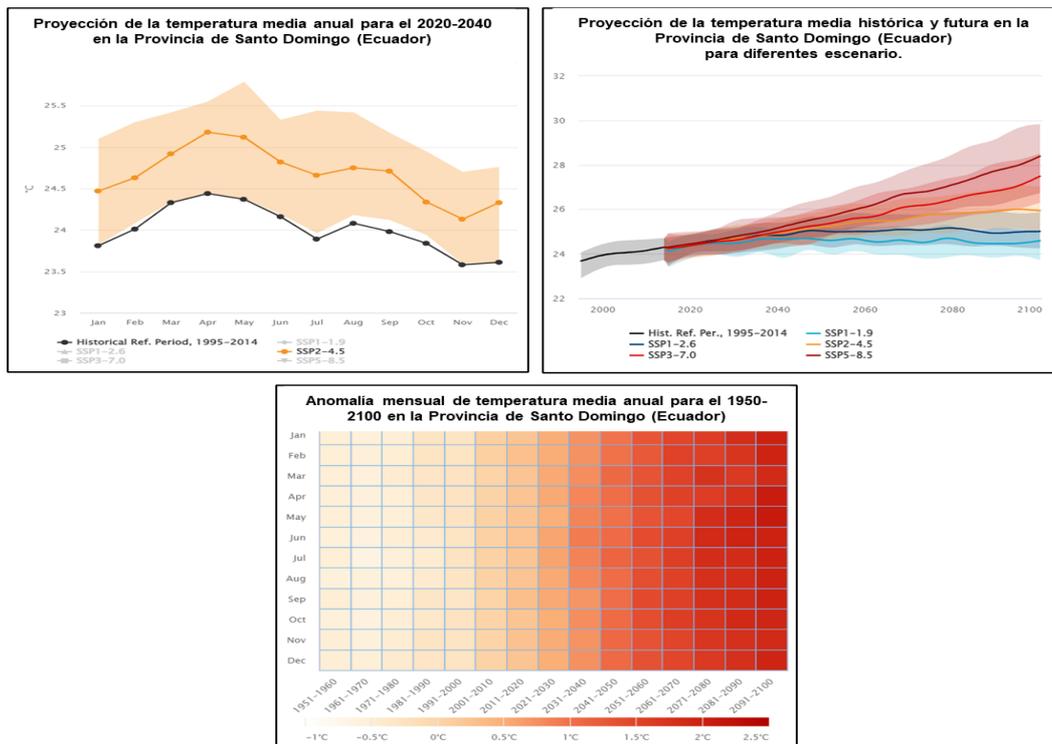
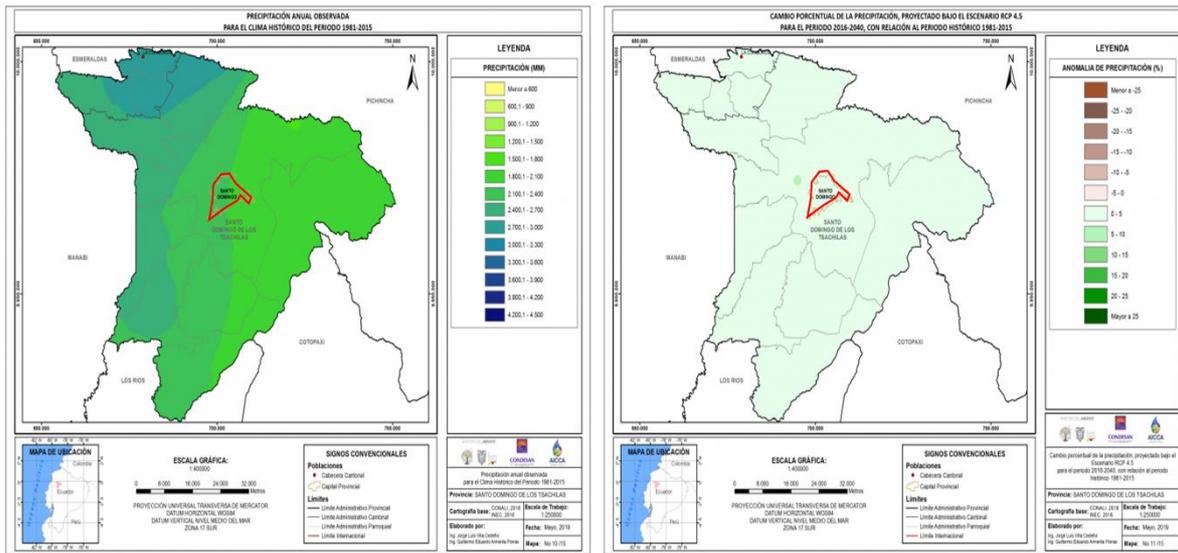


Figura 10b. Tendencias y proyecciones en la temperatura anual para el periodo 2000-2100 en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador).

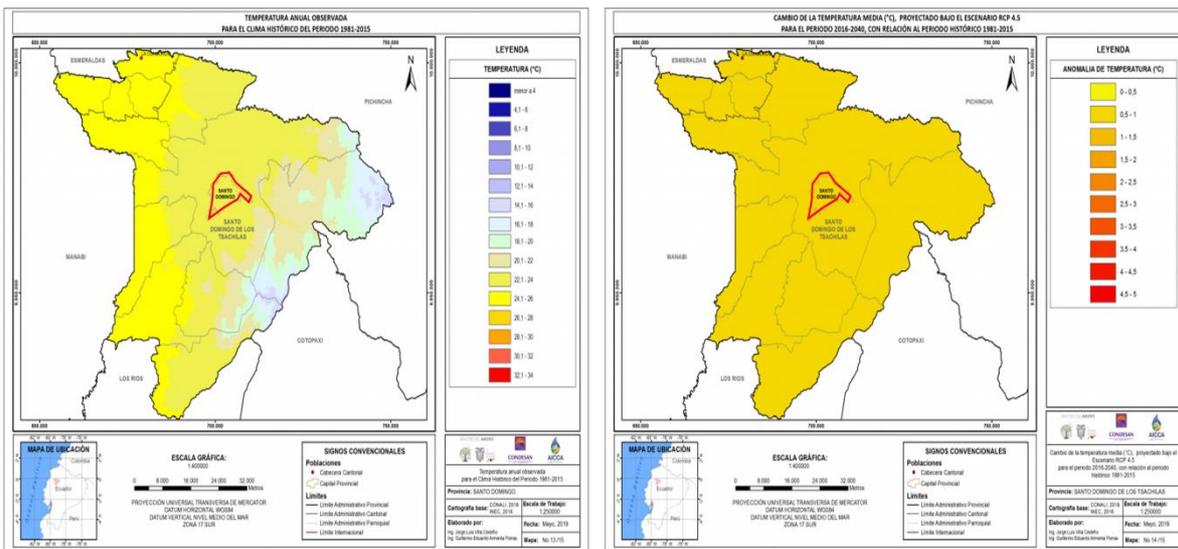
Fuente: Climate Knowledge Portal



Precipitación: incremento entre 6% y 15% en los próximos 30 años sobre la base de clima histórico

Precipitación: incremento entre 0% y 5% en próximos 30 años según el escenario RCP 4.5.

Eventos: mas lluvias extremas o sequias extremas e incertidumbre en los meses de ocurrencia .

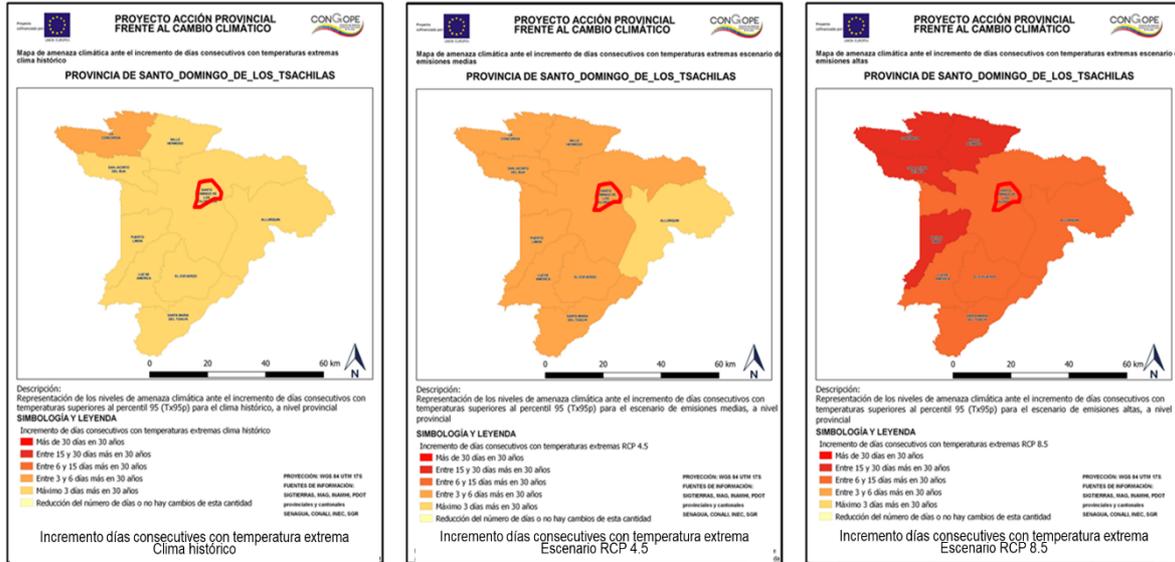


Temperatura media: aumento de 0,3 C en los próximos 30 años sobre la base de clima histórico.

Temperatura media: aumento entre 0.5 C y 1.5 C para el escenario RCP 4.5 en los próximos 30 años.

Eventos extremos: mas olas de calor.

Figura 11a y 11b. Tendencias en la precipitación anual y temperatura media en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador)
 Fuentes: Diagnóstico de la Estrategia Provincial de Cambio Climático, 2019, http://www.congope.gob.ec/?page_id=15335
 Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en el Ecuador <https://www.adaptacioncc.com/publicaciones-documentos/mapas>



Temperatura extrema: 3 días mas en los 30 años sobre la base de clima histórico.

Temperatura extrema: Aumento entre 3 y 15 días mas según escenario en los próximos 30 años.

Eventos extremos: mas olas de calor, incertidumbre en periodo de ocurrencia.

Figura 11c. Tendencias en las temperaturas extremas en la Provincia de Santo Domingo (Ecuador)

Fuentes: Diagnóstico de la Estrategia Provincial de Cambio Climático, 2019, http://www.congope.gob.ec/?page_id=15335
Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en el Ecuador <https://www.adaptacioncc.com/publicaciones-documentos/mapas>

En resumen, aunque la incertidumbre es alta, se puede concluir que, a causa de estas variaciones climáticas futuras, se podría esperar:

- Inundaciones en el cantón debido a fenómenos de lluvias extremas consecuencia de la urbanización en áreas en riesgo y al comportamiento variable de ríos, quebradas y cañadas que atraviesan Santo Domingo.
- Inundaciones en el cantón, en particular en bordes del río Toachi debido a fenómenos de lluvias extremas incrementadas por los cambios en el uso.
- Deslizamiento en zonas de ladera y bordes de quebradas y cañadas en la ciudad debido a incremento de lluvias extremas consecuencia de la urbanización en áreas en riesgo y a la erosión y degradación de bordes de ríos, quebradas y cañadas que atraviesan Santo Domingo.
- Incremento del fenómeno de islas de calor en la ciudad, con efectos en grupos de riesgo (adultos mayores, mujeres, niños, niñas y enfermos).

En relación al último punto, la Figura 12 ilustra el fenómeno de islas de calor en función del incremento de la temperatura en la ciudad, según diferentes escenarios de cambio climático. Esto puede tener incidencia en la calidad de vida y la salud de importantes grupos sociales vulnerables (ej. ancianos e infantes) y zonas de la ciudad con implicaciones importantes a nivel de las inversiones o de las posibilidades de utilizar soluciones de adaptación para controlar y regular las islas de calor. De hecho, el confort ambiental o térmico para el cuerpo humano, según el tipo y la localización de una ciudad, se sitúa en temperaturas de entre 26 y 29 °C y el límite para realizar actividades físicas seguras está entre los 29 y 32 °C (BID, 2018).

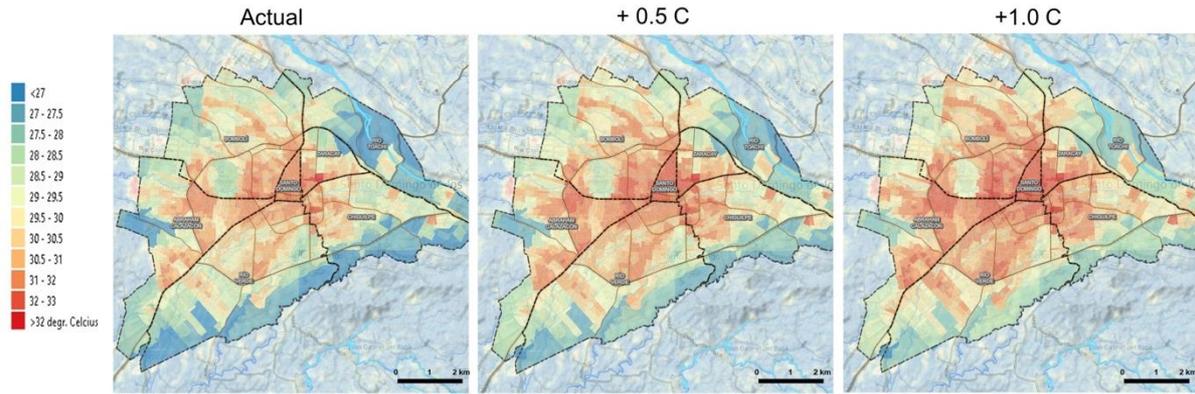


Figura 12. Cambios en las islas de calor en función de diferentes escenarios de incremento de temperatura media para el periodo 2030-2050 para la ciudad de Santo Domingo.
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENTINEL

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO

Indicadores y métrica

En el caso de Nature4Cities, los análisis de vulnerabilidad y riesgo en las ciudades son específicos al contexto socioeconómico y ambiental, por lo tanto a las causas y consecuencias generadas por las acciones de planificación y gestión territorial. Por esto el uso, la agregación y la interpretación de los indicadores debe tomar en cuenta la disponibilidad de información, así como también el uso de la evaluación para la identificación de puntos críticos y la exploración de opciones de adaptación y mitigación al cambio climático y las necesidades y capacidades de los actores.

