



Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Camagüey

Informe de proyecto: Cuba

Validación: Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CITMA	Ministerio de Ciencia, tecnología y Medioambiente
NDVI	Índice de vegetación normalizada
ONEI	Oficina Nacional de Estadística e Información
SbN	Soluciones basadas en la Naturaleza
OMS	Organización Mundial de la Salud
DPTU	Delegación Provincial de Ordenamiento Territorial y Urbanismo

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Etapas y productos de la evaluación en Nature4Cities	8
Figura 2. Personas que se dedican a quehaceres del hogar	12
Figura 3. Personas jubiladas o pensionadas	12
Figura 4. Circunscripciones vulnerables en Camagüey	
Figura 5. Principales actores identificados y nivel de requerimiento para la planificación y la gestión de riesgos en Camagüey	12
Figura 6. Áreas servidas por acueducto y alcantarillado en la ciudad de Camagüey.	13
Figura 7. Impactos del huracán Irma en la ciudad de Camagüey.	15
Figura 8. Análisis de superficie del huracán catorce de la temporada de huracanes del Atlántico de 1932 en el Caribe occidental. Fuente: Adelante	16
Figura 9. Derrumbes en Santa Cruz del Sur tras el impacto del huracán de 1932	16
Figura 10. Cambios del uso del suelo en Camagüey y su área de influencia	17
Figura 11. Tendencias en la precipitación y temperatura media para el periodo 2000-2010 en la provincia de Camagüey.	19
Figura 12. Tendencias en la precipitación y temperatura media para el periodo 2030-2050 en relación a la línea de base para la ciudad de Camagüey	19
Figura 13. 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 Camagüey	20
Figura 14. Indicadores para la evaluación	
Figura 15. Peligro de inundación y expansión de la huella urbana en Camagüey y su área de influencia	22
Figura 16. Peligro de inundación y expansión de la huella urbana y detalle en zona central de Camagüey	22
Figura 17. Islas de calor en la ciudad de Camagüey	23
Figura 18. Índice de verdura (NDVI) en la ciudad de Camagüey	
Figura 19. Metros cuadrados de áreas verdes por habitante en la ciudad de Camagüey	
Figura 20. Índice de humedad e incendios detectados en 2021 en la ciudad de Camagüey y su área de influencia	
Figura 21. Áreas afectadas por peligro de derrumbes de viviendas por fuertes vientos en la ciudad de Camagüey	
Figura 22. Principales problemáticas ambientales y servicios de los ecosistemas en la ciudad de Camagüey	
Figura 23. Localización de hospitales en función de islas de calor en la ciudad de Camagüey	
Figura 24. Localización de escuelas en función de islas de calor en la ciudad de Camagüey	
Figura 25. Cascada de impactos del aumento de las temperaturas en la ciudad de Camagüey	

Figura 26. Mapa de vulnerabilidad y riesgos como resultado de la validación con los actores en la ciudad de Camagüey

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en Camagüey	10
Tabla 2. Componentes para la evaluación	10

ÍNDICE

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	2
LISTADO DE FIGURAS	2
LISTADO DE TABLAS	3
ÍNDICE	3
1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVO	6
3. METODOLOGÍA	6
4. CONTEXTO DE LA PROVINCIA Y LA CIUDAD DE CAMAGÜEY	11
Socioeconomía	11
El Jardín	10
Alturas del Cerro.....	10
Simoni.....	10
Actividad productiva.....	11
Actores e iniciativas clave.....	11
Características físico-ambientales.....	12
5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO	14
Condiciones climáticas actuales.....	14
Impactos observados.....	14
Huracán Irma	14
Huracán de Santa Cruz del Sur	15
Causas de los impactos.....	16
Proyecciones climáticas futuras	17
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS.....	21
Vulnerabilidad y riesgos climáticos.....	21
Inundaciones fluviales y pluviales	21
Isla de calor, resultado de aumento de temperatura, sequías y limitado arbolado urbano	22
Vientos fuertes.....	25
Detección de puntos críticos.....	26
Servicios Ecosistémicos	26
Infraestructuras.....	27
7. USO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE CAMAGÜEY.....	31



7. REFERENCIAS..... 33

ANEXO 1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD 31

ANEXO 2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE BÚSQUEDA DE DATOS Y ANÁLISIS CON LOS ACTORES EN LA CIUDAD DE CAMAGÜEY 31

1. INTRODUCCIÓN

Esta evaluación se realiza en el marco del proyecto Nature4Cities, implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), financiado por el Fondo Verde para el Clima (FVC) y cofinanciado por el programa de la Unión Europea Euroclima+. Este proyecto regional, implementado en Camagüey y en otras 12 ciudades de la región, tiene por objetivo reducir la vulnerabilidad al cambio climático de las áreas urbanas a través de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).

Para lograr este propósito, es necesario un proceso participativo que permita la co-creación de conocimientos y así facilitar la incorporación de todos los actores y las actoras en el proceso de diagnóstico de los riesgos climáticos, exploración de soluciones y selección de las SbN a implementar. De esta manera, se puede apoyar la toma de decisiones en las ciudades a través de la integración de la vulnerabilidad y riesgos en la planificación urbana para asegurar el escalonamiento de las SbN y sus múltiples co-beneficios vinculados al buen uso de los ecosistemas urbanos y periurbanos.

En este contexto, el objetivo de la evaluación es identificar, en función de las problemáticas urbanas, los principales riesgos e impactos climáticos para poder seleccionar puntos, áreas y grupos críticos para la acción. 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 debe ser realizada sobre la base de los datos e información existente en cada ciudad, tanto de los riesgos e impactos climáticos actuales como futuros y debe ser espacialmente explícita y sensible a la variable género. Además, debe cubrir las zonas urbanas, peri-urbanas, rurales y las cuencas de las ciudades para así poder 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 la de disponer de información útil para la exploración e identificación de las SbN, el conocimiento de las escalas y niveles de decisión implicados y como insumo para el intercambio y validación de la definición, implementación e integración de SbN en el contexto de la planificación urbana. No se trata de realizar nuevos diagnósticos, sino más bien poner a disposición de todas las personas e instituciones involucradas la información existente y aquella que es necesaria para la integración de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos en la planificación urbana y la toma de decisiones.

La evaluación está dirigida principalmente a personal técnico, 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. Además, a nivel local y nacional, los gobiernos e instituciones, se pueden beneficiar para mejorar y crear capacidad e integrar las metodologías y hallazgos para su replicación y escalamiento a otras ciudades.

2. OBJETIVO

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

En este contexto, el presente análisis tiene como objetivos:

- 1.** Compilar los datos e información disponible en las ciudades, con el fin 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 para la identificación posterior de puntos, áreas y grupos críticos para la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).

3. METODOLOGÍA

Las evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo constituyen un elemento esencial para afrontar los desafíos complejos y apoyar a los 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 (provisión, soporte y regulación), para facilitar el análisis de las problemáticas (sus causas y consecuencias), con el fin de identificar puntos críticos donde es necesario explorar la implementación de posibles SbN piloto, integrando las perspectivas y las formas de accionar de todos los actores en la ciudad. De esta manera se podrá seleccionar y priorizar un conjunto de acciones estratégicas y su posible escalonamiento de su ejecución en la ciudad. El enfoque ilustrado en la Figura 1 está basado en los diferentes marcos metodológicos existentes (IPCC, 2014; IPCC; 2022; GIZ, 2018) adaptado para las necesidades del proyecto Nature4Cities y de las ciudades.

A manera de resumen, como ilustra la Figura 1, en función del contexto de cada ciudad, los componentes principales para definir la métrica para la evaluación son:

- Peligros (principales amenazas y elementos expuestos);
- Impactos (principales efectos sobre los ecosistemas y la sociedad como consecuencia de los peligros);
- Sensibilidad (principales componentes socioeconómicos relacionados con las necesidades, infraestructuras y servicios);
- Capacidad de adaptación (principales medidas y acciones estructurales y no estructurales en el contexto de cada ciudad);
- Vulnerabilidad (principales grupos sociales y población, servicios ecológicos y recursos naturales e infraestructuras y servicios básicos propensos a ser afectados);
- 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 de base e identificar a los actores involucrados, 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 para así analizar la sensibilidad socioeconómica. 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 en función de 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 Soluciones basadas en la Naturaleza). De esta manera, se facilita la integración de los conocimientos, puntos de vista y necesidades de todos los actores en el contexto del ordenamiento y 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 económica (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).

La primera etapa consiste en establecer la línea de base e identificar a los actores involucrados, 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 para así analizar la sensibilidad socioeconómica. 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 en función de los peligros y la sensibilidad (ver Figura 1, columnas naranja). 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 Soluciones basadas en la Naturaleza). De esta manera, se facilita la integración de los conocimientos, puntos de vista y necesidades de todos los actores en el contexto del ordenamiento y 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 económica (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).

Etapas:	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		
Camagüey (Valle – Ribereña)	Temperatura Precipitación Balance hídrico Eventos extremos	Población Grupos (genero, edad, ocupación) Infraestructuras Medios de vida Recursos naturales Servicios ecosistémicos	Regulación hídrica Control erosión Disponibilidad de agua Biodiversidad Producción de alimentos	Viviendas Servicios básicos Mortalidad Morbilidad Accesibilidad Grupos afectados Seguridad alimentaria Enfermedades	Acceso a servicios Nivel de ingresos Estructura de la población Tipo de viviendas Nivel educativo Cabezas de hogar Desempleo	Infraestructuras grises/verdes/azules Adaptación basada en ecosistemas Reforestación Protección Restauración Conectividad Movimiento y adaptación de cultivos	Gestión de desastres Seguros climáticos Transferencias condicionadas Seguridad social Reubicación planificada Políticas públicas Instrumentos urbanísticos	Social y población Servicios ecológicos y uso de tierras Infraestructuras y servicios básicos	Inundación pluvial Erosión de suelos Sequia Incendios Islas de calor
Producto:	- Mapeo de actores - Talleres virtuales - Recopilación de datos - Consulta y elaboración de información		- Producción de informe inicial			- Talleres exploración y priorización de opciones para la adaptación		- Integración y validación evaluación de vulnerabilidad y riesgos	

Figura 1. Etapas y productos de la evaluación en Nature4Cities

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

Etapas 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?

Etapla 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)?

Etapla 3: Evaluación de los impactos

¿Cuáles son las causas y consecuencias de amenazas y exposición?

¿Cuáles son los impactos y como se distribuyen los riesgos y vulnerabilidades en la ciudad?

Etapla 4: Evaluar la sensibilidad socioeconómica

¿Qué elementos para el bienestar de las personas y la sociedad están comprometidos?

¿Qué pérdidas económicas y en vidas ocasionan los peligros e impactos?

Etapla 5: Analizar la capacidad de adaptación

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

¿Qué políticas e instrumentos urbanísticos existen para el ordenamiento territorial y urbano?

Etapla 6: Evaluar la vulnerabilidad:

¿Cuáles son los puntos críticos en las zonas urbana, peri-urbana y rural de la ciudad?

¿Cuáles son las causas y consecuencias de la(s) vulnerabilidad(es)?

Etapla 7: Evaluar los riesgos

¿Cuáles son los principales riesgos climáticos actuales y futuros en la ciudad?

¿Como se manifiestan y distribuyen los riesgos?

Sobre la base de esta información compilada en la primera etapa de la investigación, se realizaron análisis técnicos y consultas para identificar las amenazas y evaluar la exposición de las infraestructuras, grupos y servicios ecosistémicos con mayor peligro ante eventos relacionados con el clima actual y futuro. Esto con el fin de delimitar las zonas y los puntos críticos donde hay más vulnerabilidad y riesgos para las personas, grupos sociales, infraestructuras y servicios de ecosistemas.

Dado que existe limitada disponibilidad y dispersión en las bases de datos y diversidad en su fecha de actualización sobre muchas de las variables socioeconómicas (demografía, salud, vivienda, servicios y género) se utilizaron para el ejercicio datos del Censo de Población y Vivienda, ONEI. 2012 y conteo físico en barrios vulnerables, unido a los sistemas de apoyo social, de los servicios de estadísticas ya sea a nivel de barrio/circunscripción, consejo popular, municipio o provincia/estado o se recurrió a indicadores proxis (Tabla 1). En el caso de variables biofísicas fue necesario completar los datos con información novedosa y de proxis (ej. índices de vegetación, temperatura de superficie o de humedad) dado que la evaluación se realiza por primera ocasión a escala de la ciudad (Tabla 1).

Ciudad	Mapeo de actores	Vulnerabilidad y riesgo										Vulnerabilidad y riesgo futuros						
	Encuesta	Peligros		Impactos		Sensi- bilidad		Riesgos		Escala	Formato	Fecha	Accesible	Escenarios	Riesgos	Escala	Formato	Accesible
		B	SE	B	SE	SE	B	SE	B									
Camagüey	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Prov Mun	MAP, TAB MAP, TAB Vectorial, Raster	2012-2019? 2012-2019?	SI SI	SI	SI	10-100 mts	SHP	SI 2016

Ciudad	Otros datos										Datos Mitigación			Datos Capacidad de adaptación			
	Indices (NDVI, NLight, STem)	Escala	Huella urbana	Escala	Densidad de población	Escala	MDT	Escala	Inventario GEI	Acciones	SbN	POT/PGR	SbN	Evaluación Servicios Ecos.		PMACC	
														Ecos.	PMACC		
Camagüey	SI	30-10 mts	SI	30 mts	SI	250 mts	SI	30-10 mts	P (Nac)	NO	NO	SI	NO	P	NO		

B = biofísicos; SE = socioeconómicos incluido genero; P = Parcial

Tabla 1. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en Camagüey

En general, para el uso de los datos se puede partir de la premisa de que las zonas sujetas a un mayor riesgo e impacto potencial ante eventos climático son las que tienen mayor amenaza y exposición y con condiciones socioeconómicas más sensibles (vivienda, salud, estructura demográfica y socioeconómica).

