



## Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Manzanillo

Informe de proyecto: Cuba

Autores: Manuel Winograd y Michiel van Eupen

Validación: Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo

## LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

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

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Etapas y productos de la evaluación en Nature4Cities para Manzanillo .....	16
Figura 2. Grupos etarios .....	20
Figura 3. Personas con discapacidad física o mental .....	20
Figura 4. Cambios del uso del suelo en Manzanillo y su área de influencia .....	22
Figura 5. Principales actores identificados y nivel de requerimiento para la planificación y la gestión de riesgos en Manzanillo .....	23
Figura 6. Inundaciones sin precedentes en Manzanillo (mayo, 2021) .....	25
Figura 7. Tendencias en la temperatura y la precipitación para el periodo 2000-2010 en la provincia Granma. ....	26
Figura 8. Cambios en las inundaciones por ascenso del nivel del mar y otras variables climáticas según los escenarios RCP (RCP 1.9, RCP 4.5 y RCP 8.5) para 2030 y 2050 en la ciudad de Manzanillo ...	27
Figura 9. 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 Manzanillo .....	28
Figura 10. Indicadores para la evaluación .....	29
Figura 11. Principales ecosistemas y sus servicios en relación a los posibles impactos del cambio climático en la ciudad de Manzanillo .....	30
Figura 12. Riesgo de intrusión marina en acuíferos de la ciudad de Manzanillo y su área de influencia. Fuente: CITMA, 2019.....	30
Figura 13. Localización de las principales cañadas con riesgo de inundaciones pluviales en Manzanillo .....	31
Figura 14. Índice de vegetación normalizado (NDVI) en la ciudad de Manzanillo y área de influencia .....	32
Figura 15. Índice de vegetación normalizado (NDVI) para el área urbana densa de la ciudad de Manzanillo .....	34
Figura 16. Localización de hospitales y policlínicos en función de las islas de calor en la ciudad de Manzanillo. ....	36
Figura 17. Localización de escuelas en función de islas de calor en la ciudad de Manzanillo .....	37
Figura 18. Localización de escuelas y hospitales en función del riesgo de inundación en la ciudad de Manzanillo .....	37
Figura 19. % de la superficie, población y manzanas afectadas por inundación costera para 4 escenarios diferentes (Huracán y 5 mts aumento nivel del mar, 10 mts aumento del nivel del mar, inundaciones previstas para el 2050 y 2100). ....	38
Figura 20. % de la superficie, población y manzanas afectadas por inundación pluvial con alta velocidad del flujo. ....	38
Figura 21. % de la superficie, población y manzanas afectadas por stress térmico según 4 escenarios diferentes (temperatura actual, + 0.5 grados C, +1 grado C, + 1.5 grados C). ....	38
Figura 22. Cascada de impactos climáticos en la ciudad de Manzanillo .....	40
Figura 23. Mapa de vulnerabilidad y riesgos (incluidos puntos críticos) como resultado de la validación con los actores en la ciudad de Manzanillo .....	42

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en Manzanillo .....	17
Tabla 2. Componentes para la evaluación .....	18



Tabla 3. Asentamientos humanos aledaños a las cañadas. Fuente: DMOTU, 2022. *Conferencia para Taller de Nature4Cities* ..... 32

## ÍNDICE

---

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....	10
LISTADO DE FIGURAS .....	10
LISTADO DE TABLAS .....	10
ÍNDICE .....	12
1. INTRODUCCIÓN .....	13
2. OBJETIVO .....	14
3. METODOLOGÍA .....	14
4. CONTEXTO DEL MUNICIPIO Y LA CIUDAD DE MANZANILLO .....	19
Socioeconomía .....	19
Actividad productiva.....	21
Actores e iniciativas clave.....	22
Características físico-ambientales.....	23
5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	24
Condiciones climáticas actuales.....	24
Impactos observados.....	24
Causas de los impactos.....	25
Proyecciones climáticas futuras .....	25
Inundaciones por ascenso del nivel del mar: .....	27
Inundaciones pluviales por líneas de drenaje y cañadas intermitentes: .....	27
Incremento de las temperaturas: .....	27
Disminución de las precipitaciones:.....	28
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS .....	29
Vulnerabilidad y riesgos climáticos.....	29
Inundaciones por subida del nivel del mar y pluviales .....	29
Detección de puntos críticos.....	32
Servicios Ecosistémicos .....	33
Infraestructuras.....	34
7. USO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE MANZANILLO .....	41
8. REFERENCIAS.....	43
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 .....	32

## 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 Manzanillo 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 peligros y las consecuencias de los impactos sociales, ambientales y económicos.