Por esto, como ilustra la Figura 13, en función de los componentes y variables, de la información disponible y de las necesidades para la planificación y ordenamiento urbano, se seleccionó un conjunto de indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo climático.

2. Peligros		3. Impactos		4. Sensibilidad	5. Capacidad de Adaptación		6. Vulnerabilidad	7. Riesgos					
a. Amenazas	b. Exposición	a. Ecológicos	b. Socio económicos	Socio económica	a. Estructural	b. No estructural							
Temperatura media (cambio)	Localización de población	Servicios de ecosistemas afectados - Regulación hídrica - Provisión de agua - Control erosión - Soporte biodiversidad - Provisión de materiales y alimentos - Regulación temperatura	Barrios afectados Manzanas afectadas Viviendas afectadas Servicios básicos afectados Grupos afectados	Asentamientos de hecho Terrenos vacantes disponibles Nivel socioeconómico	Zonas verdes Zonas de protección Índice de vegetación normalizado (NDVI) Reforestación	Gestión de desastres Reubicación planificada PDOT/PUGS Instrumentos urbanísticos	Población afectada Servicios de ecosistemas afectados Servicios básicos afectados	Áreas inundadas					
Temperatura de superficie (cambio)	Localización de equipamientos - Escuelas - Hospitales - Centro de salud												Infraestructuras inundadas
Precipitación anual (cambio)	Grupos expuestos - Mujeres - Infantes - Ancianos - Comunidades indígenas												Áreas con derrumbes
Eventos extremos (lluvias, temperatura de superficie) (cambio / ocurrencia)	Localización infraestructuras - Vías - Puentes												Infraestructuras con derrumbes
													Áreas e infraestructuras afectadas por islas de calor
								Áreas deforestadas					

Figura 13. Componentes, variables e indicadores para la evaluación en Nature4Cities para Santo Domingo.
Fuente: Elaboración propia

Vulnerabilidad y riesgos climáticos

En función de los peligros, los impactos y la sensibilidad socioeconómica, los principales efectos climáticos en Santo Domingo se relacionan con la vulnerabilidad de la población, los servicios básicos

y los servicios de los ecosistemas e implican riesgos en las áreas e infraestructuras de la ciudad principalmente por movimientos de masa y derrumbes, inundaciones pluviales y por represamiento, islas de calor y deforestación por cambios en el uso de tierras.

Inundaciones:

La vulnerabilidad de la población de Santo Domingo se asocia con el sistema hídrico con innumerables quebradas y cañadas que atraviesan la ciudad y la gran depresión geográfica generada por el río Toachi. En el caso de quebradas ubicadas en la estructura urbana, los riesgos de la población asentada en los bordes y las infraestructuras asociadas es alta, los edificios están expuestos a posibles colapsos por deslizamientos de laderas inestables. La parroquia Río Verde es la más afectada con un 26.37% de sus lotes en situación de vulnerabilidad; igualmente figura la parroquia Bombolí con el 23.96% (Tabla 6). La descarga de aguas residuales de los predios ubicados en los bordes de quebradas, es un factor que ha degradado permanentemente los recursos hídricos de la ciudad. Hay unos 52,000 habitantes en lotes asentados en bordes de quebradas en Santo Domingo sobre todo a lo largo del río Verde y el río Code, cuando atraviesan la ciudad (Figura 14). Por esto debe tratarse de recuperar y rehabilitar la red hídrica y sus franjas de protección como parte del sistema de áreas verdes de la ciudad gracias a proyectos de intervención que permitan disminuir los riesgos.

No obstante la zona de inundación del río Toachi que es la que presenta el riesgo más importante, está poco urbanizada y poblada (Figura 14) y la ciudad está protegida de las inundaciones del río Toachi por el relieve y pendientes. De hecho el área urbana de Santo Domingo, por su condición geomorfológica por una parte, su localización y forma de implantación histórica, ve disminuido notablemente la condición de riesgo por inundaciones (ver Figuras 14 y 16 , para visualizar riesgos con respecto al río Toachi). Sin embargo se debe tomar en cuenta la presencia del intrincado sistema hídrico de innumerables quebradas y cañadas que cruzan la ciudad, con un débil control y planificación urbana, que ha venido siendo ocupada especialmente por construcciones y viviendas que han generado condiciones de riesgo por inundación y deslizamientos en algunas áreas de la ciudad (Figura 14 y 15). Es así como, aunque muy pocos asentamientos de hecho están localizados al borde del río Toachi, existe una correlación grande entre el nivel socioeconómico y las zonas con riesgo de inundación en particular en los barrios localizados a lo largo de las dichas quebradas (Figura 14 y 15).

De continuar los procesos de deforestación y cambio de uso de tierras se podrán incrementar los impactos relacionados con el recurso hídrico como la disminución de las recargas subterráneas, la producción de mayor caudal superficial en épocas de lluvia, el aumento en la frecuencia de inundaciones y la posible escasez de agua en la red de drenaje en períodos de estiaje, situación que pondría en problemas a las actividades productivas aguas abajo del territorio. Como ya se mencionó, un aspecto importante para resaltar en términos hídricos para la planificación urbana, es que a diferencia de muchas ciudades del país, donde los asentamientos son susceptibles a soportar inundaciones y a recibir agua contaminada, la ciudad de Santo Domingo que alberga el 70% de los habitantes del cantón, no tiene mayores problemas por inundaciones pluviales. Sin embargo, el sistema de alcantarillado acusa deficiencias por descargas a los sistemas naturales de drenaje de la ciudad y la ubicación de algunas infraestructuras incrementan los riesgos de inundación por represamiento de aguas. Este problema genera de manera permanente contaminación en el conjunto del Sistema Hídrico del Cantón e incluso en otros cuerpos hídricos de cantones y provincias aledañas, como Esmeraldas, Manabí, Los Ríos y Guayas.

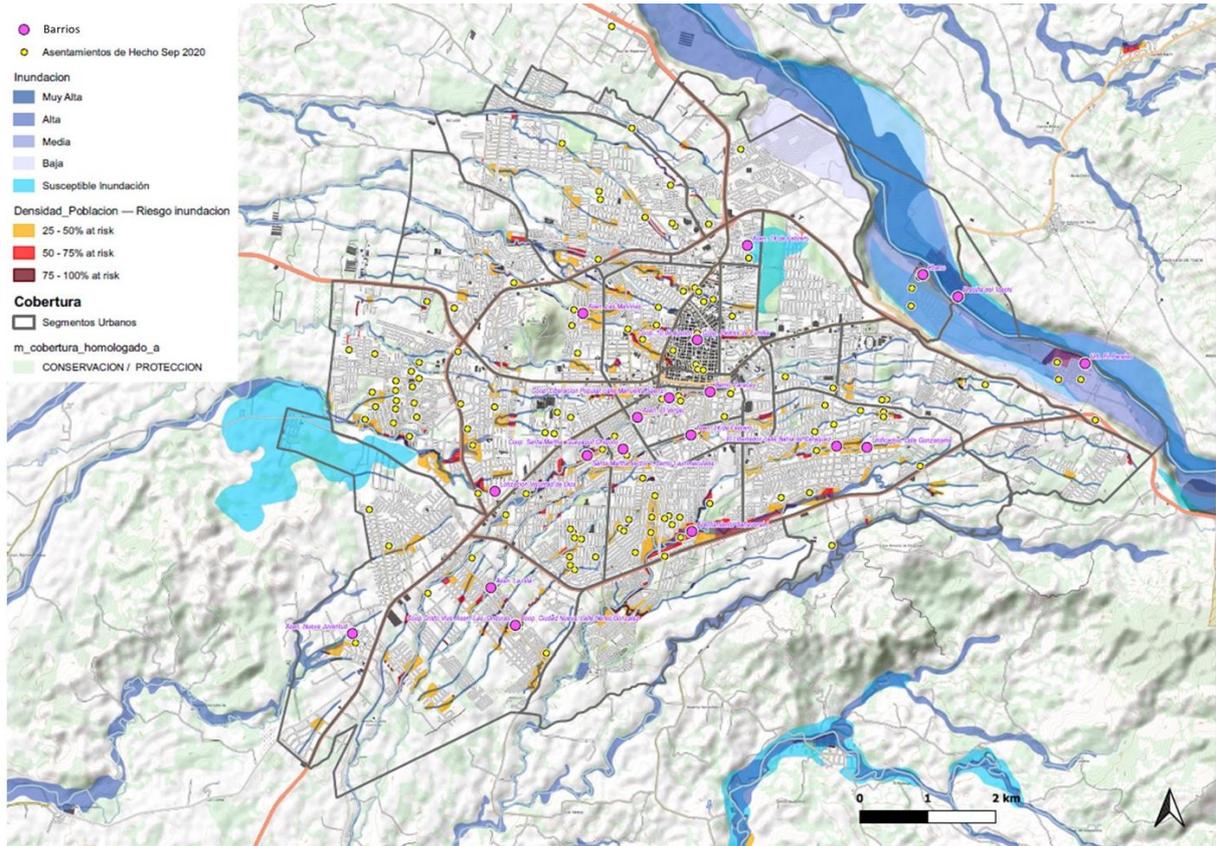


Figura 14. Riesgo de inundación por densidad de población en los barrios, manzanas y asentamientos de hecho en Santo Domingo

Fuente: PUGS, 2021; Plan de Contingencia 2022-2023 GAD Municipal, Dirección de Planificación

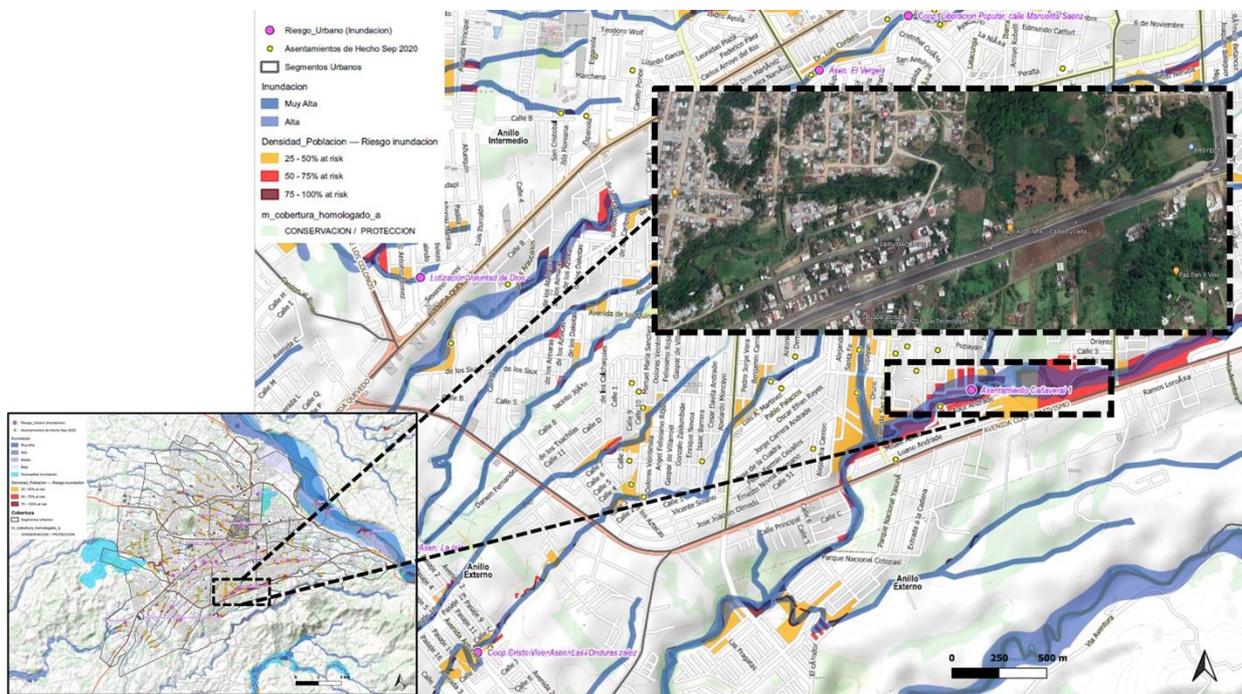


Figura 15. Detalle de riesgo de inundación por densidad de población en los barrios, manzanas y asentamientos de hecho.