Un aspecto crucial en este tipo de evaluaciones, que apoye a las actoras y los actores involucrados en la planificación urbana y territorial, es el de tomar en cuenta los niveles implicados en la toma de decisiones. Por esto, como en función de la escala, el análisis debe tomar en consideración el componente a ser evaluado en relación al nivel de la decisión y la acción a ser implementada, explorada o evaluada. Así por ejemplo:

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

Tabla 2. Componentes para la evaluación

4. CONTEXTO DE LA PROVINCIA Y LA CIUDAD DE CAMAGÜEY

La provincia de Camagüey ocupa un área de 15,990 km², de ellos 15,386.16 km² de tierra firme y 603.84 km² de cayos. Camagüey es la provincia de mayor superficie del país y abarca el 14.4 % del territorio nacional. En cuanto a población, ocupa el sexto lugar del país con 783,000 habitantes DPOTU-DMOTU, 2020. La provincia está conformada por 13 municipios, de ellos el municipio de Camagüey se localiza en el centro de la provincia, ocupando una extensión de 1,098.58km², donde se distribuyen 45 asentamientos humanos concentrados, de ellos 2 urbanos (ciudad de Camagüey y Altagracia) y 43 rurales (DPOTU-DMOTU, 2020).

Posee uno de los centros históricos más extensos y antiguos del país con aproximadamente 300 ha. La ciudad presenta una tipología urbana compacta con edificaciones de una planta y predominan las viviendas individuales con jardines y patios interiores. Su Centro Histórico es hoy Monumento Nacional y Patrimonio Cultural Urbano de la Humanidad, por los valores arquitectónicos, históricos y ambientales que encierra. En zonas periféricas, generalmente se encuentran nuevos desarrollos de edificios multifamiliares donde prevalecen los 4 y 5 niveles con ubicaciones puntuales de 12 y 18 plantas. Asociados a la periferia, aparecen, además, barrios como consecuencia de una urbanización espontánea, con estructura caótica y carentes de infraestructura, presentando graves problemas de saneamiento. La ciudad se encuentra enclavada en medio de la red hidrográfica del río San Pedro, subcuencas de los ríos Tíñima y Hatibonico, que constituye el sistema fluvial más contaminado de la provincia, ya que al atravesar la ciudad asimila las cargas contaminantes, unos 5 millones de m³/año de residuales sin o deficientemente tratados

Socioeconomía

La ciudad de Camagüey cuenta con una población de 308,761 habitantes, que representa el 93.2% de la población del municipio y el 40% de la población total de la provincia. Del total de la población 16.1 % están en edades de 0-19 años y un 15.9 % entre los 65 años y más, siendo un alto indicador de envejecimiento. El crecimiento poblacional, en los últimos 10 años, mantiene cifras en ascenso, pero está lejos de revertir la tendencia al envejecimiento (DPOTU-DMOTU, 2020). Las personas con discapacidad física o mental representan el 7% de la población, de la cual 9,253 (46%) son hombres y 10,813 (54%) son mujeres.

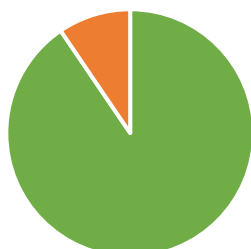
El Índice de Desarrollo de Género¹ en Cuba es de 0.944 (2019) y el Índice de Desigualdad de Género² es de 0.304, inferior al promedio regional de 0,383 para América Latina y el Caribe, según el IDH de 2019, del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2020). De acuerdo con Carballo et Al. (2021), el Índice de Pobreza Multidimensional³ tiene un valor de 0.002, según encuesta 2017.

¹ Definido como la relación entre el IDH (Índice de Desarrollo Humano) de las mujeres y el de los hombres. El Índice de Desarrollo de Género mide las desigualdades de género en tres dimensiones básicas del desarrollo humano: la salud (medida como la esperanza de vida al nacer de mujeres y hombres), la educación (medida a través de los años esperados de escolaridad de las niñas y los niños y el promedio de años de escolaridad de las mujeres y los hombres adultos de 25 años o más) y el control sobre los recursos económicos (medido según el INB per cápita estimado de mujeres y hombres). (PNUD, 2020)

² El Índice de Desigualdad de Género se interpreta como la pérdida de desarrollo humano debido a la desigualdad entre los logros de las mujeres y los hombres en tres dimensiones: salud reproductiva, empoderamiento y actividad económica. (PNUD, 2020)

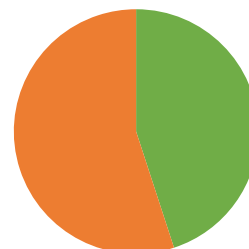
³ El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) es una herramienta conjunta de la Iniciativa de pobreza y Desarrollo Humano de la Universidad de Oxford y el PNUD. El IPM mide las complejidades de la vida de las personas pobres, al mostrar la naturaleza y alcance de las privaciones simultáneas que experimenta cada una de ellas en 10 indicadores distribuidos por tres dimensiones con igual importancia: salud, educación y nivel de vida. El IPM se mide mediante el promedio de privaciones ponderadas que experimentan las personas, con un valor que oscila de 0 a 1: a mayor valor, mayores niveles de pobreza. (IPS-Cuba, 2021)

La población en edad laboral es de 199,604 personas, de ellas 100,305 hombres y 99,299 mujeres (ONEI, 2022). Del total de la población en edad laboral, 15,222 personas se dedican a quehaceres del hogar, de las cuales el 90.5% son mujeres (Ver Figura 2). En la ciudad, se encuentran 10,789 personas jubiladas o pensionadas, de las cuales 5,936 son hombres y 4,853 son mujeres (Ver Figura 3). De las personas incapacitadas para trabajar, el 45% son mujeres.



■ Mujeres ■ Hombres

Figura 2. Personas que se dedican a quehaceres del hogar



■ Mujeres ■ Hombres

Figura 3. Personas jubiladas o pensionadas

Por otra parte, la tasa de alfabetización en Cuba es de 99.9% de la población (ONEI 2020; Carballo J et Al. 2021). En Camagüey, el 12% de la población tiene nivel de escolaridad de primaria y el 22% de de secundaria básica. De la población con nivel de secundaria básica, 31,255 son mujeres, lo que representa el 50% del total de la población. Para este estudio se asume que las personas con este nivel de escolaridad tienen limitado acceso a trabajos en el sector estatal, y consecuentemente, menor índice salarial. Sin embargo, con la incorporación del sector privado como acto económico y la diversificación de empleos, se abre una alternativa a trabajadores no cualificados, llegando a ganar en muchos casos mejores salarios. La presencia femenina es superior en la enseñanza universitaria actual a la masculina, de las 39,515 personas matriculadas, el 58% son mujeres.

La Delegación Provincial de Ordenamiento Territorial y Urbanismo, identifica cuatro barrios con vulnerabilidad social dentro de la ciudad: Salomé, el Jardín, Alturas del Cerro y Simoni, siendo los últimos tres de alta prioridad para el gobierno provincial (ver Figura 4).

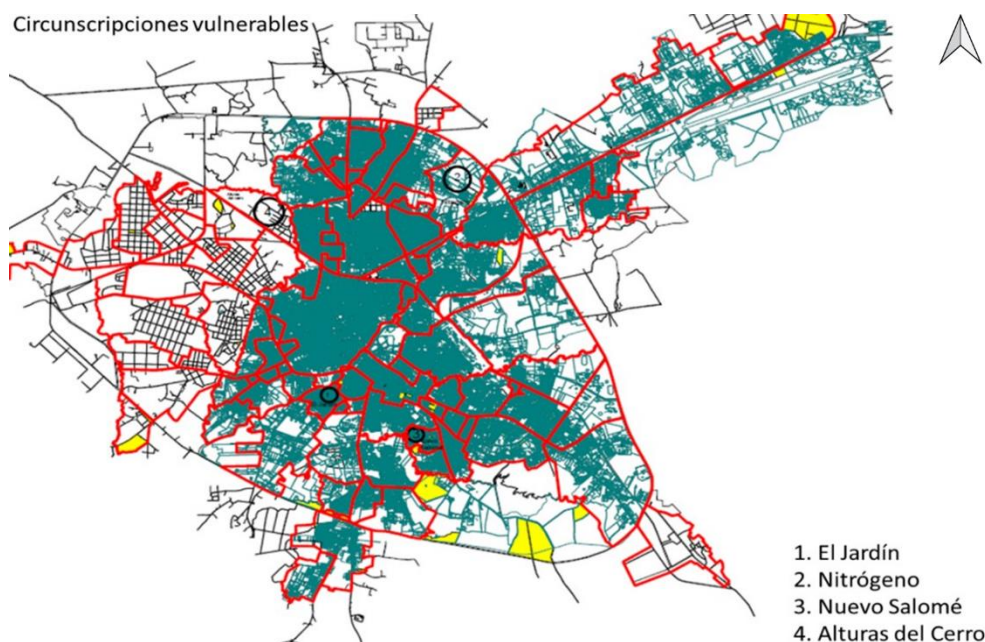


Figura 4. Circunscripciones vulnerables en Camagüey

El Jardín

La circunscripción 38 “El Jardín” tiene una extensión territorial de 300 km², donde habitan 3462 personas que agrupadas en 1755 familias. El 13% de los habitantes son infantes o adolescentes, de los cuales el 74% son femeninas. El 38% de los residentes en el barrio son adultos mayores, de los cuales el 52% son mujeres. De acuerdo con datos de la Dirección de Trabajo Municipal, el barrio cuenta con 27 madres con más de tres hijos. Se identifican 63 personas con discapacidad física-motora o intelectual. De las 69 personas están protegidas por asistencia social, 54 (78%) son beneficiarios o beneficiarias del Sistema de Atención a la Familia (SAF), dentro de los cuales se encuentran 8 familias clasificadas como casos críticos. Se identifican 162 casos críticos con problemas de vivienda, dentro de los cuales se encuentran 133 viviendas con piso de tierra. La población tiene acceso a dos consultorios médicos de la familia y una bodega para productos de la canasta básica.

Alturas del Cerro

La circunscripción 149 “Alturas del Cerro” está ubicada en el Consejo Popular Agramonte Simoni. En ella habitan 2422 personas que agrupadas en 435 familias. El 22% de los habitantes son infantes y el 26% adultos mayores. Se identifican entre los principales problemas sociales la marcada inmigración desde zonas orientales, la violencia física y psicológica, y la carencia de condiciones para la atención del adulto mayor. Existe un marcado índice de parasitismo e insalubridad en el barrio, 1 cuadra del barrio no presenta sistema de acueducto, 10 cuadras no poseen red de alcantarillado y 28 casas se abastecen por pozos. Se identifican 21 casas con piso de tierra, 7 casas con cubiertas de fibrocemento, 59 casas de madera y 6 casas en mal estado técnico-constructivo. La población tiene acceso a tres consultorios médicos de la familia y una bodega para productos de la canasta básica.

Simoni

La circunscripción 54 “Simoni” tiene una extensión territorial de 1 km², donde habitan 3028 personas que agrupadas en 1127 familias. El 47% de los habitantes son infantes o adolescentes, y el 12% de son adultos mayores. De acuerdo con datos de la Dirección de Trabajo Municipal, el barrio cuenta con 13 madres con más de tres hijos. Se identifican 39 personas con discapacidad física-motora o

intelectual. Además, 3 residentes padecen de alcoholismo y 15 tienen enfermedades de baja prevalencia. El sistema de asistencia social protege a 55 familias y 15 son beneficiarias del SAF. El 10% de los residentes en el lugar son desvinculados del estudio y/o el trabajo, en su mayoría jóvenes y se dedican al arte colombófilo y cuidado de ganado menor (cría porcina y avícola). Se identifican 33 viviendas con piso de tierra, 749 de mampostería y placas, 2149 de mamposterías y tejas y 15 de maderas y tejas. La población tiene acceso a cuatro consultorios médicos de la familia, 3 bodegas para productos de la canasta básica y un parque.

Actividad productiva

La actividad productiva en Camagüey está conformada por industrias que responden a diferentes ramas, donde se destacan la alimentaria y la de materiales de construcción. Existen zonas de producción que se encuentran enclavadas en la trama urbana que constituyen fuentes contaminantes. Además, la ciudad, registra en la actualidad 852.3 ha dedicadas a agricultura urbana y suburbana, lo que representa un 10.1% de la superficie del territorio. La vegetación predominante en las áreas destinadas a agricultura urbana, es rotativa pues son para el consumo de la población: hortalizas y verduras. La agricultura hasta diciembre del 2019, había entregado un total de 3,035.42 hectáreas de tierra que abarca el límite urbano y suburbano a 174 usufructuarios, de ellas 708.10 ha corresponden a la superficie dentro del límite urbano, representando el 23.4%, lo que representa un área pequeña, teniendo en cuenta el desarrollo urbano y el crecimiento de la ciudad.