El principal objetivo que se busca con este tipo de evaluaciones es el 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 ciudad. 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 el ordenamiento urbano 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).

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		
Manzanillo (Costera)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento nivel del mar</li> <li>Cambios de temperatura</li> <li>Lluvias intensas</li> <li>Vientos fuerte</li> <li>Huracanes</li> <li>Balance hídrico</li> <li>Eventos extremos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Población</li> <li>Grupos sociales</li> <li>Infraestructuras</li> <li>Medios de vida</li> <li>Recursos naturales</li> <li>Servicios ecosistémicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulación hídrica</li> <li>Control erosión costera</li> <li>Disponibilidad de agua</li> <li>Biodiversidad</li> <li>Producción de alimentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viviendas</li> <li>Servicios básicos</li> <li>Mortalidad</li> <li>Morbilidad</li> <li>Accesibilidad</li> <li>Grupos afectados</li> <li>Seguridad alimentaria</li> <li>Enfermedades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceso a servicios</li> <li>Nivel de ingresos</li> <li>Estructura de la población</li> <li>Tipo de viviendas</li> <li>Nivel educativo</li> <li>Cabezas de hogar</li> <li>Desempleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infraestructuras grises/verdes/azules</li> <li>Adaptación basada en ecosistemas</li> <li>Reforestación</li> <li>Protección</li> <li>Restauración</li> <li>Conectividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de desastres</li> <li>Seguridad social</li> <li>Reubicación planificada</li> <li>Políticas públicas</li> <li>Instrumentos urbanísticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Social y población</li> <li>Servicios ecológicos y uso de tierras</li> <li>Infraestructuras y servicios básicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación pluvial</li> <li>Inundación aumento nivel del mar</li> <li>Sequia</li> <li>Islas de calor</li> </ul>
Producto:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapeo de actores</li> <li>- Talleres virtuales</li> <li>- Recopilación de datos</li> <li>- Consulta y elaboración de información</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción de informe inicial</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Talleres exploración y priorización de opciones para la adaptación</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integración y validación evaluación de vulnerabilidad y riesgos</li> </ul>		

Figura 1. Etapas y productos de la evaluación en Nature4Cities para Manzanillo

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?

### Etapas 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)?

### Etapas 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?

### Etapas 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?

### Etapas 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?

### Etapas 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)?

### Etapas 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									
Manzanillo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Prov	MAP, TAB	2012-2019?	SI					
									Mun	MAP, TAB	2012-2019?	SI	SI	SI	10-100mts	SHP	SI 2016

Ciudad	Otros datos								Datos Mitigación			Datos Capacidad de adaptación							
	Indices (NDVI, NLight, STem)		Huella urbana		Densidad de población		MDT		Inventario			Evaluación Servicios Ecos. PMACC							
	Escala		Escala		Escala		Escala		GEI	Acciones	SbN	POT/PGR	SbN	Ecos.	PMACC				
Manzanillo	SI		30-10 mts	SI		30 mts	SI		250 mts	SI		30-10 mts	P (Nac)	NO	NO	SI	NO	P	NO
						1985-2022													

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

**Tabla 1. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en Manzanillo**

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
<b>Macro</b>	Red ecológica e hidrológica	Cuenca/Región	Identificación/Planificación
<b>Meso</b>	Red de conectividad (áreas verdes/red vial)	Metropolitana/Municipio	Diseño/Gestión
<b>Micro</b>	Infraestructuras verdes/grises/mixtas	Barrio/Manzana	Implementación/Mantenimiento