Fuente: PUGS, 2021

Derrumbes y movimientos de masa:

En relación a los derrumbes y movimientos en masa, el PDOT vigente establece que, de acuerdo al Sistema de Inventario de Desastres Desinventar entre los años 2008 y 2016 se registraron 79 eventos, que están asociados con la precipitación y sus anomalías como las principales amenazas naturales a nivel de la ciudad. Respecto a los predios urbanos y su exposición, se resalta que por lo menos 48,664 lotes tienen un nivel de susceptibilidad media a movimientos en masa, siendo casi la mitad de predios en la ciudad; y 1,993 lotes tienen un nivel de susceptibilidad baja a inundaciones, siendo casi el 2% de los predios de la ciudad (Figura 16 y 17) (ver más adelante Tabla 5 de resumen de bloques-manzanas más vulnerables). Además, es de anotar que poca vegetación remanente queda en los bordes de quebradas y cañadas aumentando el riesgo de derrumbes e inundación (Figuras 16 y 17).

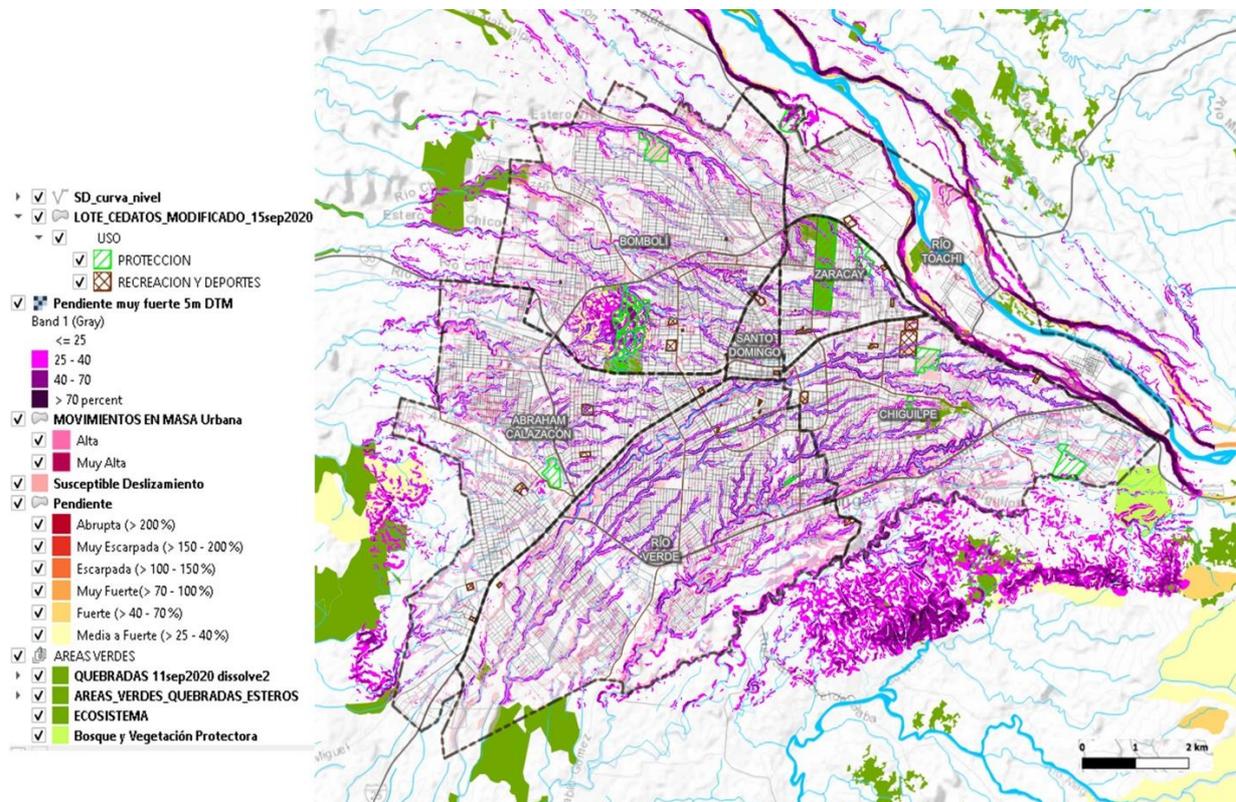


Figura 16. Riesgo de deslizamientos y áreas verdes y de protección en los barrios de Santo Domingo
Fuente: PUGS, 2021; PDOT, 2020

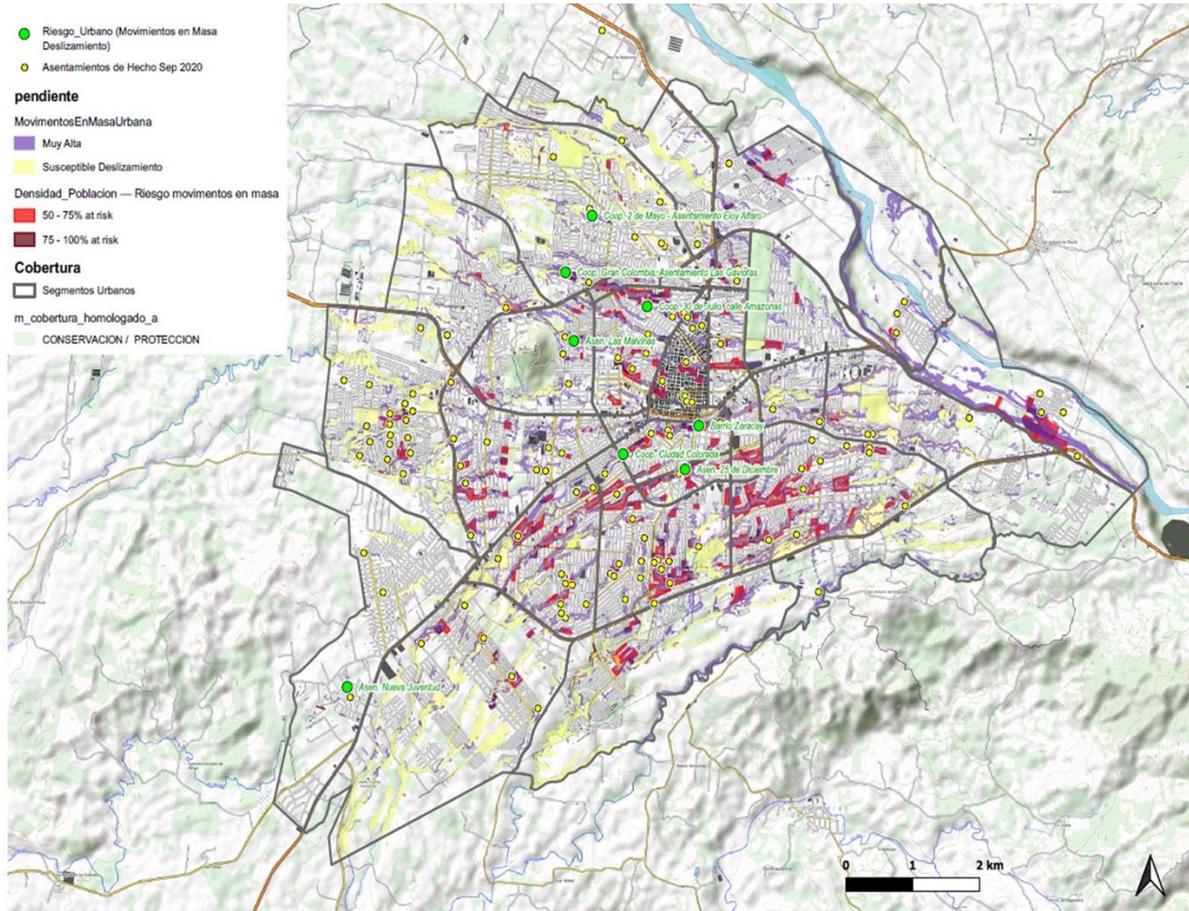


Figura 17. Riesgo de movimiento de masa por densidad de población en los barrios, manzanas y asentamientos de hecho en la ciudad

Fuente: PUGS, 2021; PDOT, 2020; Plan de Contingencia 2022-2023 GAD Municipal, Dirección de Planificación

El PUGS 2021 estima que 4,500 viviendas de asentamientos informales se ubican en zonas de riesgo por deslizamientos e inundaciones, estando cerca de los bordes de los más de 30 ríos, esteros, cañadas y quebradas que atraviesan la ciudad; y se estima que más de 50 mil habitantes viven en estas zonas (menos del 15% de la población total de la ciudad). Sobre la ocupación en las inmediaciones en el río Toachi, según esta fuente de información, es de nivel bajo, sin embargo en la actualidad se evidencian nuevas lotizaciones en el margen derecho del río que están con bajo riesgo de derrumbes. Al igual que para las zonas de riesgo de inundación, las zonas de riesgo de derrumbes están localizadas a lo largo de quebradas y cañadas que atraviesan la ciudad, con una clara correlación entre el nivel socioeconómico y el riesgo de derrumbes (Figuras 18 y 19). Por esto los barrios y asentamientos de hecho localizados en estas zonas de riesgo constituyen un punto crítico de análisis para la planificación y gestión urbana (Figuras 18 y 19).

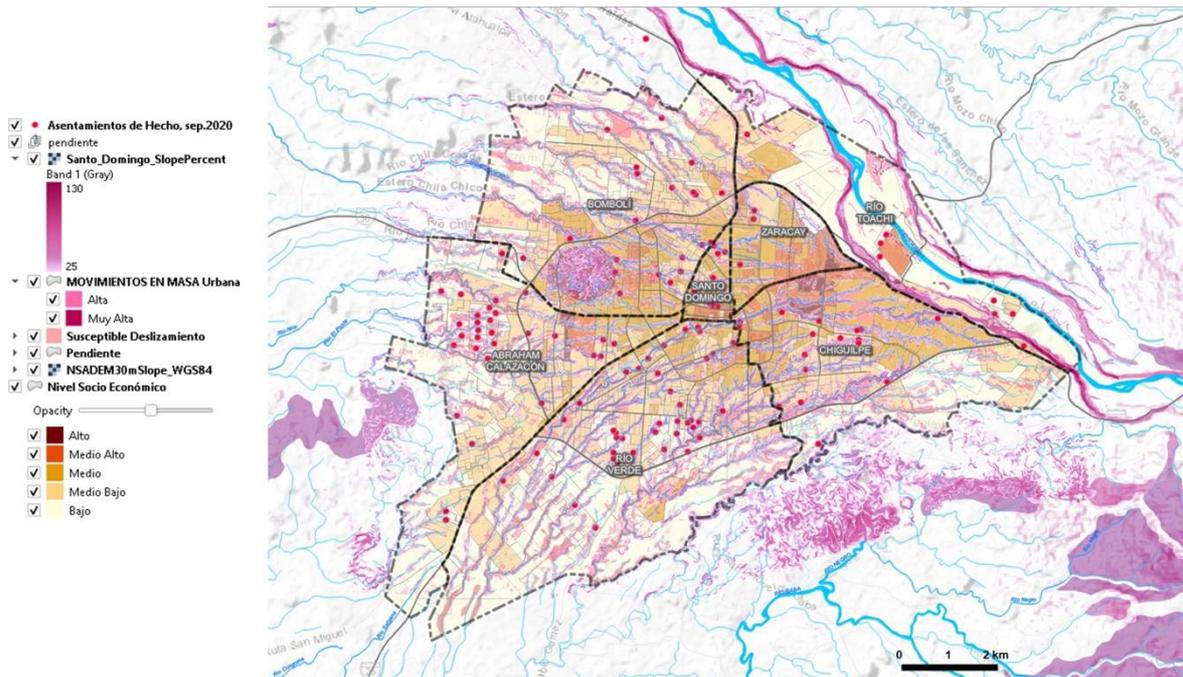


Figura 18. Riesgo de deslizamientos por nivel socioeconómico en los barrios y asentamientos de hecho en Santo Domingo
Fuente: PUGS, 2021

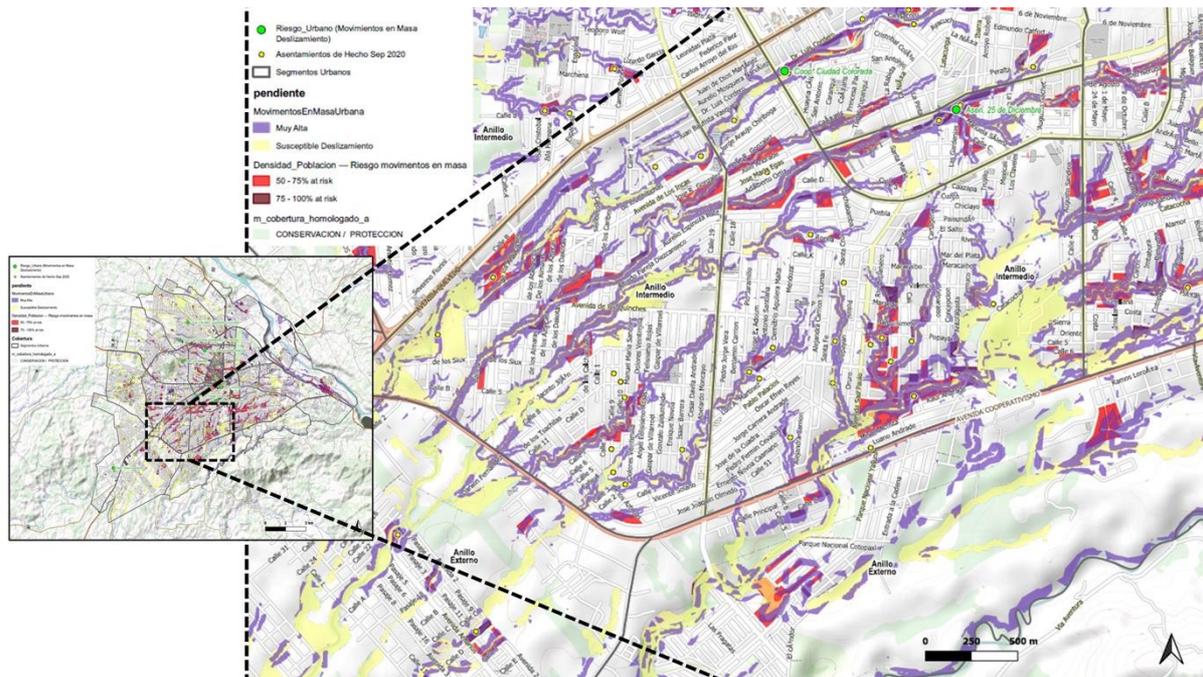


Figura 19. Detalle de localización de asentamientos de hecho, barrios, densidad de población y nivel socioeconómico en función del riesgo de deslizamientos en la ciudad de Santo Domingo
Fuente: PUGS 2021