Actores e iniciativas clave

En la ciudad y provincia de Camagüey, los principales actores involucrados en la planificación territorial y la gestión de riesgos se ilustran en la Figura 5. Los decisores clave dentro de la ciudad son el Gobierno Provincial del Poder Popular y el Consejo de Administración Municipal. Cabe destacar el rol de la Delegación Provincial y Dirección Municipal de Ordenamiento Territorial y Urbanismo, y la Oficina del Historiador en la planificación urbana de la ciudad. Para el enfrentamiento al cambio climático, el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) cuenta con el Centro Provincial de Meteorología, la Delegación provincial del CITMA y el Centro de Investigaciones de Medio Ambiente, que se complementan con el Centro de Gestión de Riesgos y la Defensa Civil en el enfrentamiento y monitoreo de eventos climáticos y de otra índole de carácter extremo.

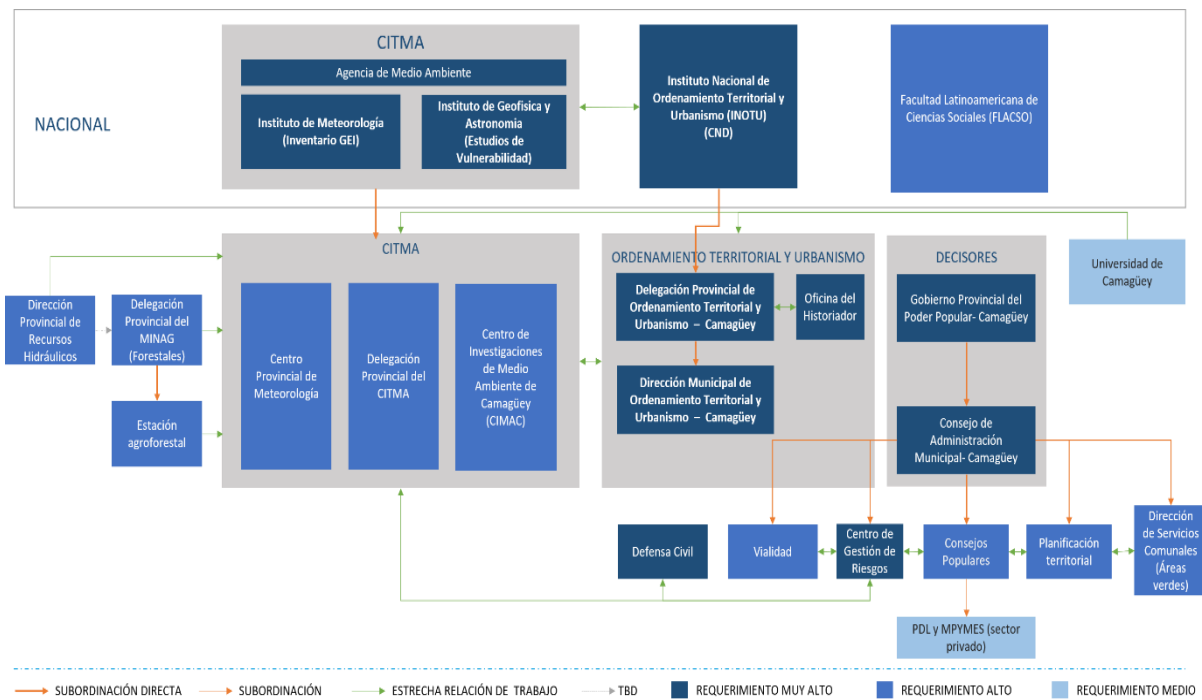


Figura 5. Principales actores identificados y nivel de requerimiento para la planificación y la gestión de riesgos en Camagüey

Dentro de los planes, proyectos e iniciativas a resaltar se encuentran:

- Plan Municipal de Ordenamiento Urbano (2020)
- Proyecto “La Ciudad Mira a sus Ríos”

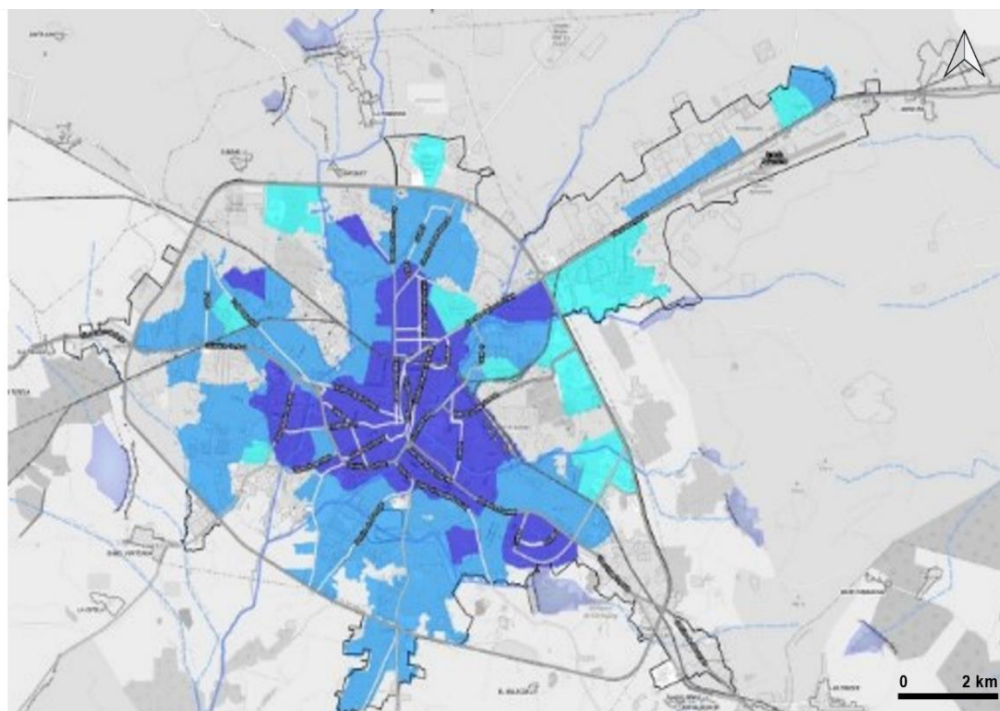
Características físico-ambientales

La ciudad cuenta con un alcantarillado y servicio de acueducto de más de 60 años de construcción, el cual sigue operando con la misma capacidad, a pesar del aumento considerable de la población conectada, creando dificultades tanto para el abasto como para la evacuación de residuales líquidos. Esto unido a obstrucciones y falta de mantenimiento ha provocado que en muchos lugares el sistema de alcantarillado haya colapsado produciéndose vertimientos de residuales en la vía (ver Figura 6a y 6b). En otros casos, la población conecta individualmente sus aguas negras al sistema de drenaje pluvial provocando contaminación y sobrecarga de este último. En ambos casos, los residuales se incorporan a los ríos y arroyos que integran el sistema de drenaje natural de la ciudad sin tratamientos. El estado de estas redes se encuentra degradado, producto del envejecimiento de las mismas. Solo el Centro de la Ciudad y los repartos con desarrollo habitacional en altura se encuentran servidos con la red de alcantarillado, por lo que la población servida es del 41 % de total (126,990 habitantes).

Los ríos Tínima y Hatibonico funcionan como colectores principales de las aguas pluviales de la ciudad evacuándolos hacia el sur, fuera del perímetro urbano, lo que provoca en época de intensas lluvias grandes inundaciones en zonas cercanas a su cauce producto de: poca capacidad de evacuación, gran cantidad de sinuosidades en el curso de estas corrientes, la presencia de construcción desordenada de viviendas junto a sus cauces con falta de dragado, entre otras. El sistema de drenaje está parcialmente construido, existiendo solo en el centro de la ciudad y en algunos repartos bien urbanizados.

Figura 6a. Áreas con servicios de acueducto y agua potable en la ciudad de Camagüey

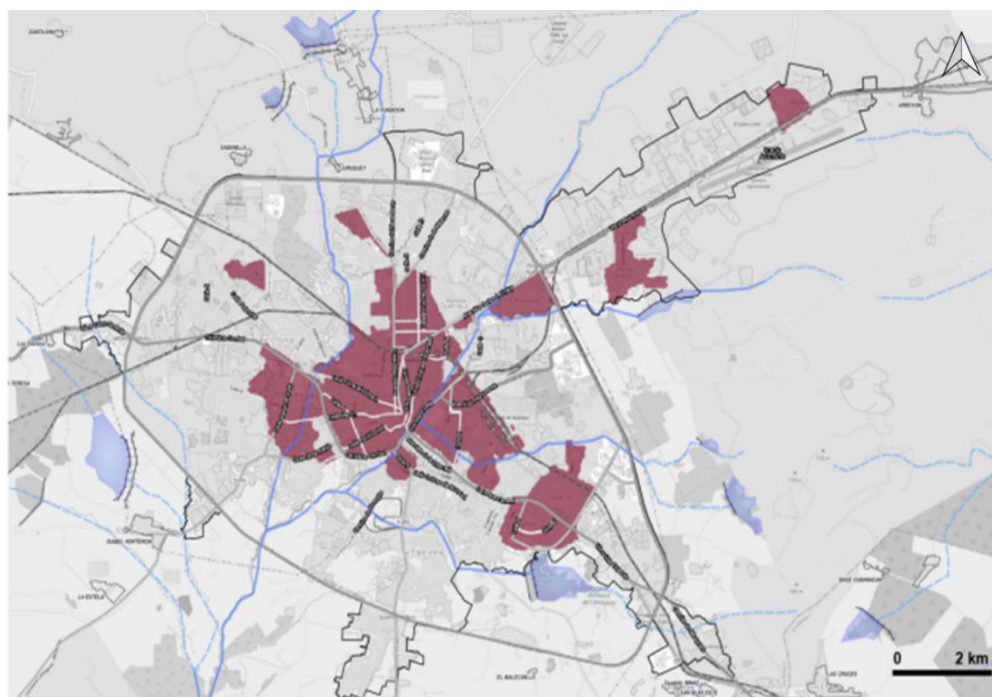
Leyenda
 ■ Servido
 ■ Medianamente servido
 ■ Servido mediante pozo



Fuente: Gonzales Gonzales R., 2021, Ciudad de Camagüey: un desafío para el uso del agua, Revista CONTEXTO. Vol. XV. N° 22. Marzo 2021

Figura 6b. Áreas con servicios de alcantarillado en la ciudad de Camagüey

Leyenda
 ■ Servido



Fuente: Gonzales Gonzales R., 2021, Ciudad de Camagüey: un desafío para el uso del agua, Revista CONTEXTO. Vol. XV. N° 22. Marzo 2021

Figura 6. Áreas servidas por acueducto y alcantarillado en la ciudad de Camagüey.

5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMATICO

Condiciones climáticas actuales

Las condiciones climáticas del municipio Camagüey, dada su ubicación central y alejada de las costas, expresan marcado rasgos de continentalidad, suavizados cuando el sistema de brisas bien desarrollado avanza extendiéndose hacia el interior territorial. Las principales lluvias en Camagüey las producen diferentes tipos de sistemas meso escalares, ondas, hondonadas, ciclones tropicales y frentes fríos (CITMA, 2020a).

Los acumulados de lluvia en el territorio durante el año registran como promedio un total de 1,273.3mm, correspondiendo el 73.7% al período lluvioso con 938.4mm y el 26.3% al período poco lluvioso con 335.0mm. En el mes de febrero se registran los menores acumulados de lluvias con 24.4mm como promedio, mientras que los meses de mayo y septiembre son los de mayores acumulados con 187.1mm y 187.0 mm, respectivamente. El régimen de lluvias varía significativamente, constituyendo este comportamiento un índice de vulnerabilidad, capaz de afectar la base económica agropecuaria del municipio, por lo que se ha hecho necesario un máximo aprovechamiento de las aguas, mediante la construcción una extensa red de presas y micro presas (CITMA, 2020b).

El municipio Camagüey presenta una temperatura media anual de 25,6°C. Los meses del período lluvioso ponen de manifiesto los mayores valores, oscilando entre 26,3°C y 27,8°C, manifestándose el valor más alto en el mes de agosto. En el período poco lluvioso las temperaturas medias registran valores entre 22,8°C y 25,5°C, presentándose los valores más bajos en los meses de diciembre, enero y febrero y el valor más alto dentro de este período al mes de abril. La temperatura media del aire es superior a los 25°C en los meses de abril a octubre y en el resto de los meses no alcanza los 25°C. (CITMA, 2020b)

Los vientos predominantes son los Alisios del Este y el Noreste, que soplan en combinación con vientos locales como la brisa y el terral y viento Norte puntuales durante el invierno (frente frío). La velocidad del viento en el año presenta un valor promedio de 11.7 km/h. Los valores más altos de la velocidad media del viento se registran en el período poco lluvioso los cuales oscilan entre los 12.0 y 13.7 km/h presentándose este último valor en el mes de febrero. Por su parte, los meses del período lluvioso presentan los registros más bajos de la velocidad media del viento con valores entre 8.6 y 11.6 km/h mientras en los meses de septiembre y octubre los valores son más bajos con 8.6 y 9.4 km/h respectivamente. Sin embargo, en los meses del período lluvioso se producen rachas de vientos fuertes ocasionados por la ocurrencia de tormentas locales severas (TLS), con abundantes precipitaciones (CITMA, 2020b).

Impactos observados

Si bien la provincia de Camagüey no es de las más afectadas por ciclones tropicales, ha sufrido los impactos de los dos de los mayores desastres del país desencadenados por ellos (Huracán Irma en 2017 y el huracán de Santa Cruz del Sur en 1932). Además, en ella son frecuentes las tormentas locales severas (TLS), con granizos, tornados y turbonadas que ocasionan grandes pérdidas materiales al contabilizarse de forma global (CITMA, 2020a).