Tabla 2. Componentes para la evaluación

## 4. CONTEXTO DEL MUNICIPIO Y LA CIUDAD DE MANZANILLO

El municipio de Manzanillo es uno de los 13 que conforman la provincia Granma, limitando al Norte con el golfo del Guacanayabo, al Oeste con el municipio de Campechuela, al Este con el municipio de Yara y al Sur con el municipio de Bartolomé Masó. Ocupa un área total de 499.65 km<sup>2</sup>, de ellos 10.42 km<sup>2</sup> corresponden a la zona urbana (DMOTU, 2019; CITMA, 2019). La dinámica urbana muestra cambios importantes entre 2000-2020 en particular en el núcleo urbano de Las Novillas, debido a pequeñas migraciones de las zonas rurales hacia las zonas urbanas, no siendo así en los demás núcleos urbanos del municipio.

### Socioeconomía

De manera a constituir las bases para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgos esta sección constituye el punto de entrada principal para la identificación de las amenazas y la exposición y el análisis de los impactos y la sensibilidad socioeconómica.

El municipio de Manzanillo tiene una población total de 127,167 habitantes, de los cuales 103,562 corresponden a la población urbana y 23,605 a la población rural (CITMA, 2019). Según el Sistema de Asentamientos Humanos (SAH), el municipio está conformado con 70 asentamientos concentrados, de ellos 5 urbanos y 65 rurales, donde la ciudad de Manzanillo constituye la cabecera municipal, centro de las actividades económicas y de servicios más importantes de la localidad. En la ciudad hay 32,618 viviendas y se clasifica como ciudad de segundo orden, co-centro provincial y cabecera municipal (DMOTU, 2019). Del total de la población el 48.7 % corresponde a la población masculina y el 51.3 % a la femenina. Un 0.07% de la población se encuentra en el rango etario de 0-6 años y un 20.7% corresponde a personas mayores a los 60 años (ver figura 2), siendo este indicador de envejecimiento, el mayor de toda la provincia Granma. Esta es una tendencia estrictamente creciente y se espera que en el año 2025 rebase el 25%, teniéndose en cuenta que en las edades de 0-14 años representan el 16.4 % muy por debajo de dicho envejecimiento. El 97.1% de los hogares tiene acceso a la electricidad y el 95.7% están conectados al acueducto (PNUD-Cuba, 2020). Las personas con discapacidad física o mental representan el 4% de la población, de la cual 1,962 (53%) son hombres y 1,752 (47%) son mujeres (Figura 3).

El Índice de Desarrollo de Género<sup>1</sup> en Cuba es de 0.944 (2019) y el Índice de Desigualdad de Género<sup>2</sup> 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 Multidimensional<sup>3</sup> tiene un valor de 0.002, según encuesta 2017. Por otra parte, la tasa de alfabetización en Cuba es de 99.9% de la población (ONEI 2020; Carballo J et Al. 2021). En Manzanillo, el 11% de la población tiene nivel de escolaridad de primaria y el 19% de la

<sup>1</sup> 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)

<sup>2</sup> 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)

<sup>3</sup> 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)

población, de secundaria básica. De la población con nivel de secundaria básica, 8,639 son mujeres, lo que representa el 48% 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 a la masculina en el nivel superior o universitario, de las 15,220 personas matriculadas, el 60% son mujeres.



**Figura 2. Grupos etarios**



**Figura 3. Personas con discapacidad física o mental**

La Delegación Provincial de Ordenamiento Territorial y Urbanismo, identifica un reparto con vulnerabilidad social dentro de la ciudad: Taino. La circunscripción 16 “Taino” cuenta con una extensión territorial de 21.65 Ha, está limitada por el norte las calles Yara y Libertad, al sur la avenida Camilo Cienfuegos, al este con la Antonio Maceo y al oeste con la calle General Benítez. Cuenta con una población aproximada de 1 773 habitantes, asentados en 611 viviendas (según datos levantados y tomados en el terreno por el equipo técnico de la Dirección Municipal de Ordenamiento Territorial y Urbano (DMOTU) de Manzanillo en enero del 2022). Del total de la población, 864 (48.7%) son mujeres y 909 (51.3 %) hombres. La población del barrio se distribuye en 507 residentes entre las edades de 0 a 18 y 286 adultos mayores. Existe un total de 27 madres con tres hijos o más. La población tiene acceso a un consultorio médico de la familia y una bodega para productos de la canasta básica, siendo esta última insuficiente para la cantidad de pobladores según estudios realizados por la DMOTU. Además, el barrio carece de jardines y espacios públicos.