En alineamiento con el PDOT (2020), en la ciudad se han identificado asentamientos ilegales en bordes y laderas de más de 30 esteros y quebradas que cruzan en sentido Este a Oeste, por la presencia de suelo inestable implicando un alto riesgo. En este sentido, los asentamientos más afectados por estas condiciones son:

- Valles del Toachi: Alluriquín, Brasilia del Toachi
- Ríos Blanco y Cristal: Valle Hermoso
- Búa y Baba: Julio Moreno y San Gabriel del Baba

Las áreas con mayor susceptibilidad a movimientos en masa como deslaves, aludes o deslizamientos son:

- Alluriquín, declarada zona de alto riesgo por la Secretaría de Gestión de Riesgos (2016), considerando un polígono de 185 km² desde el sector de La Palma hasta Villa Aidita incluido los recintos Unión del Toachi y El Paraíso. El área urbana presenta edificaciones y actividades comerciales ubicadas en los márgenes del río Damas, lo cual aumenta los riesgos ante amenazas climáticas.
- Santa María del Toachi
- Recintos del Lelia
- El Esfuerzo.

Incremento de las temperaturas e islas de calor:

Estos riesgos están directamente relacionados con cambios en los usos del suelo en las zonas urbanas y peri-urbanas de la ciudad con importantes impactos sobre la población, grupos sociales (niños, niñas, mujeres, adultos mayores) e infraestructuras básicas (viviendas, hospitales). Es así como las temperaturas en la ciudad pueden variar entre 5 a 8 °C según el tipo de cobertura del suelo, la densidad y el tipo de construcción de las viviendas (Figura 20 y 21). De hecho, las temperaturas de superficie muestran importantes diferencias si está cubierto de vegetación o zonas verdes o tiene una trama urbana densa o difusa. La función de las zonas verdes es un aspecto importante en la regulación de la temperatura, pero también, como se evidenció anteriormente, en relación a las zonas verdes en bordes de ríos y quebradas que aparecen como áreas no accesibles o muy degradadas y contaminadas.

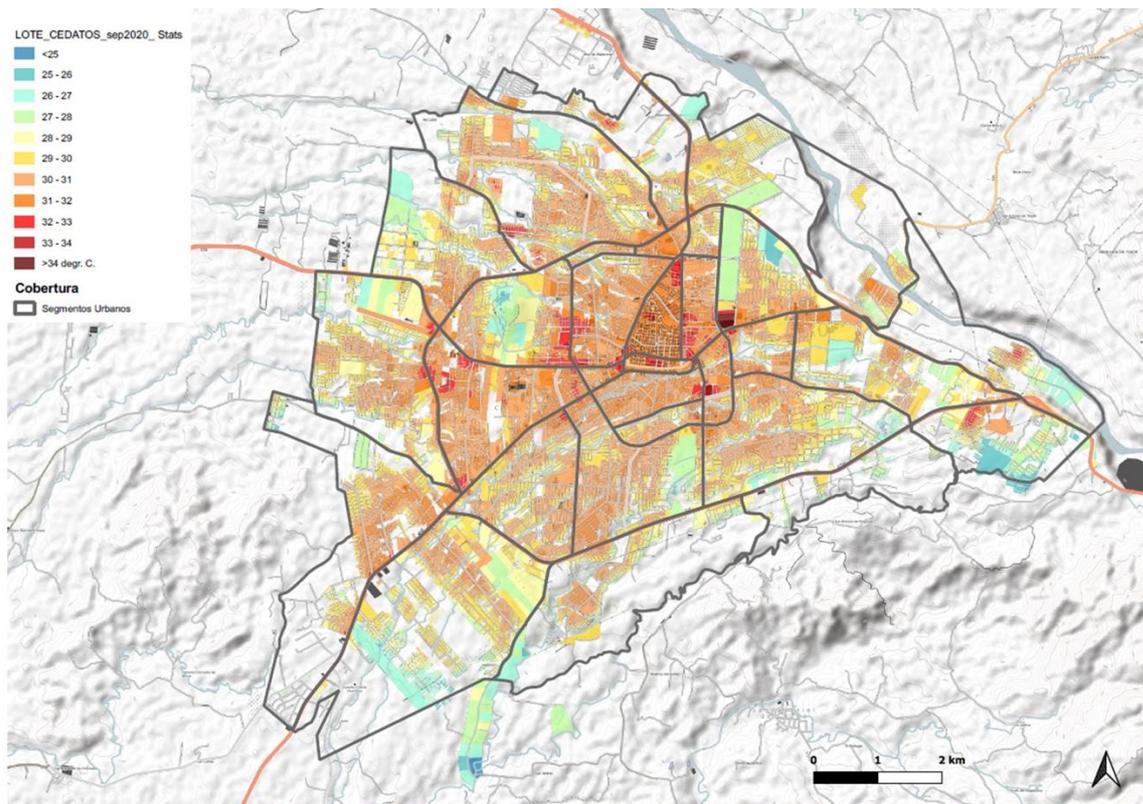


Figura 20. Temperatura de superficie para 2020 en parroquias y barrios de Santo Domingo
Fuente: SENTINEL, 2020; PUGS, 2021; SENTINEL, 2020

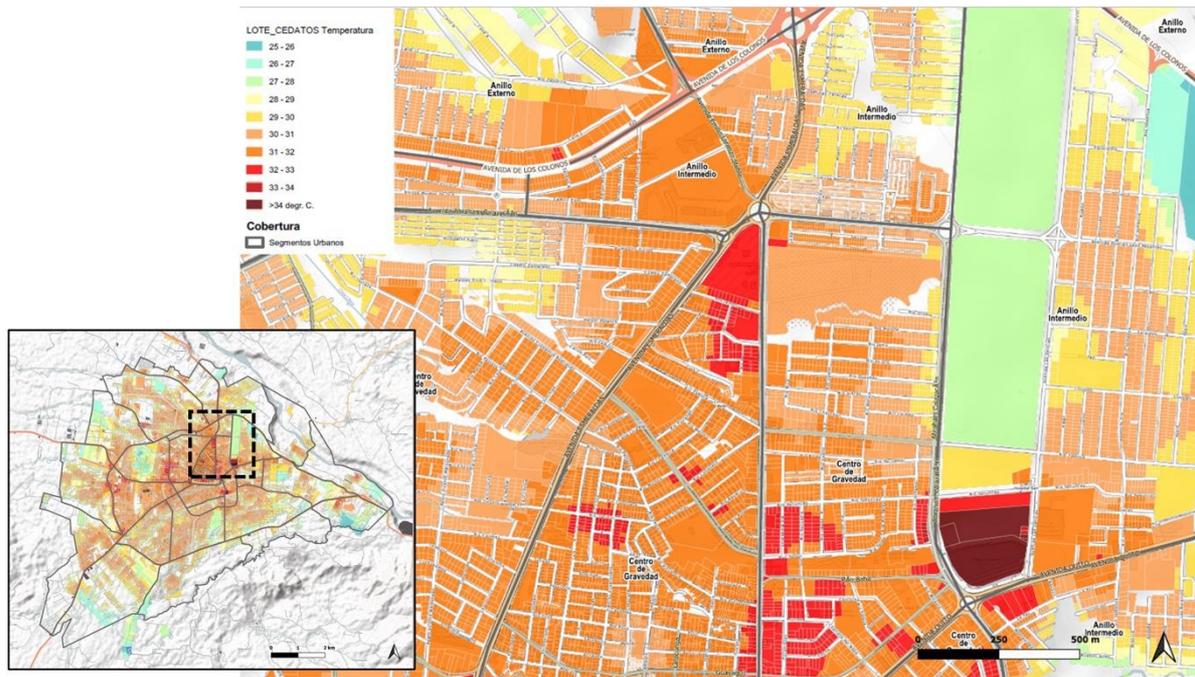


Figura 21. Detalle de temperatura de superficie para 2020 en la zona norte de Santo Domingo
Fuentes: PUGS, 2021; SENTINEL, 2020

Es así como se ilustra en la Figura 21, que la existencia de infraestructuras verdes como parques y zonas arboladas disminuyen entre 6 y 8 grados °C la temperatura de superficie, constituyendo importantes estructuras para la regulación del confort térmico y además mejorar las condiciones de vida en las zonas urbanas densas y de uso de infraestructuras sociales como hospitales y escuelas.

Detección de puntos críticos

Los puntos críticos (hotspots) son áreas sobresalientes para las ciudades por el impacto que genera el clima y que repercute en la concentración de riesgos ante los eventos relacionados con el clima, la población e infraestructuras básicas. Por esto los hotspots son especialmente importantes para identificar las zonas, infraestructuras, grupos sociales y servicios ecosistémicos que requieren de acciones de adaptación y/o la gestión de riesgos y manejo adecuado de los recursos naturales. Basados en el análisis de vulnerabilidad y riesgo, se realizaron consultas y talleres con los actores para validar la identificación de los hotspots y completar los hallazgos con la percepción y conocimientos acerca de las necesidades de adaptación al cambio climático y la exploración de opciones AbE a ser priorizadas para Santo Domingo.

Servicios ecosistémicos en la ciudad

Uno de los servicios de las áreas verdes urbanas es el control de la temperatura y las resultantes islas de calor con efectos en grupos de población e infraestructuras. Como se observa en la Figura 20, el incremento de temperatura se evidencia hacia la zona urbana céntrica de la ciudad con una temperatura de más de 30°C y (zonas con más de 32 y 34°C) dada la densidad de concreto, el sellado e impermeabilización de los suelos y la falta de vegetación (Figura 21). Esto disminuye los servicios ecosistémicos de regulación de temperatura y de regulación de la infiltración de agua. Por esto un aspecto importante en la planificación urbana es la consideración de las áreas verdes y la reforestación de zonas pobladas como la Cooperativa Santa Martha, para regular la temperatura, la infiltración de agua y los ciclos hídricos, además de contar con áreas de esparcimiento.

Por esto el cambio de uso del suelo en las zonas urbanas, periurbanas y rurales de las ciudades tienen importantes efectos en la regulación de los flujos hídricos y la erosión de los suelos con impactos sobre la biodiversidad y la provisión, control y regulación de servicios ecosistémicos. Es así como el cambio en la cobertura del suelo, reflejado en el índice de vegetación normalizado (NDVI) muestra importantes diferencias si está cubierto de vegetación o zonas verdes o tiene una trama urbana densa o difusa, tanto en la zona urbana densa como periurbana (Figura 22 y 23). Además, este tipo de información permite conocer el tipo de vivienda y construcción para mejorar la identificación de los riesgos (Figura 23 recuadro rojo mostrando viviendas nivel socioeconómico alto y recuadro rosado mostrando viviendas nivel socioeconómico bajo). Así también, estas áreas verdes, incluidas las zonas con vegetación en bordes de quebradas, contribuyen a la regulación de los flujos hídricos y el control de la erosión de suelos y deslizamientos (ver Figuras 16 y 17).

Como resultado del uso del suelo urbano y la expansión de la ciudad, existe una fuerte ocupación del suelo que ha desplazado la cobertura vegetal natural, y ha marcado una tendencia de viviendas con limitaciones en el acceso a los servicios básicos, una localización sujeta a altos riesgos y sin cumplir la normativa de construcción (Bonilla et al, 2020). De los talleres realizados con actores clave se puede precisar que, la microcuenca del río Lelia y río Otongo ha sufrido un cambio de uso de suelo por un desplazamiento agrícola ganadero generando pérdida de bosque y deterioro de los servicios ecosistémicos.