Huracán Irma

En septiembre de 2017, la provincia de Camagüey fue severamente afectada por el huracán Irma, el cuál entró a la isla con categoría 5 y representa el evento climático que más ha afectado a la provincia en la última década. Irma afectó a más de 50 asentamientos agrícolas y costeros, dejando a su paso 4,626 derrumbes totales y 3006 derrumbes parciales de viviendas (Granma, 2018); así como 7,231 techos afectados totalmente y 26,965 afectados parcialmente. La ciudad de Camagüey fue de las menos afectadas dentro de la provincia; sin embargo, durante el paso del huracán los vientos alcanzaron rachas superiores a los 115 km/h, y se reportaron daños en techos y fachadas, caídas de árboles y afectaciones del servicio eléctrico (La Demajagua, 2017).

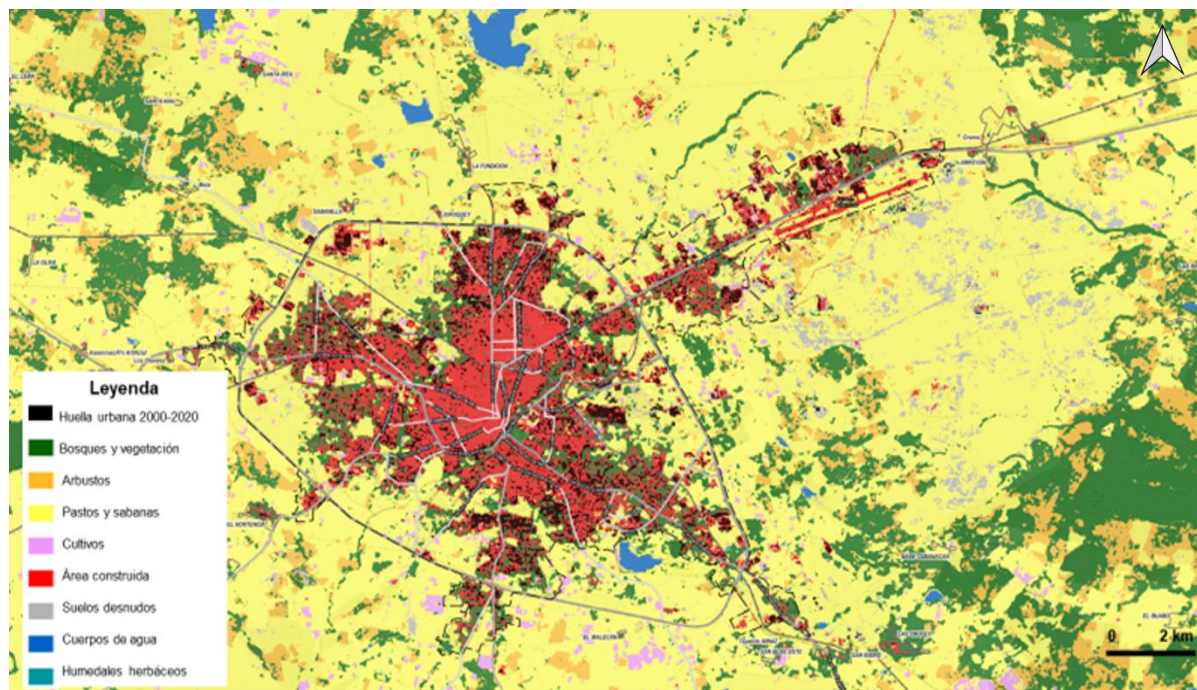


Figura 7. Impactos del huracán Irma en la ciudad de Camagüey. (Fuente: Adelante.cu)

Huracán de Santa Cruz del Sur

Al término de la temporada ciclónica de 1932, exactamente el 31 de octubre, procedente del Atlántico, hace su entrada en el mar Caribe un ciclón de gran magnitud, que afectó territorios de Las Antillas y Centroamérica, pero su mayor impacto tuvo lugar en Santa Cruz del Sur, en Camagüey (Ecured, 2020). Vientos de más de 270 kilómetros por hora causaron enormes pérdidas de vidas y daños materiales en la provincia, con una surgencia ciclónica de más de 7 metros de altura. El mar, impulsado por los vientos, penetró con olas de hasta tres metros de altura unos 25 kilómetros tierra adentro. (Cubadebate, 2018) Los asentamientos más afectados fueron: Santa Cruz del Sur, Guayabal, Camagüey, Júcaro, Morón, Nuevitas, Ciego de Ávila, Florida, Puerto Tarafa, Pastelillo, Camajuaní, Caibarién y Jatibonico. En Santa Cruz del Sur se destruyeron 575 casas con un valor de \$907 750.00 y 82 establecimientos de todo tipo. Las pérdidas de vidas humanas en el pueblo de Santa Cruz del Sur se calculan alrededor de 2248 personas (Ecured, 2020).

La ciudad tiene como uno de sus principales problemas el bajo aprovechamiento del suelo en función de la urbanización. El área urbana crece mucho en el plano horizontal desaprovechando grandes extensiones que pudieran tener otro destino, fundamentalmente en la periferia interior. La utilización del suelo urbano de forma temporal para los fines de la agricultura ha contribuido a preservar las áreas (DPOTU-DMOTU, 2020).



Fuente: ESA, 2020, WorldCover 2020.

Figura 10. Cambios del uso del suelo en Camagüey y su área de influencia

Proyecciones climáticas futuras

Las proyecciones de los impactos del cambio climático para los escenarios 2030 y 2050 muestran que existirán cambios importantes para la provincia y la ciudad en (Figura 11 para la provincia, Figura 12 para la ciudad):

- **Cambios en las inundaciones por intensas lluvias:** En función de los ríos que atraviesan la ciudad de Camagüey la intensidad y magnitud de las lluvias previstas según los escenarios de Cambio Climático para Cuba (INSMET 2019), se pueden producir inundaciones debido a la interacción compleja de diferentes factores, entre los cuales figuran: elevado escurrimiento superficial y subsuperficial y la limitada infiltración de los suelos en las áreas edificadas de la ciudad, así como las modificaciones antropogénicas inapropiadas de las redes fluviales y sus características hidrológicas, entre otros (2).
- **Incremento de las temperaturas:** En correspondencia con las proyecciones calculadas a partir de la línea base del período 1961-1990, se prevé un aumento de las temperaturas de +1°C para el 2030, 2°C para el 2050 y hasta 4°C en el 2070. Los días con temperaturas superiores a 35°C pasan de un promedio de 5 por año en 2015 a más de 15 días por año en 2040 (INSMET, 2019).
- **Disminución de las precipitaciones:** En correspondencia con las proyecciones calculadas a partir de la línea base del período 1961-1990, se prevé una disminución del volumen de precipitaciones en más de 40mm en los años 2030 y 2050 y hasta 89mm al 2070 (INSMET, 2019).

- Incremento en la intensidad y frecuencia de eventos extremos:** se nota un incremento de la intensidad de lluvias extremas o la frecuencia de sequías extremas y la intensidad de huracanes categoría 4 y 5 (entre Mayo y Octubre).

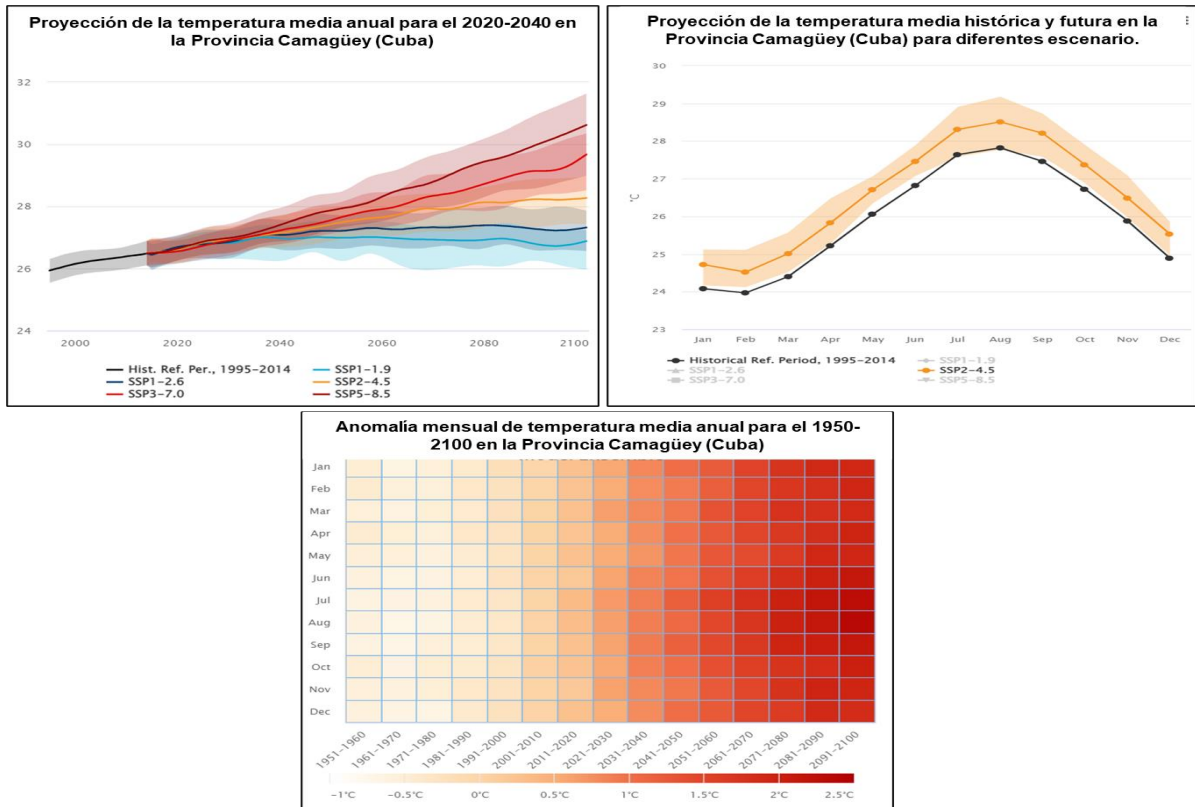


Figura 10a. Tendencias en la precipitación anual para el periodo 2000-2010 en la provincia de Camagüey
Fuente: Climate Knowledge Portal

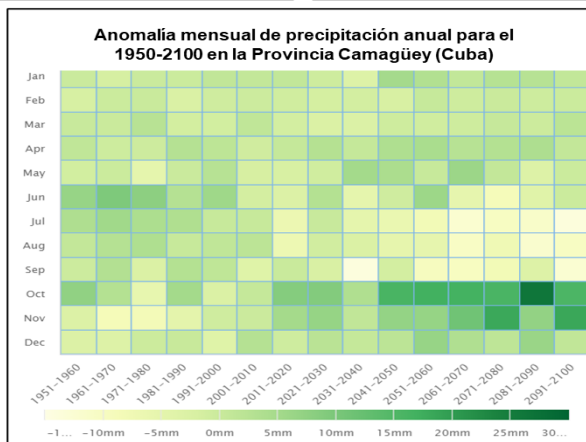
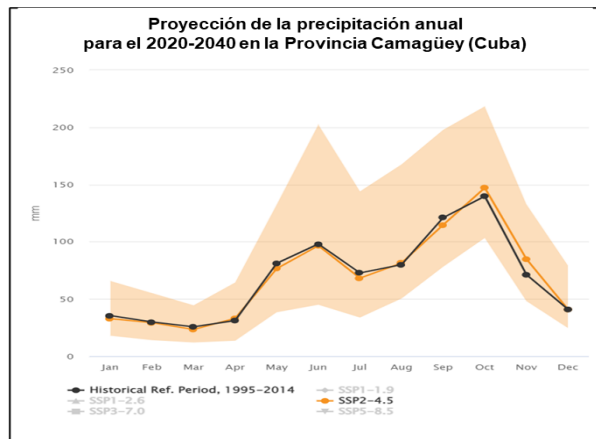
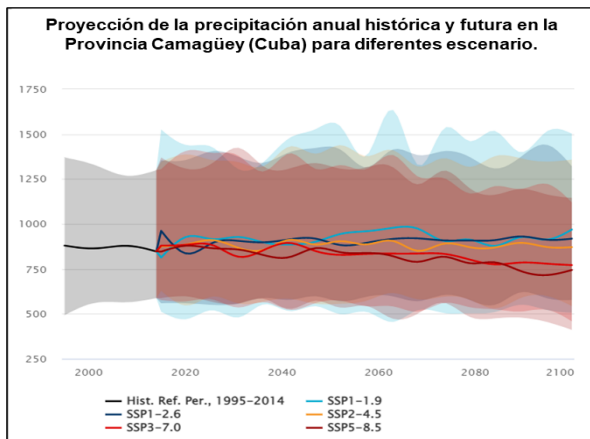
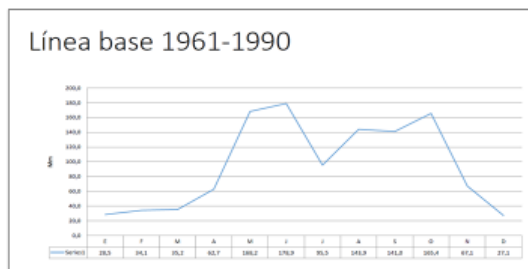
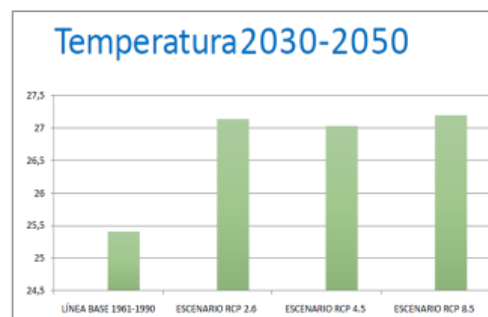
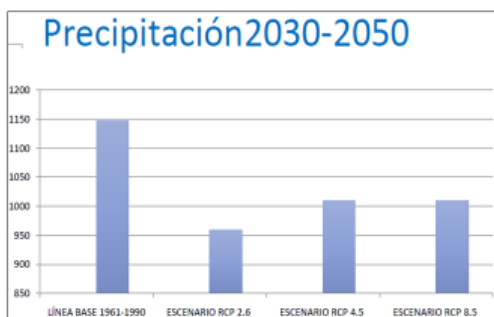


Figura 10b. Tendencias en la precipitación anual para el periodo 2000-2010 en la provincia de Camagüey
Fuente: Climate Knowledge Portal

Figura 11. Tendencias en la precipitación y temperatura media para el periodo 2000-2010 en la provincia de Camagüey. Ciudad de Camagüey



Precipitación: entre -10% y -15% según el escenario para 2030-2050
Temperatura media: aumento entre + 1.5 C y + 3 C según escenario para zonas urbanas
Eventos extremos: mas olas de calor, mas lluvias extremas o sequias extremas, mas huracanes categoria 4 y 5 (entre Mayo y Octubre).