Morfológicamente está conformado por manzanas semicerradas, preferentemente rectangulares, amplias parcelas de sección promedio de 200.0 a 250.0 m<sup>2</sup> y definidas a través del trazado vial de calles de sección promedio de 5.00 m y 6.00 m. Solo el 10 % de los viales se encuentran pavimentados, siendo el otro 90% de tierra. Los viales se encuentran desprovistos de aceras en su totalidad. El drenaje pluvial está dado por las pendientes del terreno y por infiltración.

Más del 60 % de las viviendas se encuentran sin ningún tipo de legalidad y el 15% de las viviendas no cuentan con el mínimo habitable de 25m<sup>2</sup>. Las tipologías constructivas predominantes incluyen paredes de bloques, ladrillo, tierra y piedra y techos de tejas de fibro-cemento, zinc, tejas criollas, pisos de mosaicos, cemento pulido y tierra en estado técnico-constructivo entre regular a malo. Existen 126 viviendas con al menos dos locales con pisos de tierra. Más del 60 % de los hogares presentan letrinas como solución de residuales, sin las condiciones técnicas constructivas e higiénicas sanitarias requeridas.

## Actividad productiva

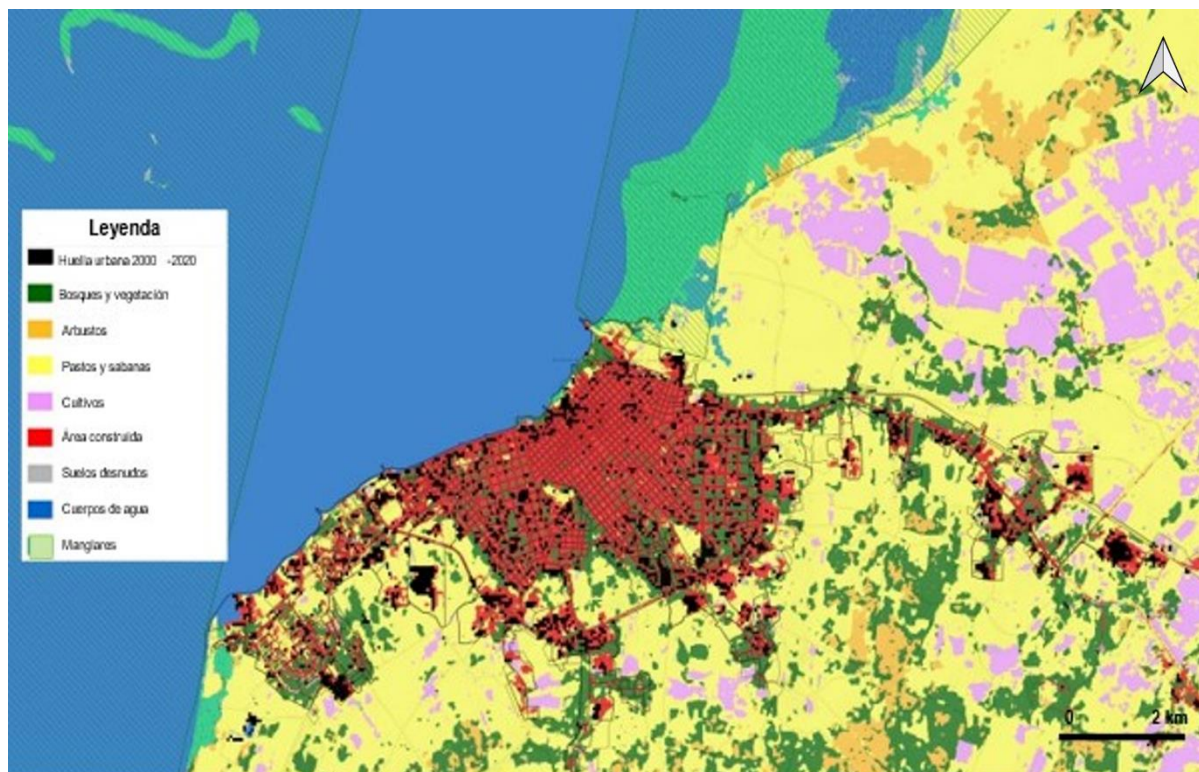
El uso del suelo predominante en el municipio es agrícola ocupando una superficie total de 37,523.74 ha (75.2%) de las cuales se cultiva el 54% con 20,226.231 ha, el resto 17,297.509 ha que representa el 46% no se cultiva, son tierras ociosas e infectadas de la especie leñosa invasiva conocida como marabú. Aunque la mayor cantidad de tierras se ubica en la categoría de baja productividad para uso en pastos y forestales fundamentalmente, la producción agropecuaria no se explota en toda su extensión por razones como: mala utilización del suelo acorde a su vocación, mala accesibilidad a las unidades productivas, falta de riego y predominio de siembras de secano, afectados por prolongados períodos secos, escasa fuerza laboral en las áreas de producción, alto porcentaje de plagas y enfermedades en los cultivos, poca calidad y bajo poder germinativo de las semillas y deficientes tecnologías y nivel de empleo de fertilizantes pesticidas en el manejo de los suelos.