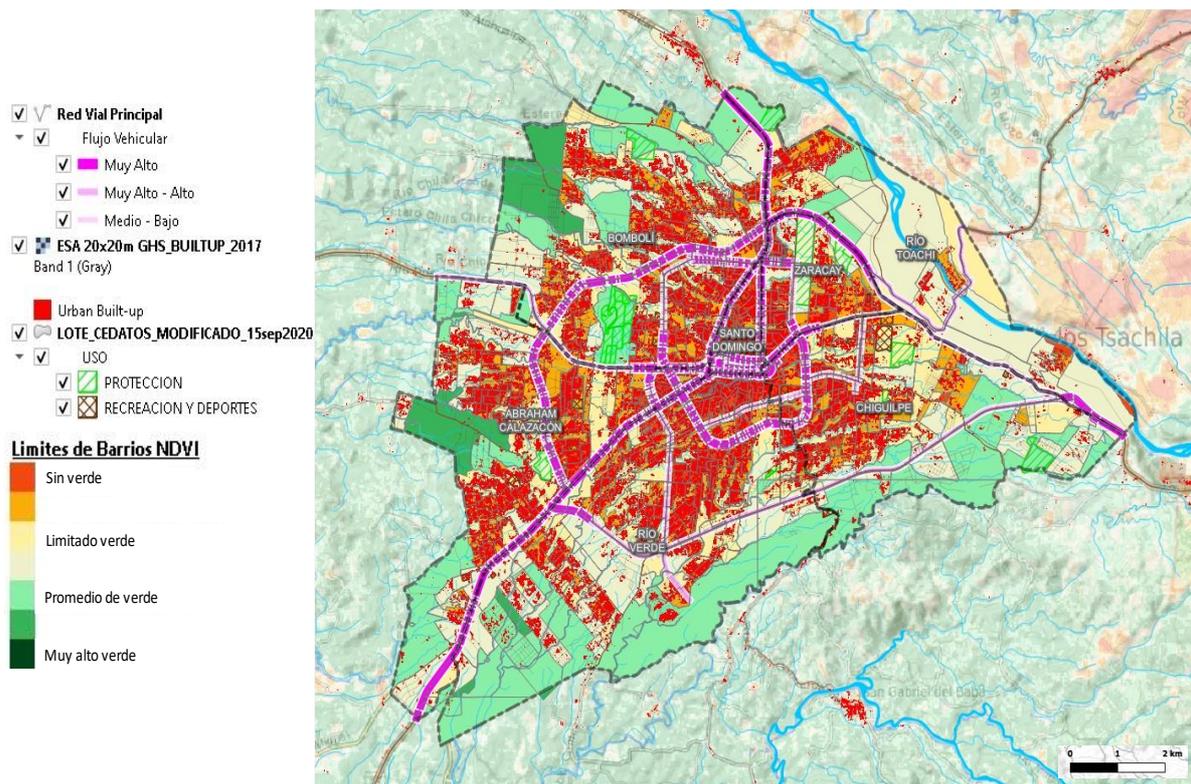


Figura 22. Índice de vegetación normalizado (NDVI) por barrios y manzanas, área construida, principales ejes viales y área de protección en la ciudad de Santo Domingo.
Fuentes: Sentinel, 2020 y PUGS, 2021

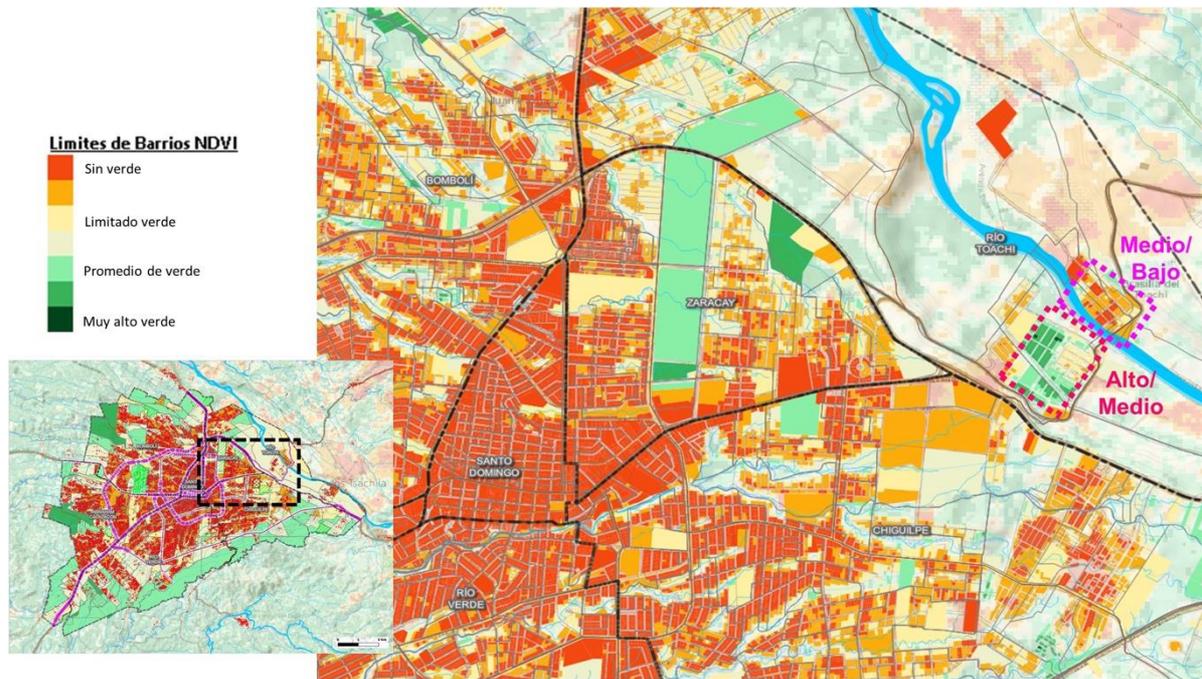


Figura 23. Detalle del Índice de vegetación normalizado (NDVI) por manzanas y nivel socioeconómico en el área urbana de Santo Domingo
Fuentes: Sentinel, 2020 y PUGS, 2021

Esto debe ser analizado más en detalle no solo en relación a la cantidad, sino en relación a la accesibilidad, localización y la distancia a estas zonas verdes. Así, por ejemplo, muchas zonas en borde de ríos y quebradas que aparecen como áreas verdes no son accesibles o están muy degradadas y contaminadas. De la vegetación remanente de la ciudad, se pueden identificar dos tipos: la vegetación arbustiva de quebradas y esteros con una superficie de 994.1 ha, y la vegetación boscosa que se ha reservado con una superficie de 150.5 ha. Sin embargo, la vegetación arbustiva está generalmente asociada con ocupaciones de suelo de precariedad o con grandes superficies de terrenos sin un manejo; y las secciones de bosque se ubican en extensiones de parques y en el área del Cerro Bombolí, que es la principal elevación con pendientes escarpada de la ciudad.

Por esto es importante el análisis detallado del NDVI a nivel de las manzanas en la ciudad. Como lo ilustra la Figura 24, en el centro de la ciudad hay manzanas con altos niveles de verde, pero su acceso y estado de mantenimiento son deficientes. Una buena planificación de estos espacios verdes difusos, con el fin de maximizar el potencial de los servicios de regulación de temperatura y control de inundaciones e infiltración de agua de las manzanas y avenidas en la ciudad permitiría mejorar en alguna medida la impermeabilización de los suelos del centro para resolver parte de la problemática de las inundaciones recurrentes en calles y avenidas. Esto debe ser completado con trabajos de mantenimiento de cañadas y el desbloqueo de vías y puentes que generan parte de los problemas de inundaciones en las calles de la ciudad (Figura 26).

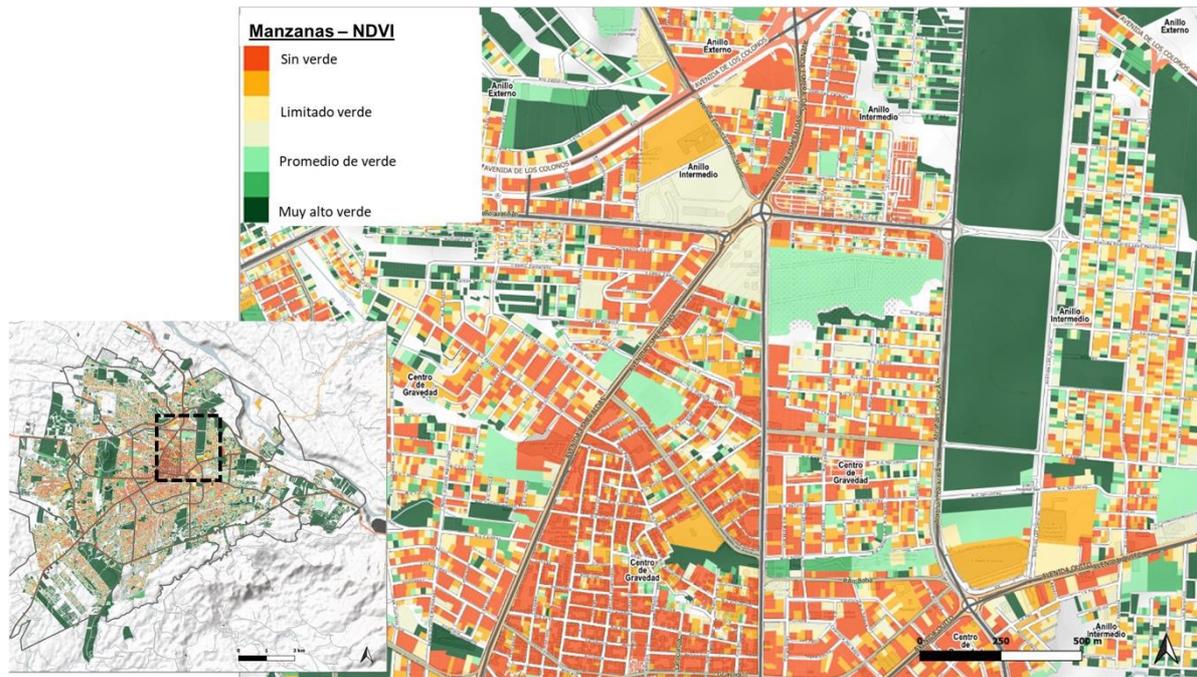


Figura 24. Índice de vegetación normalizado (NDVI) por manzanas en el centro de la ciudad de Santo Domingo
Fuentes: Sentinel, 2020 y PUGS, 2021

Servicios ecosistémicos en el cantón.

La provisión y regulación de servicios de ecosistemas (por ejemplo relacionados con el agua) dependen de la escala en términos de procesos biofísicos, pero también de los niveles de decisión en términos de procesos de gobernanza y manejo de los recursos. Así por ejemplo la mayoría de los marcos legales de gestión de aguas a nivel municipal, departamental y nacional consideran en general los límites de la cuenca, incluyendo los recursos naturales y los actores situados dentro de éstas. Sin embargo, para abordar las problemáticas y los impactos en la provisión, regulación y soporte del recurso agua a nivel municipal, es necesario considerar los cambios de uso y manejo de la tierra, la disponibilidad y uso del agua a escala del área urbana, periurbana y rural del municipio en cuestión. Esto implica que es necesario rediseñar los marcos legales y analíticos tomando en cuenta las interacciones, retroalimentación y sinergias más allá del espacio hidrológico.

Por esto las características ambientales del cantón permiten entender la gran diversidad de ecosistemas y de servicios ecológicos que se generan a escala de las cuencas, como la provisión de agua al acueducto del río Lelia y del río Otongo, la provisión de materiales y alimentos a la ciudad, el cantón y el país, la regulación hídrica de ríos y quebradas, el control de la erosión de suelos y el soporte a la biodiversidad (Figura 7). Al mismo tiempo los cambios en el uso de tierras permiten entender las causas y consecuencias del cambio y pérdida de los servicios de provisión, regulación y soporte, esenciales para el mantenimiento de las actividades productivas, la calidad de vida de la población y como base del desarrollo y planificación de la ciudad y el cantón (Figura 9). Además, cuando se observa la dinámica en el largo plazo (2000-2020) de la vegetación se puede identificar patrones muy claros de degradación por deforestación y cambios en el uso de los suelos en particular de las microcuencas de los ríos Lelia y Otongo que proveen de agua a la ciudad y regulan en parte los flujos hídricos. Como se observa en la Figura 25 estas microcuencas han perdido parte de su vegetación para ser reemplazada por pastizales y cultivos y solamente las partes altas de las cuencas se encuentran con un buen estado de conservación, poniendo en riesgo el aprovisionamiento en el largo plazo del agua que consume la ciudad, que se puede incrementar si consideramos que las lluvia aunque no disminuyen necesariamente con el cambio climático serán más aleatorias.