Fuentes: INSMET, 2019

Figura 12. Tendencias en la precipitación y temperatura media para el periodo 2030-2050 en relación a la línea de base para la ciudad de Camagüey

En resumen, a causa de estas variaciones climáticas futuras, se podría esperar:

- Inundaciones debido a la interacción compleja de diferentes factores en los ríos que atraviesan la ciudad de Camagüey, en época de lluvias intensas.
- Incremento de la posibilidad de aparición del fenómeno de islas de calor en la ciudad con efectos de mayor vulnerabilidad en grupos en riesgo (mayores, niños, enfermos). Nota: esto puede incidir en el tipo de adaptación en el ámbito de las construcciones, sus diseños y necesidades para reducir la incidencia de las temperaturas y la búsqueda de soluciones más adecuadas de climatización, entre otros.

Como se ilustra en la Figura 4, en función del incremento de la temperatura, según diferentes escenarios de RCP⁴, se puede observar los cambios en las islas de calor en la ciudad de Camagüey.



Figura 4. 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 Camagüey

⁴ 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)

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS

Indicadores y métrica

En el caso de Nature4Cities, los análisis de vulnerabilidad y riesgo en las ciudades son específicos al contexto socioeconómico y ambiental, y en consecuencia 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 14, 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 posibles a ser utilizados para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgos.

Vulnerabilidad y riesgos climáticos

Inundaciones fluviales y pluviales

Los ríos Tílima y Hatibonico estructuran la ciudad de Camagüey y en consecuencia el desarrollo está ligado a los peligros de inundación en la misma y su área de influencia (Figura 15) en particular en el área urbana más densa (Figura 16). Tanto en esta área del centro como las zonas periféricas de la ciudad donde se ha incrementado la huella urbana sobre los márgenes de ríos, quebradas y hacia áreas con peligro y alta vulnerabilidad a las inundaciones (Figura 14 con detalle de área urbana densa central), es donde se manifiesta que existe una relación directa entre: la exposición a eventos de lluvias y la vulnerabilidad de infraestructuras y ciertas barriadas de la ciudad. En consecuencia, los impactos

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 - Regulación hídrica - Provisión de agua - Control erosión - Soporte biodiversidad	Barrios afectados	Circunscripción vulnerable Nivel socioeconómico	Zonas verdes Zonas de protección Índice de vegetación normalizado (NDVI) Reforestación Restauración	Gestión de desastres Reubicación planificada PDOT/PUGS Instrumentos urbanísticos	Población afectada Servicios de ecosistemas afectados Servicios básicos afectados	Áreas inundadas por lluvias Infraestructuras inundadas Áreas e infraestructuras afectadas por islas de calor
Temperatura de superficie (cambio)	Localización de equipamientos - Escuelas - Hospitales - Centro de salud		Manzanas afectadas					
Precipitación anual (cambio)	Grupos expuestos - Mujeres - Infantes - Ancianos		Viviendas afectadas					
Eventos extremos (lluvias extremas, temperatura de superficie)	Localización infraestructuras - Vías - Puentes		Servicios básicos afectados Grupos afectados					

Figura 14. Indicadores para la evaluación

que generan estos riesgos están relacionados primordialmente con la invasión de la franja de protección de los ríos y con la ausencia de planificación en la ubicación de la población, el uso del suelo, el desarrollo de las infraestructuras y la falta de principios de precaución, más que con los impactos relacionados al cambio climático (Gonzales Gonzales R., 2021). Los ríos Tílima y Hatibonico acumulan el escurrimiento de las aguas de sus zonas aledañas y de la ciudad, evacuándolas fuera del perímetro urbano, pero debido a la poca capacidad de evacuación de los cauces, la sinuosidad y la presencia de escombros que obstruyen la sección del cauce, se producen

inundaciones en períodos de intensas lluvias, agravándose por la ocupación de las márgenes (Gonzales Gonzales R., 2021).

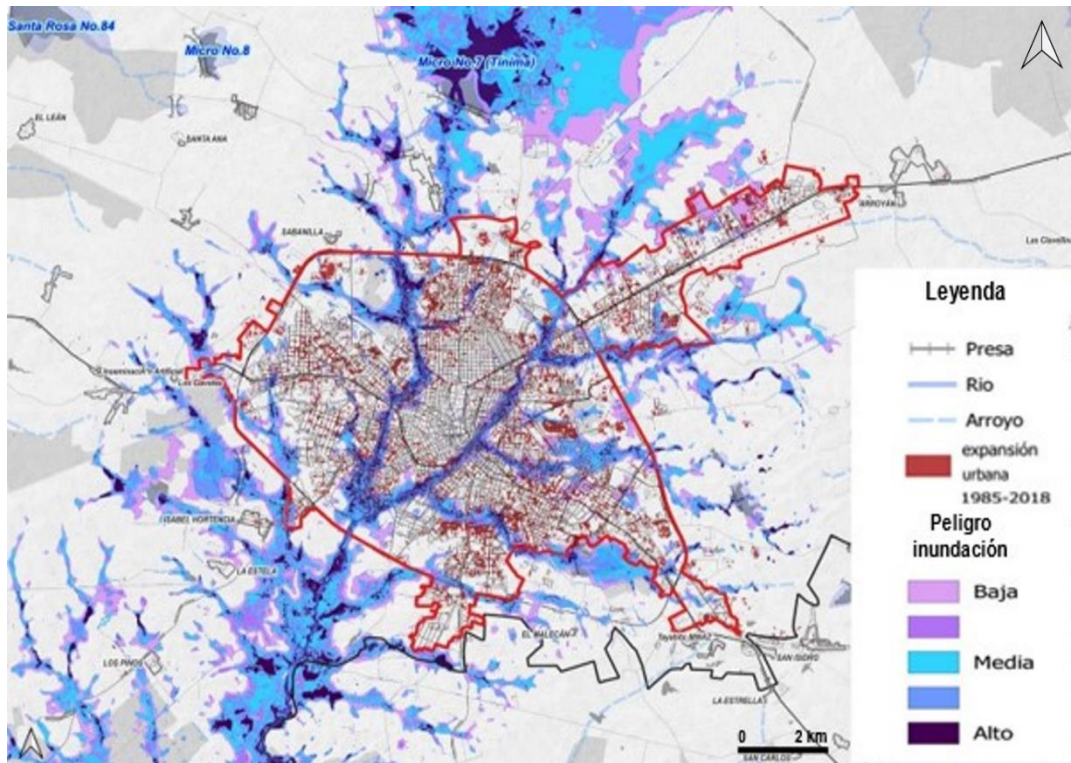


Figura 5. Peligro de inundación y expansión de la huella urbana en Camagüey y su área de influencia

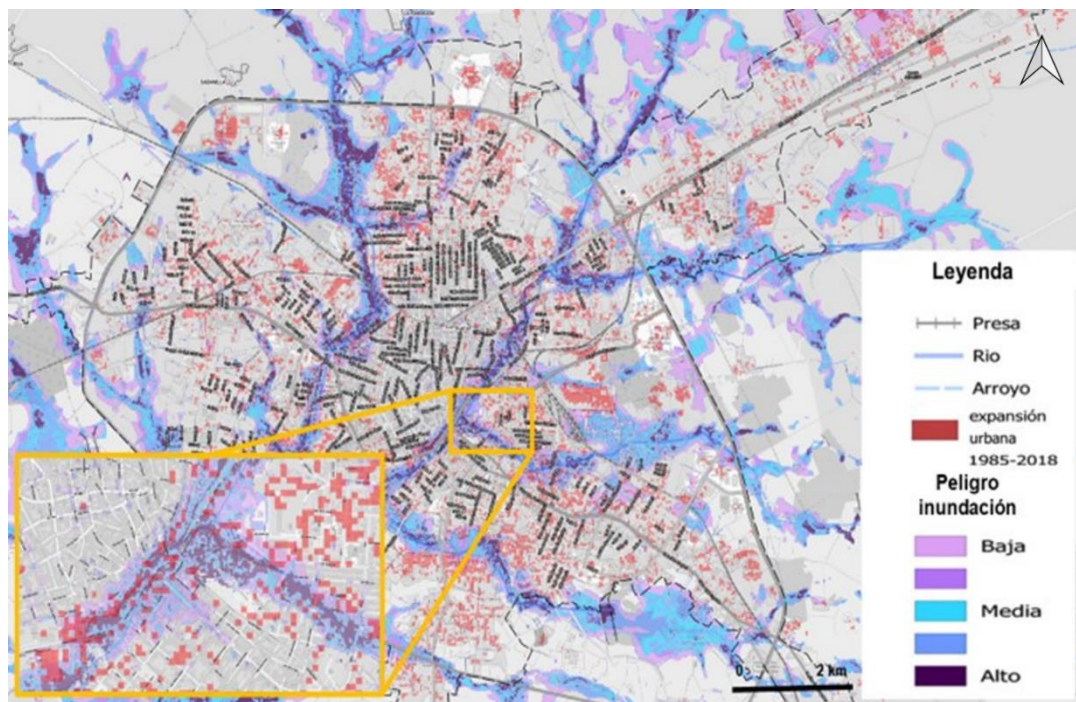


Figura 6. Peligro de inundación y expansión de la huella urbana y detalle en zona central de Camagüey

Isla de calor, resultado de aumento de temperatura, sequías y limitado arbolado urbano

En Camagüey existen claras señales del aumento del peligro a una exposición a fenómenos de islas de calor y la consecuente sensibilidad de grupos de población e infraestructuras. Es así como las temperaturas en la ciudad pueden variar entre 5 a 10 grados centígrados según el tipo de cobertura del suelo, la densidad y el tipo de construcción de las viviendas (Figura 17). Además, si sumamos el peligro a la sequía, vemos que los impactos sobre la ciudad tienen como consecuencias las altas temperaturas en algunas infraestructuras básicas (hospitales, escuelas) y la falta de disponibilidad de agua en la ciudad.

Es claro que el cambio de uso del suelo en las zonas urbanas, peri-urbanas y rurales de las ciudades tienen importantes impactos sobre los peligros climáticos. 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 18).

Por esto un aspecto importante, son las áreas verdes como regulador de la temperatura. La Figura 19 muestra los metros cuadrados por habitante de zonas verdes por bloques para el áreas urbana de Camagüey. Claramente se observan cifras de 0 a 15 mts²/habitante (debajo de los recomendado por la OMS de un mínimo de 15 mts²/habitante) en toda la zona central, mientras que las áreas más periféricas al centro disponen de áreas verdes aparentemente suficientes. Esto debe ser analizado más en detalle no solo en relación a la cantidad, si no sobre todo en relación a la accesibilidad 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 con excepción por ejemplo de las áreas del Casino Campestre.