Manzanillo es una ciudad costera que constituye la segunda de importancia en la provincia, es uno de los municipios con mayor responsabilidad en el aporte económico de Granma. (DMOTU, 2019) La pesca presenta un alto potencial en el Golfo de Guacanayabo con especies de elevado valor comercial como son los camarones y diversas variedades de peces (CITMA, 2019) los cuales se procesan en lo fundamental para la exportación y las ventas en fronteras para el turismo.

La economía se sustenta en pequeñas industrias, talleres de confecciones textiles y un astillero. Entre sus productos principales se encuentran: los camarones, los peces de escama, las conservas, los acumuladores, el calzado, las prendas de vestir y el azúcar (PNUD-Cuba, 2020). De la población económicamente activa (54,242) se encuentran ocupados en la economía 52,948 (97.6 %), de los cuales se vinculan al sector estatal 38,384 (72.4%) y en sector no estatal existen 14,564 (esta estructura ha iniciado un proceso de modificación en los últimos años) (DMOTU, 2019).

Pero los peligros se derivan no solamente por la amenaza a fenómenos naturales y la exposición de áreas y grupos a factores climáticos y se debe tomar en consideración los aspectos socioeconómicos y de uso de las tierras (incluidos la dotación de recursos y servicios ambientales que cambian los impactos sobre la población, los grupos sociales, las infraestructuras y los medios de vida). Estas diferencias pueden incrementar consecuencia del desarrollo urbano y de los efectos diferenciales derivados del cambio climático. En el caso de la ciudad de Manzanillo (áreas urbanas, peri-urbanas y rurales de la ciudad) la dinámica de la urbanización tiene importantes impactos (Figura 4) sobre los riesgos climáticos sobre todo inundaciones e islas de calor.





Fuente: ESA, 2020, WorldCov2020.