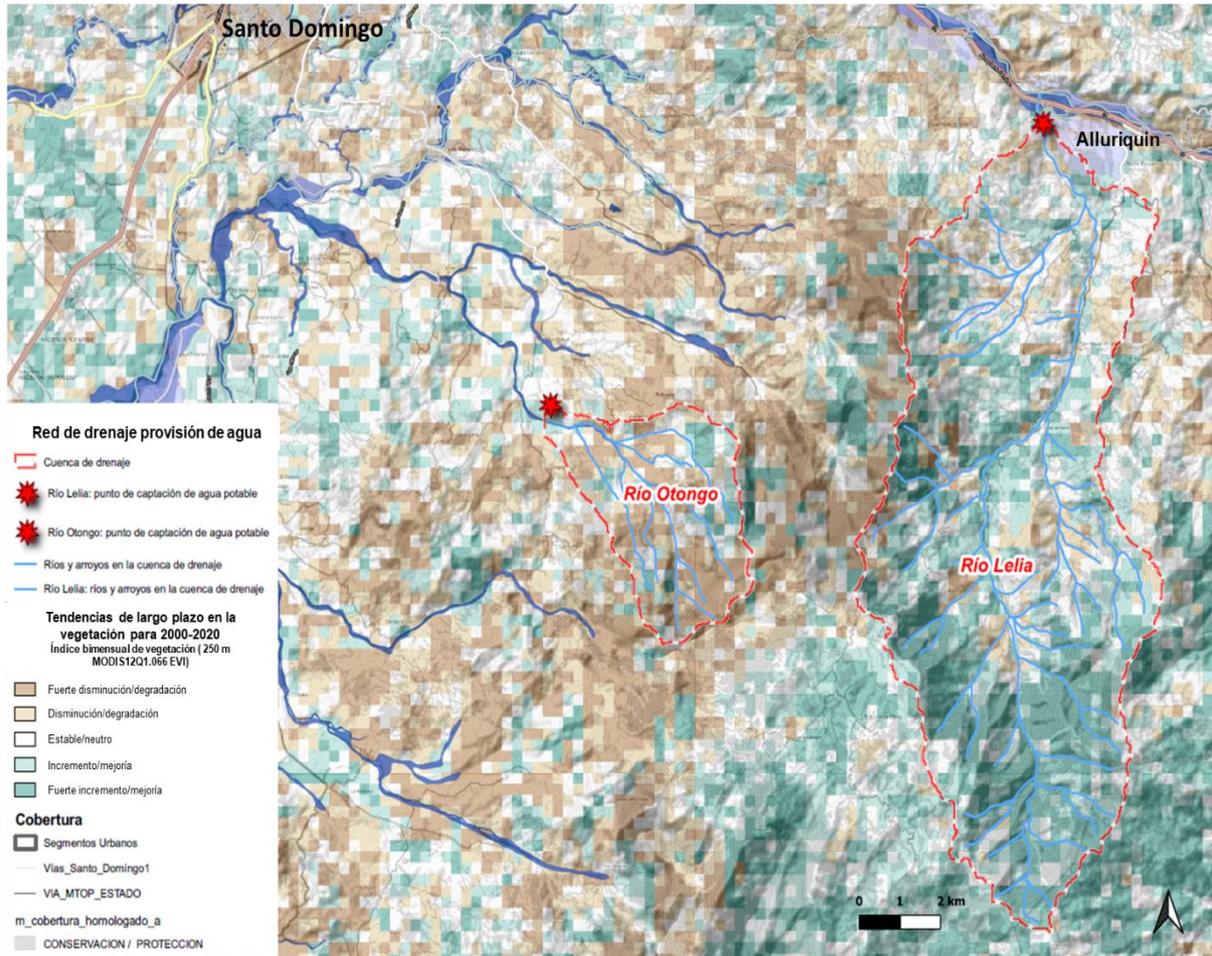


Figura 25. Provisión de agua y cambios en la degradación de tierras en el cantón de Santo Domingo
Fuente: MODIS 2000-2020

Infraestructuras sociales:

Las infraestructuras sociales son un componente básico para el desarrollo y la planificación de las ciudades. Por esto las infraestructuras sociales y equipamientos como escuelas, hospitales y paradas de transporte deben ser analizadas en relación a los riesgos climáticos.

Infraestructuras sociales y viales:

Las infraestructuras sociales y viales son capitales para analizar los impactos y riesgos de manera a diseñar políticas, estrategias y acciones para mitigar y adaptarse al cambio climático y mejorar toda la gestión de los riesgos. Es así como la localización de equipamientos básicos en función del riesgo de deslizamientos en la ciudad de Santo Domingo es primordial no solo para identificar puntos críticos sino también como complemento de los análisis sobre los grupos más vulnerables (Figura 26). Es así como la localización de las escuelas: Unidad Educativa Aurelio Falconí y Colegio Alessandro Volta de la Figura 26 muestran riesgos diferenciales, puesto que de la parte baja de la figura está en alto riesgo de derrumbe, pero solamente las áreas verdes y de juegos, mientras que la que se muestra en la parte media de la figura está bajo alto riesgo de derrumbe en toda su infraestructura construida con más impacto potencial sobre la población de estudiantes. Las viviendas asentadas en zonas de riesgo en el Barrio Zaracay, centro de la ciudad también deben trabajar en la resiliencia urbana, por lo que

fortalecer el Plan Municipal para la Gestión de Riesgos es fundamental y en este sentido contar con un modelamiento de la zona para determinar posibles reubicaciones.

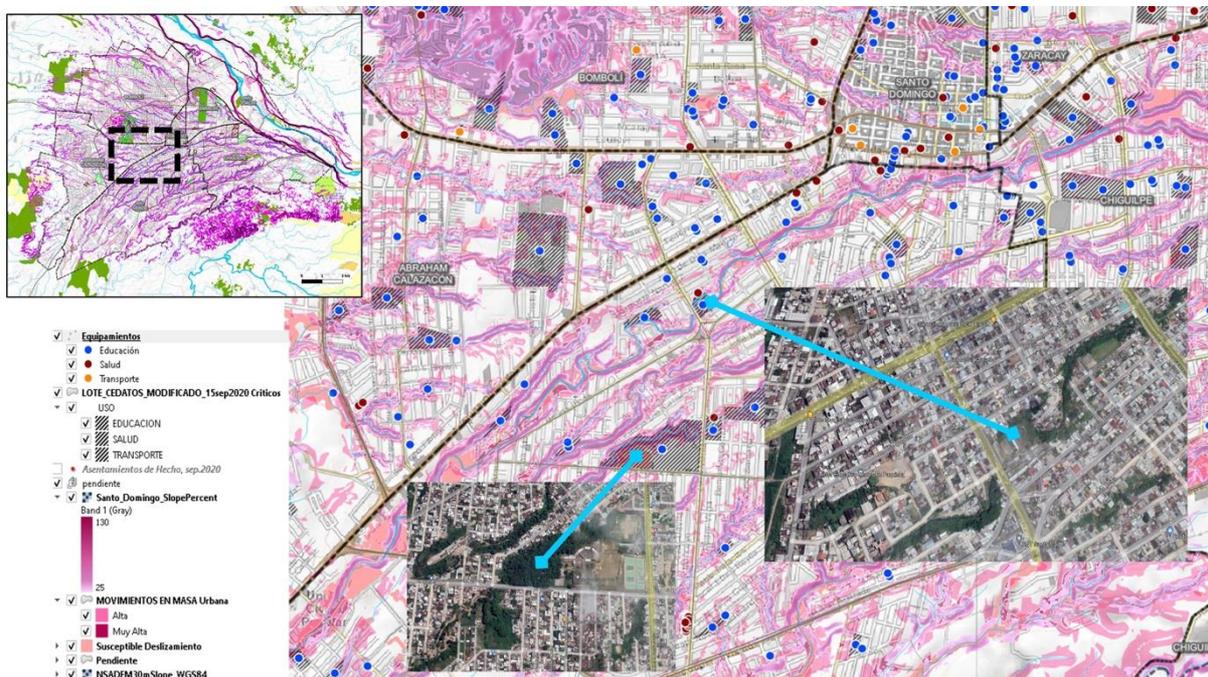


Figura 26. Detalle de localización del riesgo de movimiento de masa para equipamientos básicos (escuelas) y asentamientos de hecho en Santo Domingo
Fuente: PUGS, 2021

Infraestructuras viales:

Las infraestructuras viales son importantes pues dan acceso y comunicación a la población, así como permiten el flujo de mercancías. Por esto analizar los impactos y riesgos sobre las vías y puentes es central para integrar los riesgos en el diseño de políticas, estrategias y acciones para mitigar y adaptarse al cambio climático. Es así como la localización de vías y puentes están en muchos casos al origen del riesgo de inundación por represamiento, dada la mala planificación. Estos riesgos e impactos se pueden incrementar con los efectos del cambio climático al aumentar los flujos de agua y la necesidad de más capacidad para la evacuación de agua de lluvia. La Figura 27 ilustra un ejemplo de la localización de infraestructura vial en forma perpendicular a los ríos y flujos de agua (ver líneas rojas y azules de la Figura 27), que ocasiona inundaciones por represamiento y obstrucción por basuras del flujo de agua (foto de detalle en la Figura 27).

Muy relacionada con el desarrollo de las infraestructuras viales en la ciudad, se encuentra la red de alcantarillado y evacuación pluvial no cubre totalmente las parroquias y barrios de la ciudad. La densidad de cobertura del servicio en algunos sectores, dificulta y limita que la población sea atendida en particular en las parroquia de Bombolí y Rio verde (recuadros violetas en la Figura 28). Es así como se estima que solo el 59 % de la población tiene acceso al servicio de alcantarillado. Por esto las zonas sin este servicio y un deficiente sistema para las agua pluviales ocasiona un riesgo muy alto a inundaciones por desbordamiento de ríos o por taponamiento de quebradas y cañadas especialmente abundantes en alguna parroquias al sur o norte de la ciudad. La construcción, rehabilitación,

mantenimiento preventivo y correctivo de redes de alcantarillado y pluviales será un acción prioritaria a toda estrategia de adaptación y mitigación al cambio climático para la ciudad.

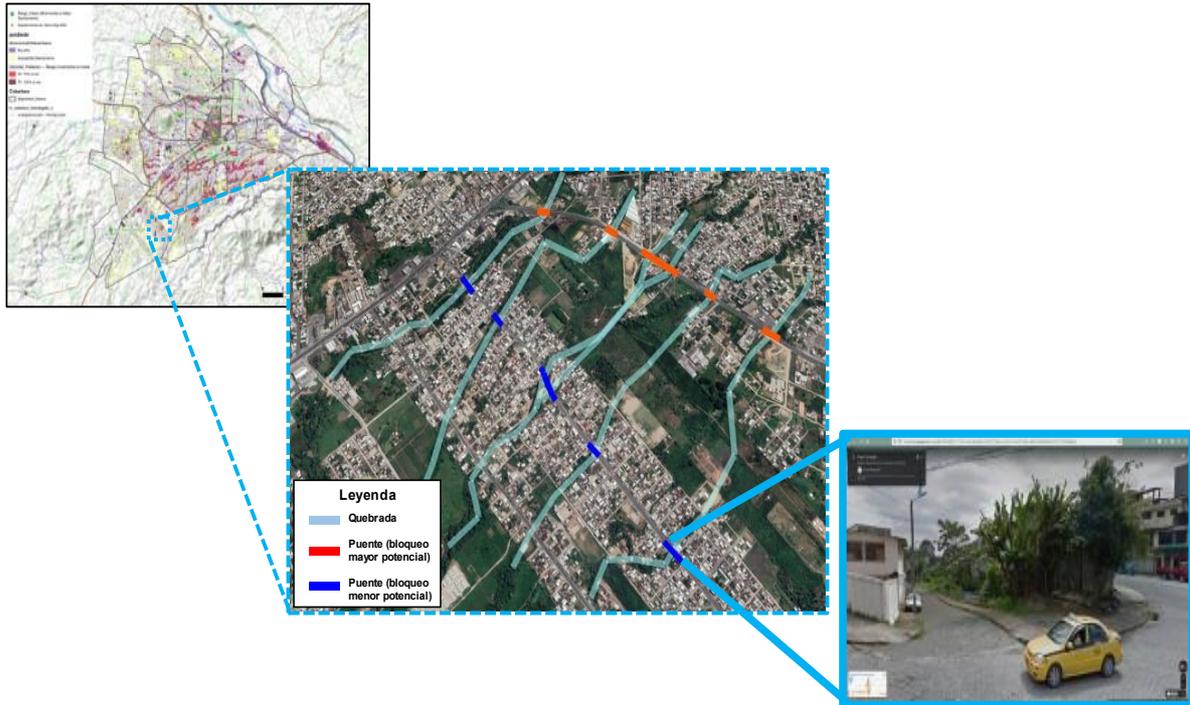


Figura 27. Ejemplo de localización de infraestructura vial que ocasiona inundación por represamiento.
Fuente: Elaboración propia

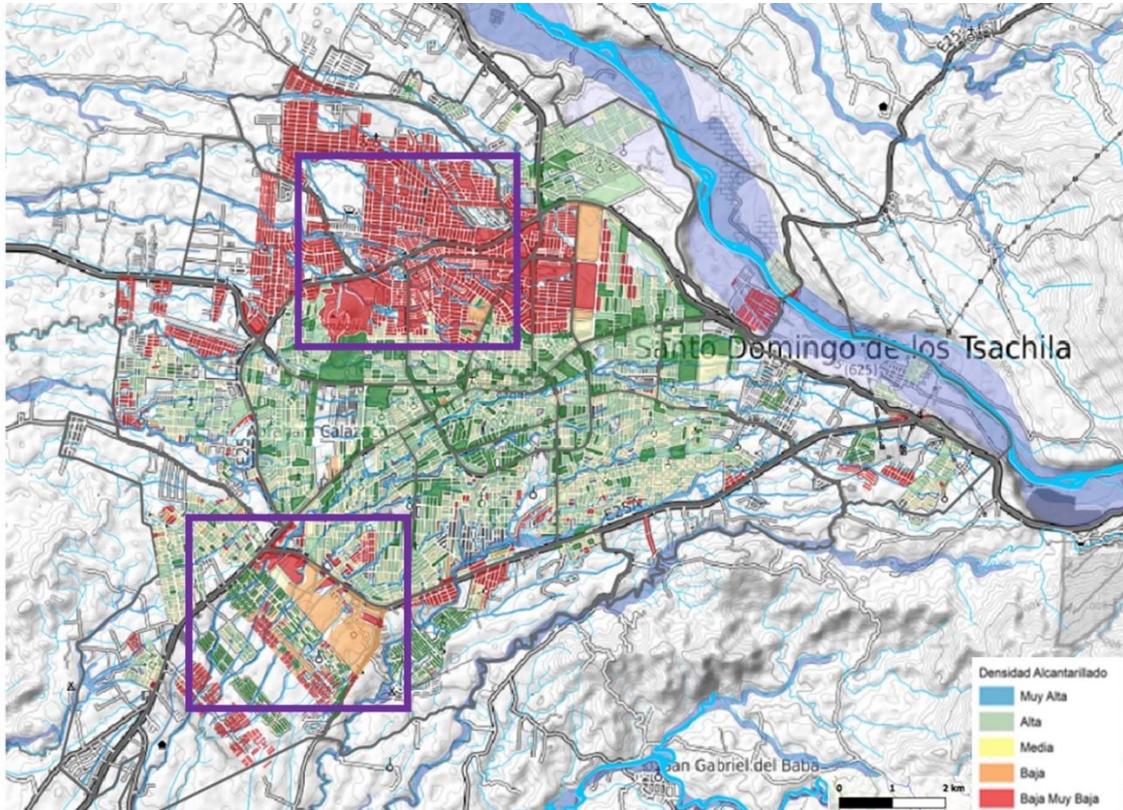


Figura 28. Densidad de la red de alcantarillado en la ciudad de Santo Domingo
Fuente: PUGS, 2021

A manera de resumen sobre los principales riesgos en la ciudad de Santo Domingo, las Tablas 5 y 6 presentan los números totales de los bloques-manzanas por parroquias en riesgo de inundación y de derrumbes (Tabla 5) así como el número de población por parroquias en riesgo de inundación y derrumbes (Tabla 6). Estos datos muestran que las parroquias de Río Verde, Chiguilpe y Zaracay presentan el mayor número de bloques en riesgo a derrumbes, mientras que la parroquia de Río Verde es la que presenta la mayor población en riesgo de inundación y derrumbes.