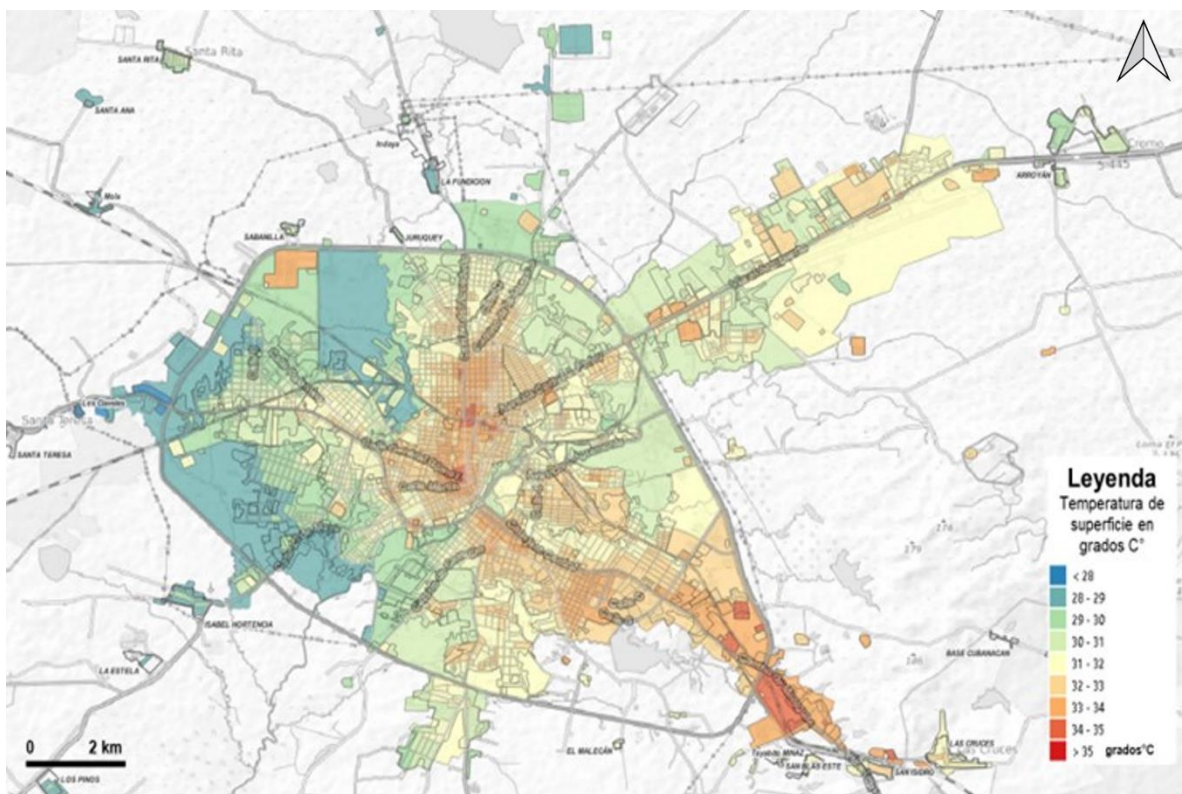


Figura 7. Islas de calor en la ciudad de Camagüey

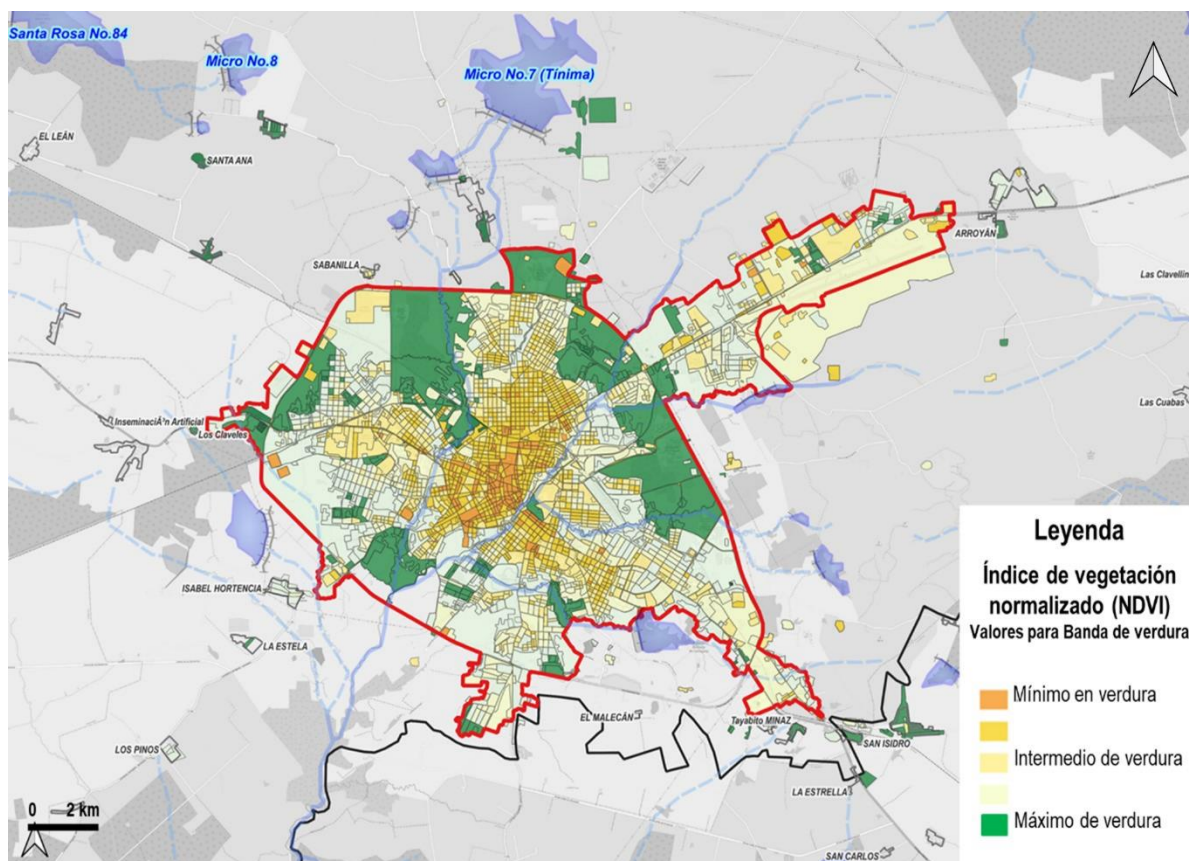


Figura 88. Índice de verdura (NDVI) en la ciudad de Camagüey

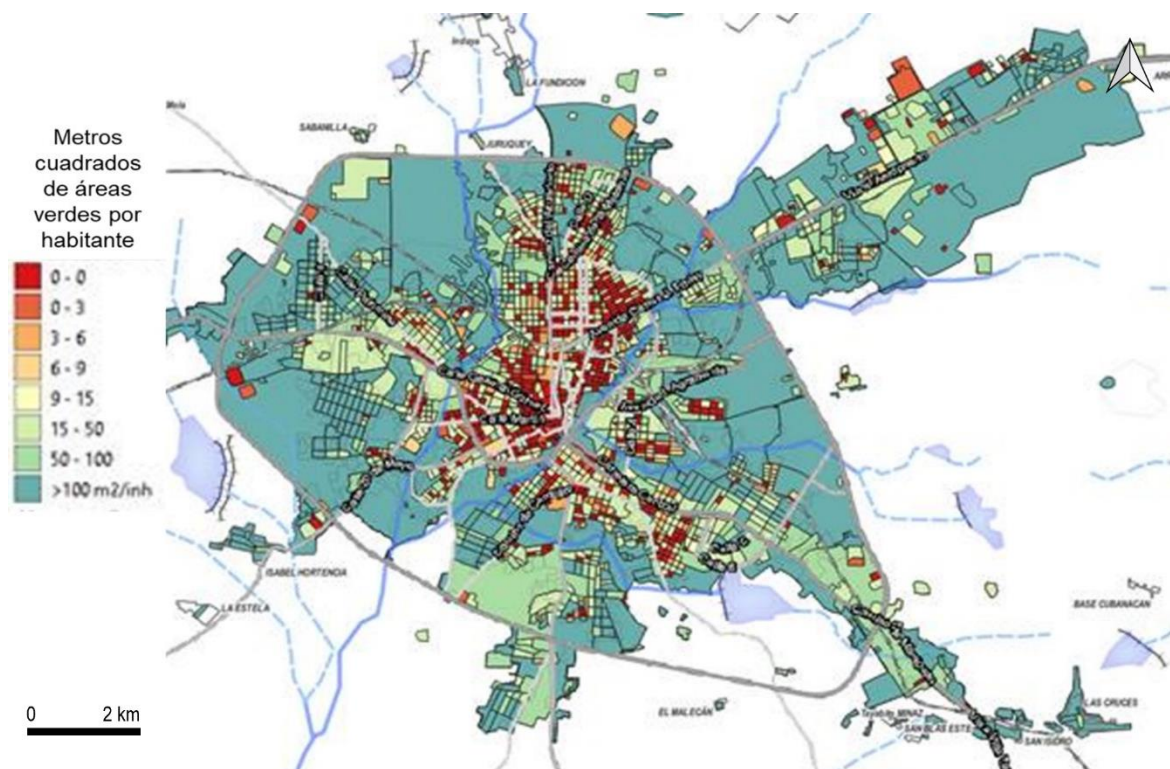


Figura 19. Metros cuadrados de áreas verdes por habitante en la ciudad de Camagüey

En años secos los incendios pueden ser un problema en Camagüey y su área de influencia y que podrían aumentar con el cambio climático. Así por ejemplo el año más seco en los últimos 50 años fue el 2021. Sin embargo las áreas más afectadas por la sequía (y los incendios) fueron en la zona occidental de Cuba (provincias de Pinar del Río, Matanzas y Artemisa). De hecho el último gran incendio (8000 ha quemadas) que sufrió Camagüey fue en el 2014. Para la ciudad y área de Camagüey, la Figura 20 muestra el índice de humedad y las áreas quemadas que aparecen en rojo para el año 2021. Lo interesante es analizar la correlación entre las áreas quemadas y la vegetación muy seca y seca. Estas áreas quemadas pueden ser por incendios antrópicos debido a la sequía o por prácticas agrícolas ilegales (quema barbecho caña de azúcar), práctica prohibida desde hace varios años en el país para evitar la pérdida de materia orgánica de los suelos.

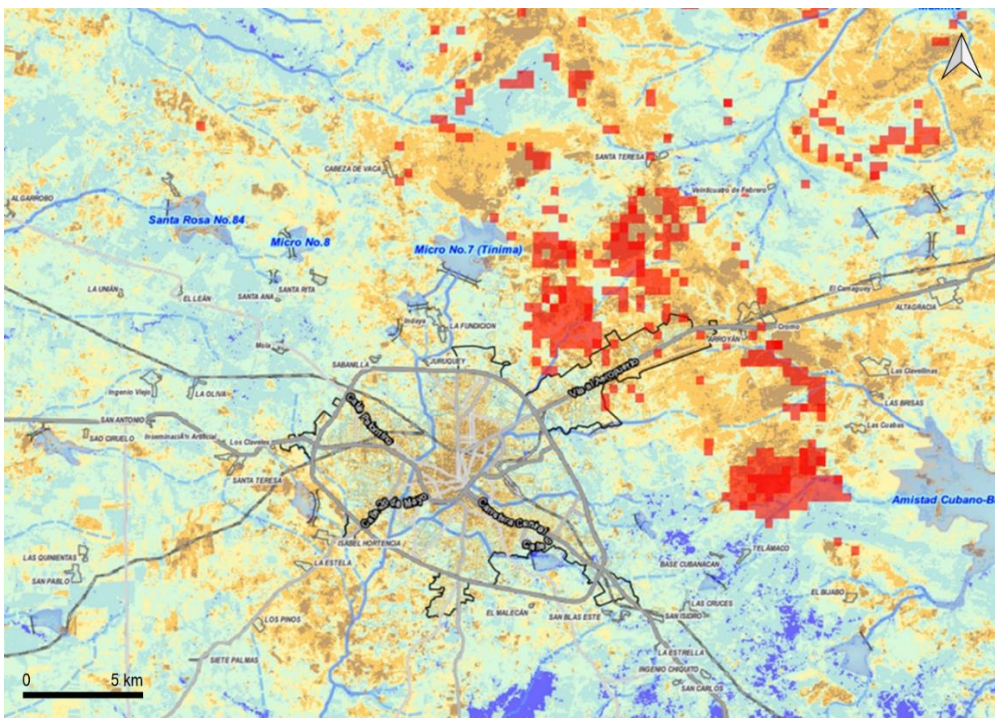


Figura 20. Índice de humedad e incendios detectados en 2021 en la ciudad de Camagüey y su área de influencia

Vientos fuertes

La ciudad de Camagüey enfrenta otro peligro climático, el asociado al incremento en la fuerza e intensidad de huracanes y tormentas tropicales que pueden afectar las áreas urbanas, al desencadenarse el riesgo de derrumbes de viviendas con falta de mantenimiento (Figura 21). Esto tiene altos impactos por las inversiones necesarias para evitar accidentes graves en viviendas familiares y multifamiliares del área urbana densa de la ciudad y tomando en cuenta los posibles incrementos en la fuerza e intensidad de huracanes y tormentas tropicales en los próximos años.

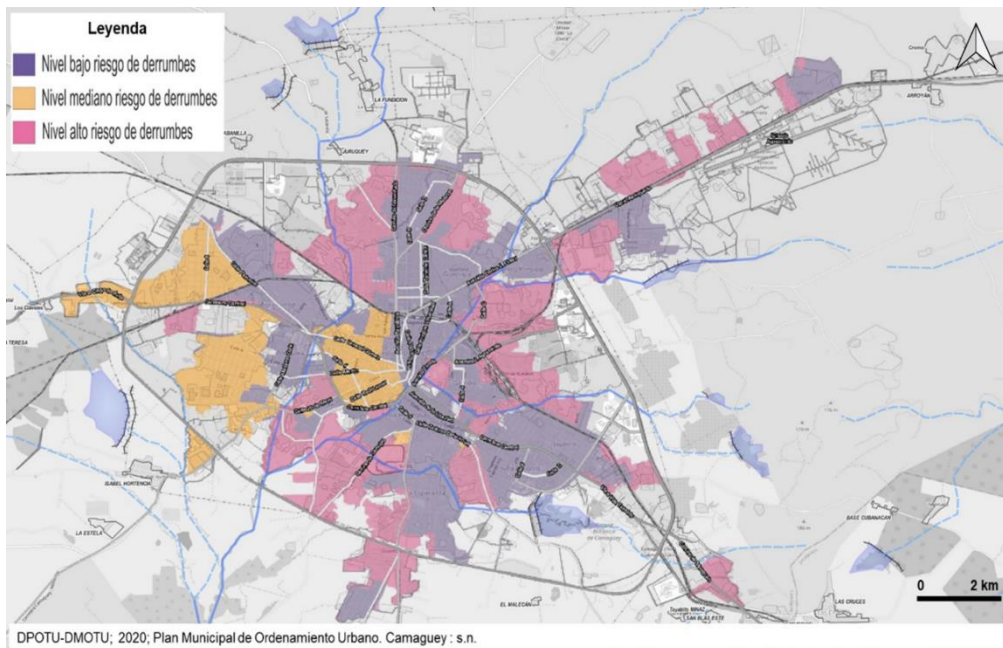


Figura 21. Áreas afectadas por peligro de derrumbes de viviendas por fuertes vientos en la ciudad de Camagüey
Detección de puntos críticos

Los puntos críticos (hotspots) son áreas sobresalientes para las ciudades por su vulnerabilidad o alta concentración de riesgos ante los eventos relacionados con el clima. Son especialmente importantes para identificar las zonas, infraestructuras y servicios ecosistémicos que requieren de acciones de adaptación y/o la gestión de riesgos y manejo de los recursos naturales. En este caso, de las siete variables de estudio se consideraron prioritarias: Servicios Ecosistémicos e Infraestructura.