Figura 4. Cambios del uso del suelo en Manzanillo y su área de influencia

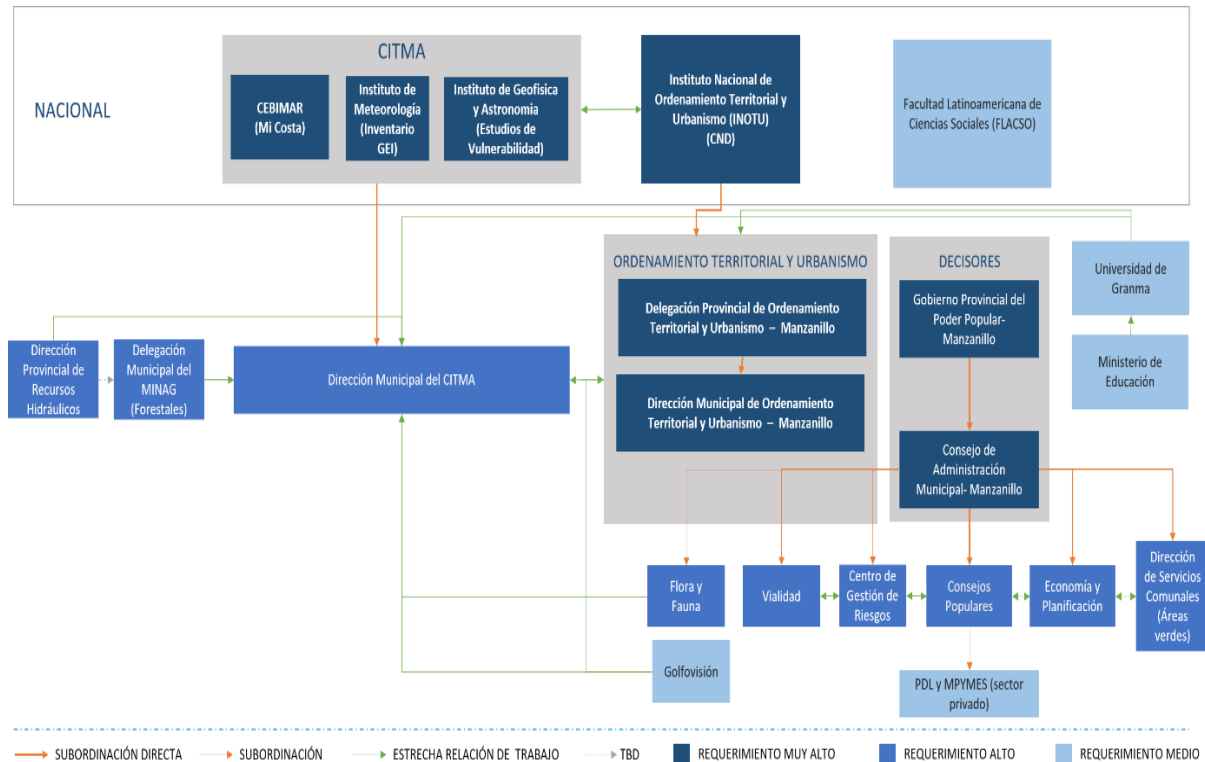
### Actores e iniciativas clave

En la ciudad y provincia de Manzanillo, los principales actores involucrados en el ordenamiento 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 en la planificación urbana de la ciudad. Para el enfrentamiento al cambio climático, el CITMA cuenta con una delegación provincial y una dirección municipal, que se complementan con el Centro de Gestión de Riesgos y la Defensa Civil en el enfrentamiento y monitoreo de eventos climáticos extremos.

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

- Proyecto “Resiliencia Costera al Cambio Climático en Cuba a través de la Adaptación basada en Ecosistema–MI COSTA”.





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

### Características físico-ambientales

La ciudad de Manzanillo está ubicada sobre seis tipos de paisajes de diversa formación, alturas que le diferencian, siendo ellos: en el mar llanura sumergida abrasivo acumulativa, fangosa y en tierra firme: llanura baja costera y sub-costera (0-2,5 m), la llanura aterrazada acumulativa, cársica (2,5-10 m), llanura aluvial acumulativa (0-10m), llanura alta colinosa cársico denudativa (10-50 m) y la llanura alta acumulativa aluvio-marina (50-85 m), valores todos ellos sobre el nivel del mar.

El frente costero es una franja a lo largo del litoral ubicado en la cota 2.5 metros sobre el nivel medio del mar, llegando a la cota 3.0 m, que constituye el territorio más vulnerable de la ciudad, propensa a inundaciones por deficiencias del nivel de evacuación de las lluvias que bajan desde las zonas alta y que a su vez sufre el efecto de penetraciones del mar ante la ocurrencia de huracanes y depresiones tropicales, las que a su vez se verán afectadas inevitablemente por el incremento del nivel medio del mar por cambio climático según escenarios para Cuba. Además, las líneas de drenaje intermitentes que atraviesan la ciudad, incapaces de drenar los acumulados de precipitación en períodos muy cortos, son también localidades donde acontecen las mayores afectaciones, y que pueden alcanzar nivel de desastres naturales (CITMA, 2019).