En total de la población, un 10% está en riesgo de inundación y un 30% en riesgo de derrumbes.

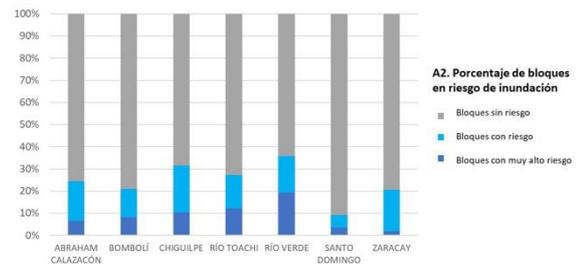
Estos datos dan pistas del tipo de impactos futuros y de soluciones necesarias para la adaptación y la mitigación de los efectos de los crecientes fenómenos naturales para poder diseñar estrategias y acciones que permitan evitar la lógica de que los eventos naturales se conviertan en desastres naturales. Al mismo tiempo permiten tomar acciones diferenciales en función de los grupos, infraestructuras, zonas y servicios ecosistémicos más vulnerables en riesgo para así maximizar los recursos, definir políticas públicas y lograr incidencia en las decisiones.

Tabla 5. Número total de bloques-manzanas en riesgo de inundación (A1) y de derrumbes (B1) y sus respectivos porcentajes (A2 y B2) por parroquias en Santo Domingo.

Resumen de riesgos por bloques/manzanas

A1. Numero de bloques en riesgo de inundación

Parroquias	Bloques		Sin riesgo	Total
	Muy alto riesgo	Riesgo		
ABRAHAM CALAZACÓN	61	163	695	919
BOMBOLÍ	93	148	906	1147
CHIGUILPE	62	126	408	596
RÍO TOACHI	37	45	219	301
RÍO VERDE	268	226	888	1382
SANTO DOMINGO	7	12	185	204
ZARACAY	5	51	216	272
Total	533	771	3517	4821



B1. Numero de bloques en riesgo de derrumbes

Parroquias	Bloques		Sin riesgo	Total
	Muy alto riesgo	Riesgo		
ABRAHAM CALAZACÓN	105	500	314	919
BOMBOLÍ	179	550	418	1147
CHIGUILPE	133	316	147	596
RÍO TOACHI	59	59	183	301
RÍO VERDE	404	671	307	1382
SANTO DOMINGO	36	47	121	204
ZARACAY	56	127	89	272
Total	972	2270	1579	4821

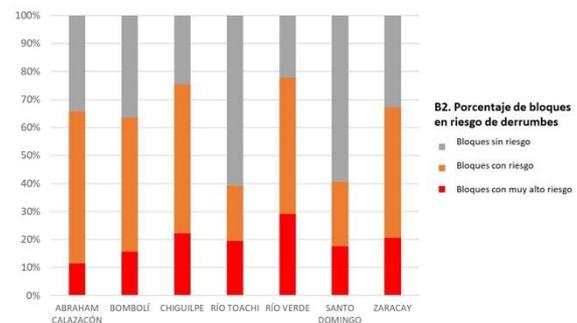
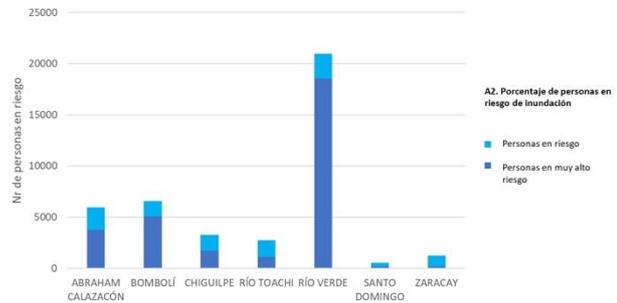


Tabla 6. Número total de personas en riesgo de inundación (A1) y de derrumbes (B1) y sus respectivos porcentajes (A2 y B2) por parroquias en Santo Domingo

Resumen de riesgos por población/personas

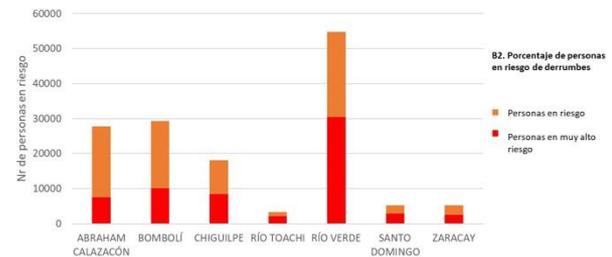
A1. Numero de personas en riesgo de inundación

Parroquias	Población	Población	Población Total en riesgo
	Muy alto riesgo	Riesgo	
ABRAHAM CALAZACÓN	3774	2179	5953
BOMBOLÍ	5065	1515	6580
CHIGUILPE	1727	1549	3276
RÍO TOACHI	1124	1630	2754
RÍO VERDE	18555	2427	20982
SANTO DOMINGO	195	351	546
ZARACAY	196	1049	124
Total	30635	10700	41335



B1. Numero de personas en riesgo de derrumbes

Parroquias	Población	Población	Población Total en riesgo
	Muy alto riesgo	Riesgo	
ABRAHAM CALAZACÓN	7502	20272	27773
BOMBOLÍ	10076	19208	29284
CHIGUILPE	8402	9661	18063
RÍO TOACHI	2094	1164	3258
RÍO VERDE	30494	24243	54737
SANTO DOMINGO	2888	2291	5179
ZARACAY	2483	2787	5271
Total	63938	79626	143565



La cascada de impactos:

Las interdependencias y respuestas entre las causas y consecuencias de la vulnerabilidad y riesgo climático en los sistemas naturales y socioeconómicos que están acoplados resultan en una serie de efectos e impactos en cascada. Los efectos combinados de estos factores que interactúan pueden afectar la capacidad de los y las actores, los gobiernos y los sectores público y privado para responder y adaptarse a tiempo antes de que ocurra daños generalizados irreversibles.

En las áreas urbanas, la variabilidad y el cambio climático observados ha causado impactos adversos en la salud humana, los medios de vida, los servicios de los ecosistemas y las infraestructuras básicas. Por ejemplo, estos impactos en las infraestructuras urbanas, incluidos los sistemas de transporte, de distribución de agua, de saneamiento y energía, que se ven comprometidas por eventos extremos y de evolución lenta, con las consiguientes pérdidas económicas, interrupciones de los servicios e impactos diferenciales negativos según los grupos de población generan una serie o cascada de impactos adversos que en general se concentran entre los residentes urbanos económica y socialmente más marginados (IPCC, 2023).

En este contexto, la ausencia de un ordenamiento territorial a largo plazo en Santo Domingo, tanto en la zona urbana y periurbana como en las zonas rurales del cantón (que proveen de importantes servicios ecosistémicos a la ciudad), se traduce en muchos casos en una cascada de impactos sobre la población y las infraestructuras básicas (Figura 29). El análisis de estos posibles efectos en cascadas de los riesgos climáticos en relación con los servicios de los ecosistemas (provisión y regulación de aguas), las infraestructuras (sociales, hidráulicas y sanitarias), la población y las actividades económicas tienen importantes implicaciones en la exploración e implementación de soluciones que permitan afrontar las causas y consecuencias de los procesos de urbanización desordenada. De esta manera se podrá facilitar la integración de la gestión de riesgos, las soluciones basadas en la

naturaleza y la adaptación al cambio climático dentro de las estrategias, políticas y acciones para una planificación urbana más resiliente y sostenible en los diferentes niveles de decisión y en las diferentes escalas de implementación de acciones.

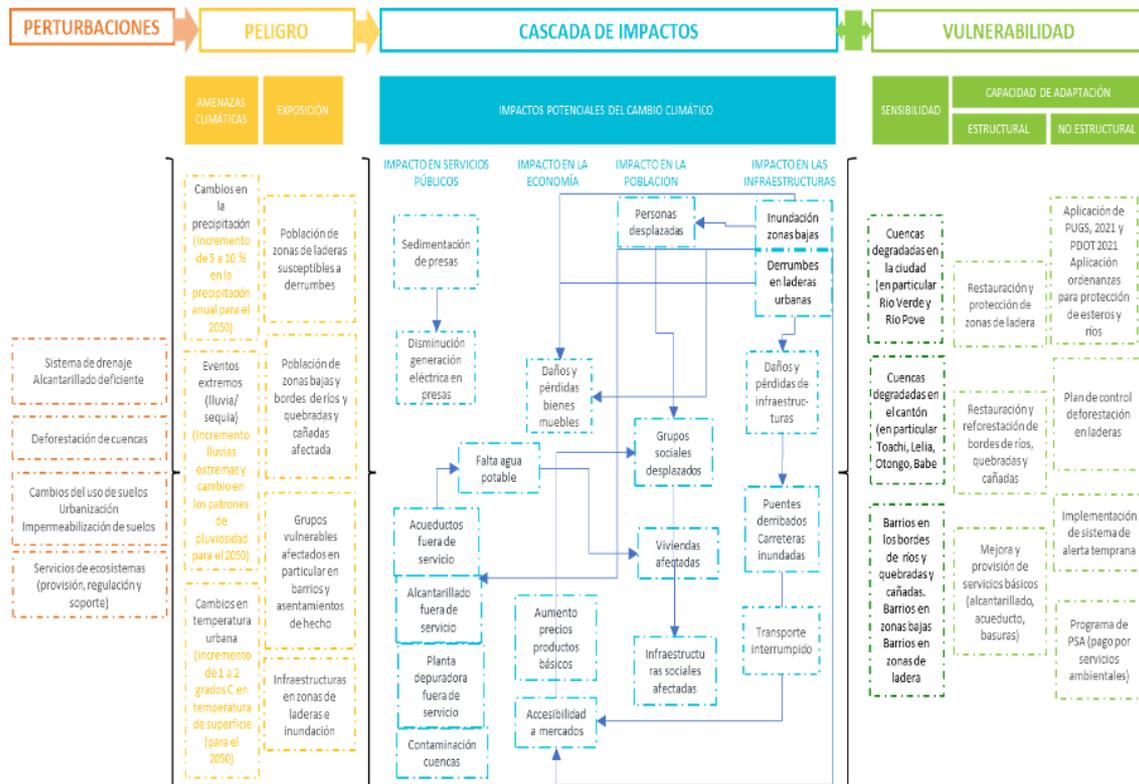


Figura 29. Ejemplo resumido de la cascada de impactos socioeconómicos por inundaciones y deslizamientos en la ciudad y el cantón de Santo Domingo
Fuente: Elaboración propia

7. USO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE SANTO DOMINGO

Aunque existen muchos datos sobre los riesgos, la vulnerabilidad y los impactos frente a la variabilidad del clima, el cambio climático y los desastres naturales, es necesario facilitar el acceso a los datos para su integración y uso en los procesos de planificación urbana. De esta manera se pueden transformar los conocimientos en acciones para construir resiliencia y mejorar la adaptación frente a los riesgos en zonas urbanas y periurbanas de las ciudades.

Abordar el desafío de la adaptación en las ciudades requiere equilibrar objetivos múltiples, a menudo conflictivos y específicos al contexto local. La participación de los actores y todas las actoras es primordial para lograr una planificación urbana eficiente, creíble y transparente que facilite la adaptación a los cambios, incluidos la renovación de las ciudades y la reducción de los riesgos ante los desastres naturales. En consecuencia, el proceso para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgos debe incluir varias etapas de consulta, intercambio, validación y co-construcción con los actores.

Para el proceso de consulta con los actores, es necesario identificar las problemáticas (incluidas las causas y consecuencias), búsqueda de datos y producción de información pertinente (incluidos datos ambientales, sociales y económicos, así como indicadores proxis en caso de ausencia de información), proceder a la validación de resultados y a la integración para una exploración de las opciones de adaptación en las ciudades en el contexto de la planificación urbana y de otros procesos en curso.