Servicios Ecosistémicos

Uno de los puntos críticos en la ciudad y su área de influencia son las áreas que proveen de agua y contribuyen a la regulación y soporte de los ciclos hídricos. En el caso de sector agua, la ciudad se abastece a través de cinco embalses: Tínima, Cubano- Búlgara, Máximo y Pontezuela, desde donde se conduce hasta la Planta Potabilizadora que ofrece servicio a la ciudad. No obstante, la frecuencia del suministro varía según la zona de la ciudad, siendo los mayores problemas hacia la zona Sur y Centro de la misma, con frecuencia de tres, cuatro y hasta más de diez días sin servicio de agua potable en época de sequías. Además, por la manera en que la ciudad se ha desarrollado, los principales ríos en las zonas urbanas, han perdido su potencial de regulación de los ciclos hídricos y el control de inundaciones, pues las márgenes de ríos y quebradas se urbanizaron. (ver Figura 22).

Otro punto crítico es el relacionado con la provisión de alimentos, pues aun cuando existen áreas dedicadas a la agricultura urbana y suburbana, que cubren 10% de la superficie del territorio y provee de hortalizas y verduras a Camagüey, estas son insuficientes, dado el bajo rendimiento, además del bajo aprovechamiento del suelo para la agricultura (ver Figura 22).

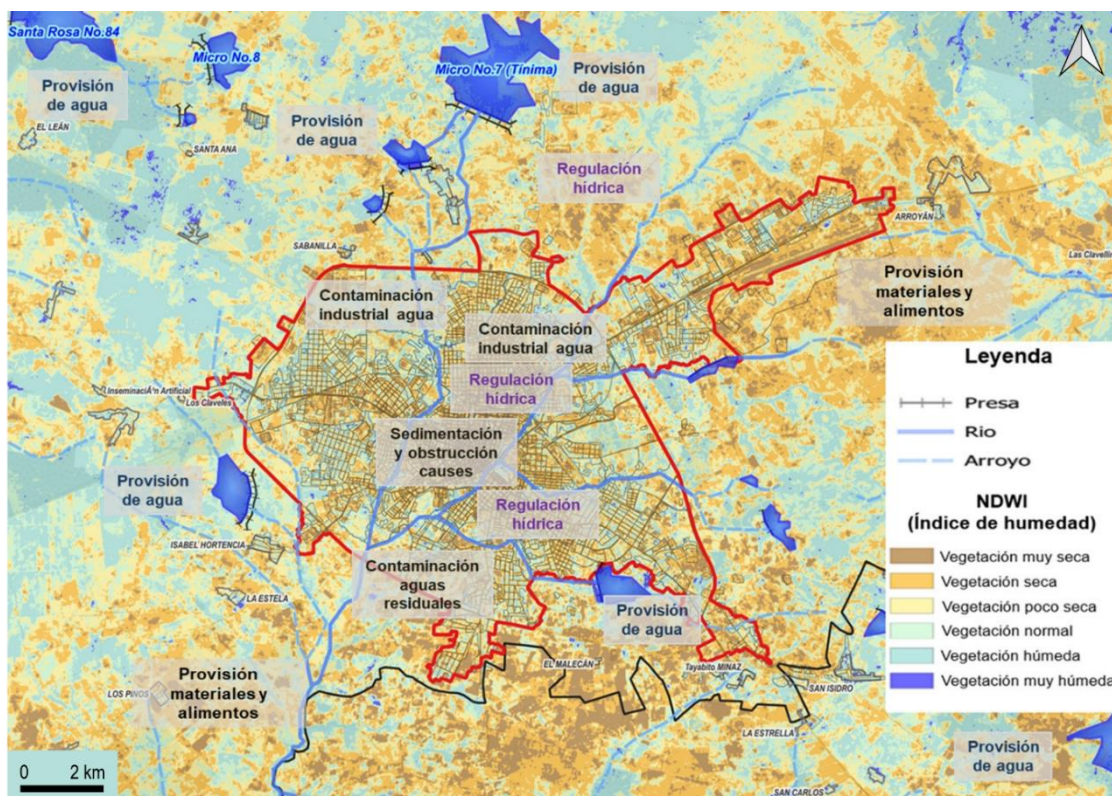


Figura 22. Principales problemáticas ambientales y servicios de los ecosistemas (con fondo del índice de humedad) en la ciudad de Camagüey.

Infraestructuras

Infraestructura Hidráulica

Existe gran déficit de red de acueducto sobre todo hacia la periferia de la ciudad, pues su financiamiento disponible no garantiza la incorporación de redes hacia los repartos que se localizan fuera del límite de la Circunvalación, por lo que quedan pendientes de la incorporación y rehabilitación de las vastas zonas urbanizadas de la ciudad (DPOTU-DMOTU, 2020; Gonzales Gonzales R., 2021) (ver Sección “Características físico-ambientales”). Además, por la variabilidad y el cambio climático, en los últimos años, empieza a reflejarse un decrecimiento paulatino de la disponibilidad de agua a causa de la disminución del régimen de lluvias y al incremento de la temperatura media. El uso ineficiente del agua debido al mal estado técnico e inadecuada operación de la infraestructura hidráulica, ocasionan la pérdida de más de 50.8 millones de metros cúbicos de agua anualmente, de los cuales unos 2.6 millones de metros cúbicos pueden recuperarse cada año, sobre todo en la actividad de riego donde se estima que pudieran recuperarse más de 1.7 millones de metros cúbicos (DPOTU-DMOTU, 2020).

Infraestructura Sanitaria

La infraestructura sanitaria se encuentra colapsada debido a su incapacidad de asumir el aumento de la población y la antigüedad de la red, por lo que sufre de numerosos salideros y tupiciones distribuidas en toda la ciudad. Además, existen zonas con entrecruzamiento de la red sanitaria y la hidráulica. Esto, sumado a la poca cultura ambiental de la población, provoca contaminación en las vías públicas de la ciudad y el arrastre de residuos hacia las zonas bajas de la misma.

Por otra parte, el sistema de drenaje pluvial depende casi exclusivamente de la evacuación a través de los ríos Tíñima y Hatibonico, los cuales no se encuentran debidamente dragados y carecen de limpieza, razón por la cual en períodos de intensas lluvias ocurren grandes inundaciones en las zonas cercanas a los cauces.

Infraestructuras sociales

Por último, algunas de las infraestructuras sociales, como escuelas y hospitales, están cada vez más bajo alto riesgo de islas de calor. Las Figuras 23 y 24 muestran la localización de las principales escuelas y hospitales en función de la temperatura de superficie y con una zona de amortiguamiento (buffer) de 250 metros alrededor de cada infraestructura.

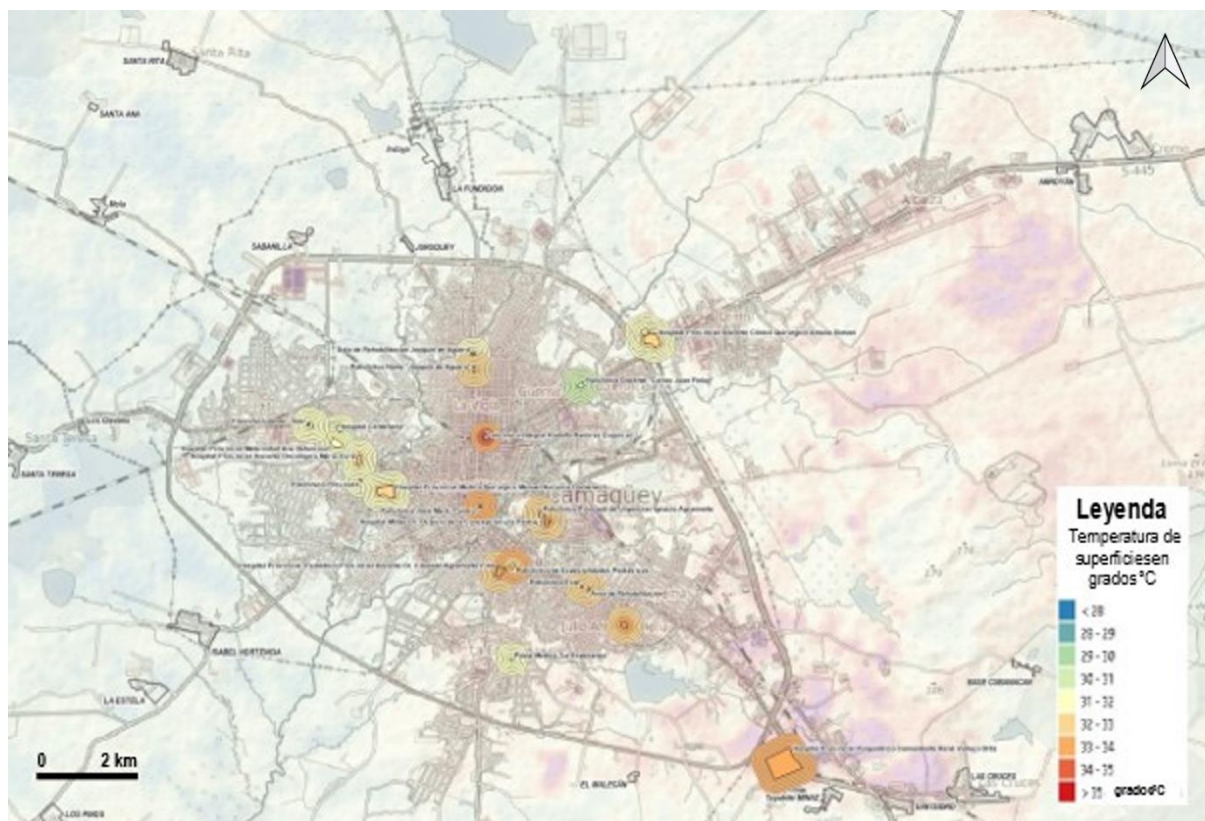


Figura 23. Localización de hospitales en función de islas de calor en la ciudad de Camagüey

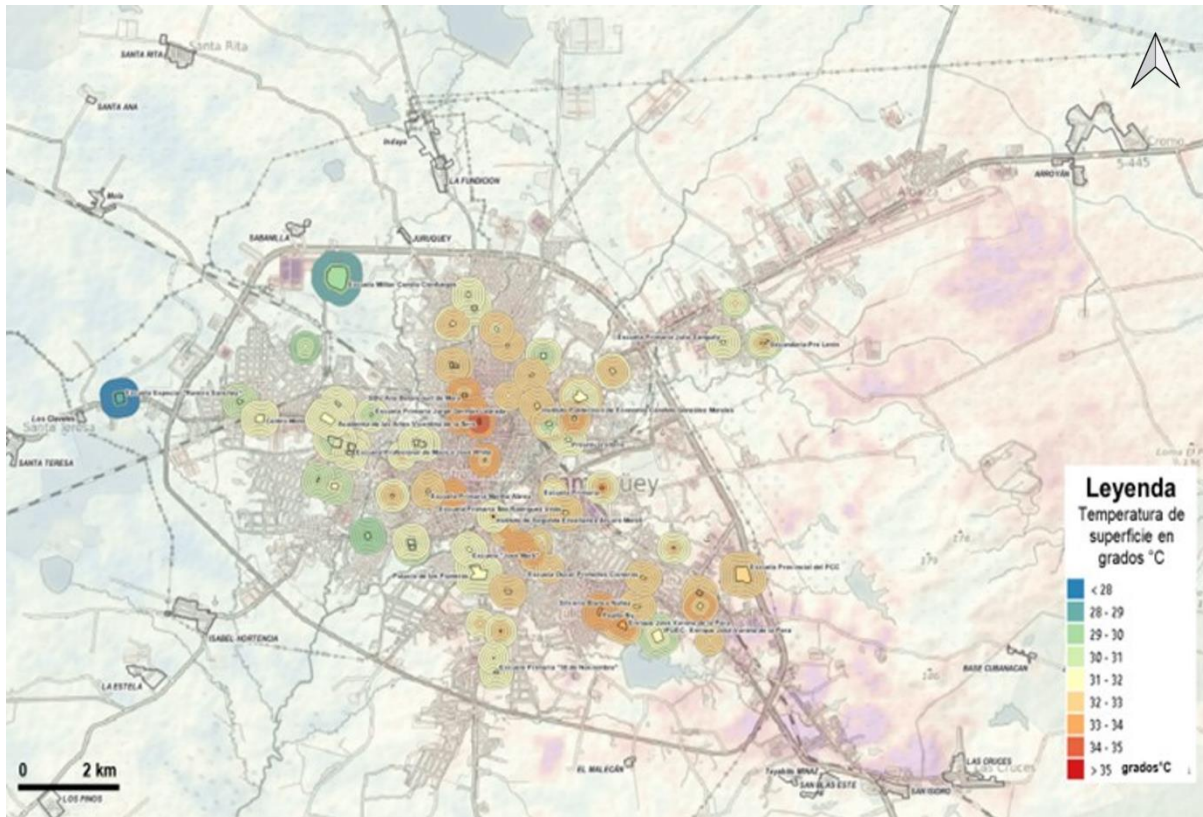


Figura 94. Localización de escuelas en función de islas de calor en la ciudad de Camagüey

La cascada de impactos

Las interdependencias entre las causas y consecuencias de la vulnerabilidad y riesgos 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 actores, los gobiernos y los sectores público y privado para responder y adaptarse a tiempo antes de que ocurra daños generalizado 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).