Sin embargo, algunos enfoques necesarios, como el enfoque de género, muchas veces, encuentran limitaciones en su uso real y la incidencia en la planificación urbana dada la escasez de datos e información pertinente. Por esto es recomendable avanzar en los métodos para desagregar más información de género y grupos vulnerables o el uso de indicadores proxis para poder pasar de análisis cualitativos a análisis cuantitativos y espacialmente explícitos que permitan conocer y localizar el dónde, el quién y el cuándo.

Por esto es de gran utilidad en el proceso de planificación urbana facilitar y apoyar la exploración de opciones de adaptación y mitigación al cambio climático. Esto implica integrar en la exploración de acciones de adaptación basada en ecosistemas para la adaptación y mitigación, así como las sinergias y co-beneficios con opciones basadas en infraestructuras grises más tradicionales y las medidas no estructurales como la legislación, los instrumentos urbanísticos y las políticas públicas para así incidir en los procesos de toma de decisiones de las ciudades.

Como la mayoría de las respuestas de adaptación observadas son fragmentadas, incrementales, específicas a sectores y al contexto socioeconómico, están en general desigualmente distribuidas en las ciudades. A pesar del progreso, existen brechas de adaptación en todos los sectores económicos y ciudades y seguirán creciendo con los niveles actuales de implementación y las brechas de adaptación más grandes entre los grupos de ingresos más bajos (IPCC, 2023).

Por esto la exploración de posibilidades para el diseño de opciones de adaptación debe por lo tanto incluir la realización de talleres participativos con los actores, en donde los análisis de la vulnerabilidad y riesgo climático son insumos esenciales. Además, los talleres de exploración permiten validar los resultados de los análisis en función a las necesidades y contextos de los actores. Esta búsqueda, sienta las bases para validar la implementación de las acciones de adaptación en el corto, mediano y largo plazo. De esta forma se integran las evaluaciones en la planificación urbana, sumando las perspectivas y las formas de accionar de los actores en la ciudad. Esto, además, facilita la integración con otras iniciativas en curso con el fin de obtener los máximos co-beneficios y sinergias en el desarrollo de un portafolio de acciones de adaptación.

Por último, cabe anotar que como el objetivo de este tipo de evaluaciones es la de producir información útil para que los tomadores de decisiones y los actores implicados en la planificación puedan explorar y priorizar las estrategias y acciones de adaptación al cambio climático en ciudades, se debe prestar especial atención a la escala y formato en la que se produce y entrega la información. Esta debe ser lo suficientemente clara y detallada para identificar puntos críticos y explorar opciones que deberán ser implementadas a diferentes niveles de decisión, que pueden ir desde la cuenca y el cantón (donde se generan buena parte de los servicios de los ecosistemas) al municipio y sus barrios (donde se reflejan los impactos y se implementan parte de las soluciones). Por esto la información debe dar señales de la situación del conjunto (cuenca/cantón) y de sus componentes (áreas urbanas, periurbanas y rurales de la ciudad).

8. REFERENCIAS

BID. (2018). *Vivienda ¿Qué viene?: de pensar la unidad a construir la ciudad*, Verónica Adler y Felipe Vera (Editores), Monografía del BID; 659

Bonilla A., G. Duran, M. Bayon, K. Abad. (2020). *Santo Domingo de los Tsáchilas: El rentismo y sus efectos en las periferias al sur de la ciudad*, FLACSO, Ecuador.

Climate Knowledge Portal. (2023). Disponible en: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>

CONGOPE. (2019). *Estrategia de cambio climático de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas con enfoque de género*. Proyecto Acción Provincial frente al Cambio Climático. Quito, Ecuador.

ESA. (2022). Global Land Cover Map. Disponible en: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/ESA_global_land_cover_map_available_online

GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2030*. Santo Domingo, Ecuador.

GIZ-EURAC-UNU. (2018). *El Libro de la Vulnerabilidad: Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad*. Autores: Kerstin Fritzsche, Stefan Schneiderbauer, Philip Bubeck, Stefan Kienberger, Mareike Buth, Marc Zebisch y Walter Kahlenborn.

Gobernación Santo Domingo de los Tsáchilas. (2023). Reseña Histórica. Disponible en <https://gubernacionsdtsachilas.gob.ec/resena-historica/#>

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo. (2022). *Plan de Contingencia 2022-2023 GAD Municipal, Dirección de Planificación*. Santo Domingo, Ecuador

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo. (2020). *PDOT - ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CANTÓN SANTO DOMINGO 2020 – 2032*. Santo Domingo, Ecuador.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo. (2021). *PUGS - PLAN DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO CANTÓN SANTO DOMINGO 2020 – 2032*. Santo Domingo, Ecuador.

INEC. (2018). *Atlas de Género*. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Atlas_de_Genero_Final.pdf

INEC. (2010). Población y Demografía, Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf,*

S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)). Cambridge University Press. Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp.

IPCC. (2023). *La acción climática urgente puede garantizar un futuro habitable para todos*. Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/press/IPCC_AR6_SYR_PressRelease_es.pdf. MAATE, sin fecha, *Guía metodológica para el desarrollo de estudios de análisis de riesgo climático*.

La Hora. (2022). *Se busca mejorar la calidad del agua*. Disponible en: <https://www.lahora.com.ec/santo-domingo/se-busca-mejorar-la-calidad-del-agua/>

SENTINEL Hub. (2023). Disponible en: <https://www.sentinel-hub.com/> Acceso 11/11/2022; 12/2/2023

Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016). Resolución N. SGR-067-2016. Disponible en <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/04/Resolucion-No.-SGR-067-2016.pdf>

ANEXO 1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD

Las siguientes herramientas se utilizan entre otras cosas, para determinar alcance de la evaluación, identificar y trabajar con los actores, seleccionar datos y co-crear información sobre los riesgos y vulnerabilidades, analizando y validando los análisis para crear capacidades y conocer las escalas de recursos naturales y niveles de decisión a ser considerados, definiendo y priorizando los puntos, áreas y grupos críticos para la acción.

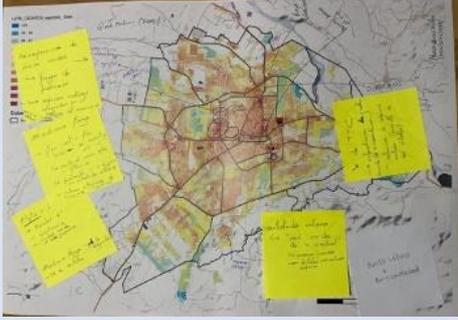
Herramienta	Se usa para	Etapa
Entrevistas o grupos focales	Entrevistas guiadas a grupos seleccionados de actores para identificar, conocer y evaluar la condición y usos de los servicios de ecosistemas y de las actividades relacionadas con los medios de vida.	1 2 3
SIG participativos	Utilización de sistema de información geográficos con los actores para identificar relaciones críticas, localizar regiones claves e identificar poblaciones objetivo. Evaluación de tendencias en uso, degradación, conservación, mejora de ecosistemas y servicios de ecosistemas, con relación a los medios de vida.	1 2 3 4 5 6 7
Mapeo de actores	Se usa para definir con los actores el contexto institucional, político, social-económico y ambiental para conocer dónde están los problemas y quienes están siendo afectados, colaborando con los objetivos del proyecto y formando parte de las decisiones de planificación	1 2
Flujo de relaciones	Ubicación espacial de los actores para determinar dónde se localizan y concentran las diferentes relaciones entre ellos y sus efectos sobre la toma de decisiones.	1 2 3
Entrevistas	Entrevistas guiadas a grupos seleccionados de actores para identificar problemáticas, analizar opciones y evaluar alternativas. Por medio de las entrevistas se busca identificar opciones y alternativas de adaptación en conjunto con los actores.	1 2 3 4 5
Juicio de expertos	Evaluación técnica en el terreno y en talleres acerca de problemáticas específicas para la construcción de matrices de conocimiento y análisis de temas específicos.	1 2 3 4 5 6 7
Indicadores	Compilación de datos y conocimientos organizados en un marco que permite construir información a diferentes niveles de decisión y de escalas de riesgo. Utilizada para evaluar y monitorear con relación a impactos, límites y objetivos las acciones, estrategias y políticas de mitigación y de adaptación.	1 2 3 4 5 6 7
Cartografía cognitiva	Cartografía y mapeo en base a los conocimientos de los actores.	1 2 3 4 5
Construcción y/o uso de escenarios	Evaluación de las implicaciones de los riesgos, las opciones y las alternativas a través de la variación de valores e impactos claves.	2 3 6 7
Análisis costo-beneficio	Es la valoración de los beneficios, los costos y los impactos, definidos de la siguiente manera: <u>Beneficios</u> : son las ventajas o los efectos positivos de las AbE. <u>Costos</u> : son los recursos requeridos para aplicar las AbE y las desventajas o los efectos negativos causados por estas. <u>Impactos</u> : son los efectos o cambios en situaciones o circunstancias que se producen como consecuencia de la adopción de las AbE. La valoración no abarca únicamente mediciones monetarias, sino también la evaluación no monetaria.	5

Análisis multicriterio	Método de evaluación para priorizar de manera cualitativa un conjunto de medidas. Este tipo de análisis permitirá seleccionar medidas en función de criterios y pesos definidos por los actores involucrados.	3 4 5
Lluvia de ideas	Intercambio de conocimientos y percepciones para identificar necesidades y opciones con el fin de ayudar a la construcción de información sobre problemas, causas, consecuencias y soluciones.	1 2 3

ANEXO 2. MESAS DE TRABAJO URBANO Y RURAL DEL TALLER SOBRE VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO, IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS Y EXPLORACIÓN DE OPCIONES DE ADAPTACIÓN LOCAL BASADA EN ECOSISTEMAS

El taller se realizó el 18 y 19 de abril de 2023 en el Sistema Integrado de Seguridad ECU 911 de la ciudad de Santo Domingo, con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad y riesgo climático, identificar puntos críticos en la ciudad y explorar en opciones de medidas de adaptación basada en ecosistemas a fin de tener posibles sitios de intervención, según la percepción local ante los impactos climáticos. En el Anexo 2, se definieron las problemáticas, los impactos y los puntos críticos de mayor amenaza en el sector urbano y rural de Santo Domingo.

Observación	Ubicación	Detalle
Mesa de trabajo Urbana (Inundaciones y deslizamientos)		
Viviendas asentadas en zonas de riesgo	-Alluriquín y Valle Hermoso -Barrio Zaracay	Trabajar en la resiliencia de los poblados asentados en sitios de riesgo (sobre el río).
Esteros y ríos encauzados en la ciudad.	-Santa Marta (El Vergel) -Viviendas en zona de laderas.	Levantar un catastro de todas las alcantarillas, en donde los esteros y ríos han sido encauzados para determinar posibles afectaciones futuras.
Encajonamiento de los ríos	Centro de la ciudad Santo Domingo	Taponamiento de los esteros Socavones
Deforestación	Ríos que atraviesan la ciudad	Conservar y recuperar las áreas verdes y franjas de protección.

<p>Mesa de trabajo Urbana (Índice de temperatura y verdura)</p>		
<p>Incremento de temperatura e impacto en el clima.</p>	<p>Polígono central de la ciudad</p>	<p>Ocupación de suelo: Sobreocupación del suelo con ocupación del 100%.</p>
<p>Regeneración urbana</p>	<p>-Urbanización Los Rosales 3ra etapa -Urbanización Los Rosales 4ta etapa</p>	<p>Construcciones 100% hormigón y mejorar los pasajes peatonales.</p>
<p>Viviendas ubicadas en zonas propensas a inundación por cambio climático</p>	<p>Río Toachi</p>	<p>-Presencia de asentamientos de personas con recursos variados. -Interés de esa población de contar con modelamientos de la zona para posible adaptación / reubicación.</p>
<p>Reforestación urbana</p>	<p>Cooperativa Santa Marta</p>	<p>La cooperativa es la más poblada, por lo que la presencia de arbolado urbano es bajo.</p>
<p>Naturalización y recuperación de espacios fluviales</p>	<p>Barrio Zaracay</p>	<p>-Construido sobre el río Pove -Recuperar la calidad ambiental -Mejorar las condiciones de habitabilidad.</p>
<p>Mesas de trabajo Rural (Hídrica)</p>		
<p>-Pérdida de bosque por tala y anillado del árbol. -Minería cercana al bosque. -Descargas de aguas en zonas no autorizadas</p>	<p>-Microcuenca Río Lelia -Microcuenca Río Otongo</p>	<p>-Cambio de uso de suelo con el desplazamiento agrícola ganadero. -No existe un inventario de nacientes que aportan a Lelia. - Captura de agua sin control en propiedades privadas. - Contaminación de los ríos.</p>

<p>Mesas de trabajo Rural (Forestal)</p>		
<p>Cambio de uso de suelo y ecosistemas terrestres</p>	<p>-Microcuenca río Lelia y del río Damas -Microcuenca del río Otongo</p>	<p>-Existe un deterioro de los bosques y una falta de compromiso de los ganaderos en cuidarlo, así como falta de iniciativas para restaurar zonas afectadas de actividades antrópicas. -Escritura de lotes en zonas de bosque protector.</p>
<p>Deforestación y deterioro de los servicios ecosistémicos</p>	<p>-Microcuenca del río Lelia (zona alta y media) -Microcuenca del río Otongo (zona alta)</p>	<p>Con el pasar de los años, la zona de bosque de la parte alta ha sido reemplazada por pastizales, aumentando así la frontera agrícola, lo cual ha incidido en deforestación y pérdida de especies de ranas únicas en el mundo.</p>