Por esto es muy importante analizar las posibles cascadas de impactos climáticos en relación con los servicios de los ecosistemas (provisión y regulación de aguas) y las infraestructuras (sociales, hidráulicas y sanitarias). Como ilustra las Figura 25 en el caso de la ciudad de Camagüey la combinación de los efectos del cambio climático adicionados a los efectos de la urbanización pueden tener importantes impactos en cascada.

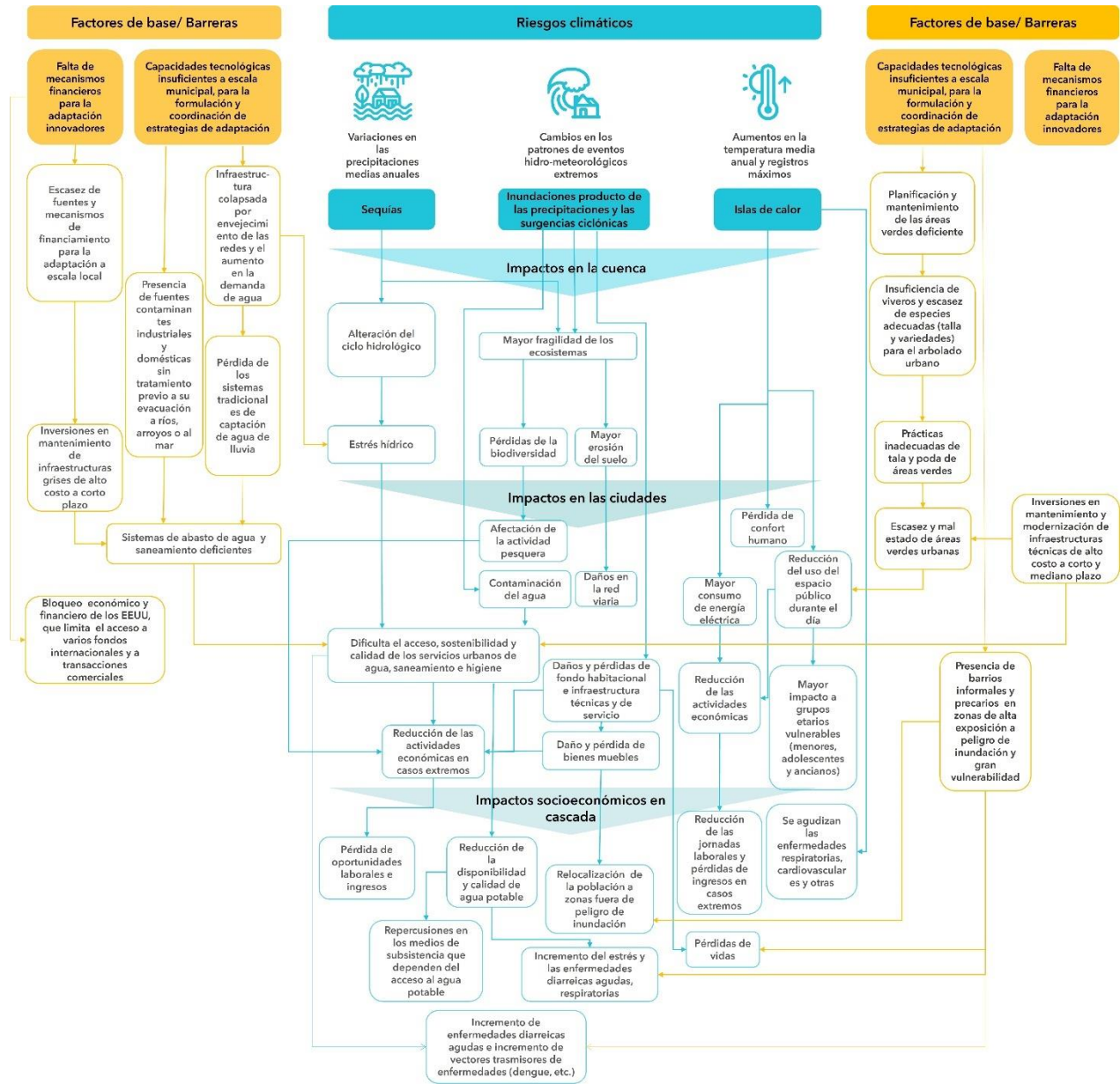


Figura 25. Cascada de impactos de la disminución de la pluviosidad en la ciudad de Camagüey

7. USO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE CAMAGÜEY

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 asociados, es necesario facilitar el acceso a los datos para su integración y el 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 todos 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, tal y como promueve el Plan de Estado, Nueva Agenda Urbana, Cuba y metodología para el Plan de Ordenamiento Urbano.

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 proxies 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 con 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.

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 opciones las SbN para la adaptación y mitigación así como las sinergias y co-beneficios con opciones de basadas en infraestructuras grises más tradicionales y las medidas no estructurales como la legislación (regulaciones), los instrumentos urbanísticos y las políticas públicas para así incidir en los procesos de toma de decisiones de las ciudades. Lo anterior implica que la exploración de posibilidades para el diseño de opciones de adaptación debe alcanzarse con la realización de talleres participativos, en donde los análisis de la vulnerabilidad y riesgos climáticos 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, donde se integran las evaluaciones en la planificación urbana, sumando las perspectivas y las formas de accionar de todos los actores en la ciudad. Esto, permite además, facilitar la integración con otras iniciativas en curso para con el fin de obtener los máximos co-beneficios y sinergias en el desarrollo de un portafolio de acciones de adaptación.

En el caso de la ciudad de Camagüey, el proceso de evaluación de vulnerabilidad y riesgos, conforme a la metodología presentada, trabajó sobre la base de diferentes talleres, en un mapa validado de la vulnerabilidad y riesgos, incluidos los puntos críticos en la ciudad y su área de influencia (Figura 26). Además, durante el proceso con los actores y las actoras se obtuvieron datos y se realizaron análisis con expertos locales para co-construir información útil a contemplar como novedosos o de ratificación para la planificación urbana (ver Anexo 2).



Figura 106. Mapa de vulnerabilidad y riesgos (incluidos puntos críticos) como resultado de la validación con los actores en la ciudad de Camagüey

7. REFERENCIAS

1. **DPOTU-DMOTU, 2020.** *Plan Municipal de Ordenamiento Urbano. Camaguey* : s.n.
2. **CITMA, 2020.**; *Estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo de inundaciones por intensas lluvias de la ciudad de Camagüey.*
3. **CITMA, 2020b.** *Estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo por intensa sequía en el municipio Camagüey.*
4. **Gonzales Gonzales R., 2021.** *Ciudad de Camagüey: un desafío para el uso del agua, Revista CONTEXTO. Vol. XV. N° 22. Marzo 2021*
5. **Carballo, J et Al., 2021.** *Informe: Análisis de género en la gestión de productos químicos y desechos peligrosos en Cuba.* Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
6. **Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI), 2020.** *Estudios y datos de la población cubana: Cuba y sus territorios, 2019.* Centro de Estudios de Población y Desarrollo (CEPDE), Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI).
7. **Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI), 2022.** *Base de datos, censo Camagüey* [no publicado].
8. **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2020.** *Informe sobre Desarrollo Humano 2020. La próxima frontera. El desarrollo humano y el Antropoceno.* Nueva York, Estados Unidos.
9. **Interpress Service Cuba (IPS-Cuba), 2021.** *Índice de pobreza multidimensional.* Disponible en: www.ipscuba.net
10. **Ecured, 2020.** *El ciclón del 32.* Disponible en: www.ecured.cu
11. **Cubadebate, 2018.** *Santa Cruz del Sur: La tragedia de 1932 perdura en la memoria.* Disponible en: www.cubadebate.cu
12. **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.
13. **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.
14. **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 University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
15. **IPCC. 2023.** *SYNTHESIS REPORT OF THE IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6): Summary for Policymakers.* Acceso el 21/3/2023 https://report.ipcc.ch/ar6sy/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

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

ANEXO 2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE BÚSQUEDA DE DATOS Y ANÁLISIS CON LOS ACTORES EN LA CIUDAD DE CAMAGÜEY

Impactos del CC	Resumen de datos y análisis con expertos locales
<p>Sequías</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El abasto de agua proviene de 4 presas: Pontezuela, Cubano-Búlgara, Máximo y Tínima, esta última funciona como presa de reserva. Existe una planta potabilizadora en la Circunvalación Norte de la ciudad (ver Figura 19). Existen 3 barrios que no están conectados a la red de acueductos y se abastecen de agua por pozos individuales: Porvenir, La Esperanza y Lenin. Los pozos de Porvenir y La Esperanza, son realizados por esfuerzo propio, en cambio, en el barrio Lenin, los pozos se realizaron por la Empresa de Acueductos y Alcantarillados. El barrio "El Porvenir" depende del abasto por pipas. • Debido a la confluencia de áreas afectadas por sequía y sitios registrados por altas temperatura se generan incendios forestales y de pastizales en la zona periférica de la ciudad. • Los aljibes se encuentran inhabilitados en su mayoría por los siguientes factores: • Desmontaje de la industria de producción de tinajones (tradición local centenaria) • Las medidas de protección de plagas del mosquito <i>aedes-aegyptis</i>, transmisores del dengue y el paludismo. Consecuentemente, muchos aljibes se han convertido en cisternas • Falta de mantenimiento • Los tinajones y aljibes deben ir en concordancia con la tipología de la vivienda, techos inclinados, sistema de canalización. La población ha modificado muchos techos inclinados por techos planos de hormigón • No existe un levantamiento de aljibes dentro del centro histórico • En el barrio Porvenir, donde se extrae el agua de pozos, existía una fuerte tradición de alfarería (producción de tinajones) • Durante décadas se analizó el río como una fuente contaminante para la ciudad y no como una potencialidad. A partir del proyecto "Camagüey mira a Sus Ríos", se devuelve al río su importancia como corredor ecológico dentro de la ciudad. Faltan secciones por intervenir.
<p>Lluvias intensas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Además de las laderas de los ríos que atraviesan la ciudad, hay zonas que se inundan por precipitaciones debido a problemas de drenaje: Edén, Garrido, Lenin y Montecarlo. • Recursos Hidráulicos posee en fase de ideas conceptuales un proyecto de soluciones grises para los problemas de drenaje. En esta fase de proyecto, Nature4Cities puede incidir en la implementación de SbN. Se propone una capacitación inicial al personal que se encuentra realizando el proyecto. • Existen desechos sólidos de las áreas urbanas que se vierten en los ríos. El sistema de saneamiento en los ríos está segregado del sistema de colecta de residuos

Islas de calor

sólidos en la ciudad, por lo que representa una brecha a la hora de definir responsabilidades.

- El barrio la Caridad es impactado por inundaciones de crecida de los ríos, para lo cual la ciudad realizó un trabajo de dragado y un sistema de alerta temprana de inundaciones de los ríos para evacuar a la población vulnerable.

- Los barrios La Caridad y Puerto Príncipe no se perciben como áreas de altas temperaturas, debido a la presencia de arbolado urbano, patio, jardín y parterre.
- Se siembran especies no adecuadas en muchas ocasiones, sin previo estudio meteorológico.
- Se siembra fuera de temporada en muchas ocasiones, por lo que el tiempo de vida del arbolado es mínimo.
- El centro histórico de Camagüey es un reto para la siembra de arbolado urbano dado el grado de protección patrimonial, aunque se puede incidir en los patios interiores y soluciones en techos (no hay balcones en demasía). Las fachadas verdes pueden desarrollarse en edificios con Grado de Protección III.
- En centro histórico no estuvo concebido para hubiera vegetación por lo que se caracteriza por la presencia de plazas secas, sin parterres, ni zonas verdes. Se definen patios interiores como áreas a desarrollar para el verde. La vida social es puerta adentro en los patios. El Índice de Vegetación de la ciudad es bajo.
- La pérdida de barro como material local también afecta el calor debido a que se pavimentan los patios con hormigón.
- No existe un levantamiento de las áreas verdes en los patios, aunque cerca de Plaza del Carmen y San Juan de Dios se percibe más verde en los patios. Se propone realizar un proyecto levantamiento de áreas verdes en patios interiores con el apoyo de Nature4Cities.
- Se propone valorizar los patios interiores a través de recorridos culturales como parte del Proyecto de Industrias Creativas y Arte; además de la siembra de plantas medicinales como actividad económica complementaria.
- Se propone potencializar la siembra en techos planos.
- Pocas viviendas tienen dos niveles
- Se requiere realizar el mantenimiento de espacios verdes con mayor regularidad, por lo que se propone vincular al sector privado en esta actividad. Sin embargo, la especialidad de jardinería de la escuela de oficios se ha perdido y las áreas verdes se trabajan más por higiene que como estrategia verde
- La Oficina del Historiador a utilizado como estrategia la peatonalización de calles para introducir masetas que brinden sombra por islas. Se debate la alternativa de introducir mallas metálicas como alternativa.