En los últimos años, la superficie cubierta de bosques del municipio ha ido creciendo, lo cual brinda mejoras en algunos indicadores del recurso forestal no así en su avance hacia la zona urbanizada. El municipio cuenta actualmente con una superficie total forestal de 6,269.01 ha, de las cuales 3,947.91ha son boscosas. Se mantiene aún un área deforestada de 1,418.61 ha, dentro de las cuales se incluye las fajas hidro-reguladoras de ríos con una superficie por cubrir de 51.1 ha. La ciudad como tal no ha

sido abordada en materia de forestación, predomina la ausencia de vegetación en el damero urbano, lo cual trae consigo consecuencias negativas en materia de calidad ambiental para sus habitantes.

## 5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMATICO

### Condiciones climáticas actuales

El clima presenta características continentales con un régimen de lluvia en dos períodos: húmedo y seco, siendo la media de precipitación anual de 1,257 mm. La temperatura máxima media anual es de 31.2° C. La distribución desde el punto de vista mensual muestra su máximo en julio con 33.2° C llegando en ocasiones hasta 35° C (DMOTU, 2019). El territorio cuenta con un área de costa de 5.00 km, que constituye una franja a lo largo del litoral ubicado en la cota 2.5 metros sobre el nivel medio del mar, llegando a la cota 3.0 que constituye la zona más vulnerable a la ocurrencia de desastres por fenómenos naturales como inundaciones y penetraciones del mar (DMOTU, 2019).

La amplitud máxima y mínima de la marea es de 56.4 y 34.8 centímetros, respectivamente. Frente a la ciudad de Manzanillo las corrientes marinas circulan paralelas a la costa con velocidades máximas de 21.8 centímetros por segundo. Los ciclones tropicales son los fenómenos climáticos que más afectan la ciudad, por la posición geográfica que tiene el país, pueden producir vientos extremadamente fuertes, tornados, lluvias torrenciales (que pueden producir inundaciones y corrimientos de tierra) y también pueden provocar marejadas ciclónicas en áreas costeras. Estas son dañadas de forma significativa por los ciclones tropicales, mientras que las regiones interiores están relativamente a salvo de recibir fuertes vientos. Las intensas y abundantes lluvias en cortos plazos de tiempo pueden producir inundaciones tierra adentro y las marejadas ciclónicas pueden producir inundaciones de consideración a lo largo de la costa, provocando daños (CITMA, 2019).

Los ecosistemas costeros del municipio de Manzanillo proveen servicios de regulación y protección contra fenómenos climáticos: manglares, el Gran Banco de Buena Esperanza y playas arenosas que en conjunto amortiguan el impacto del oleaje provocado por eventos extremos. Se estima que, en la actualidad, los manglares ocupan un área de 9.2 km<sup>2</sup> en el municipio, que representan el 18.5 % del área del territorio, sin embargo, en los últimos 62 años la cobertura de manglares ha disminuido en el municipio. Entre 1956 y el 2018 se perdieron 13 km<sup>2</sup> (CITMA, 2019).

### Impactos observados

Si bien la ciudad de Manzanillo no está entre las más afectadas históricamente por ciclones tropicales, en el siglo XXI algunos huracanes han impactado fuertemente la ciudad y las lluvias intensas y tormentas son comunes en esta zona de Cuba. Así, por ejemplo, el huracán Iván de categoría cinco, dejó considerables inundaciones costeras en la provincia de Granma en 2004. El huracán Dennis y Wilma de categorías 4 y 5, respectivamente, en 2005, ocasionaron grandes pérdidas materiales en Manzanillo. Consecuencia del huracán Dennis, más de 50,000 personas fueron evacuadas en la provincia de Granma. En el 2021, las lluvias y vientos asociados a la tormenta tropical Elsa provocaron afectaciones en la agricultura de la provincia Granma e inundaciones y evacuaciones en la presa Bartolomé Masó, en Manzanillo. Además de huracanes, la ciudad se ha visto afectada por inundaciones sin precedentes por intensas lluvias como las ocurridas en mayo del 2021.



Figura 6. Inundaciones sin precedentes en Manzanillo (mayo, 2021)

Fuente: [Lluvias torrenciales dejaron inundaciones y cortes del servicio eléctrico en Manzanillo \(degranma.gob.cu\)](https://degranma.gob.cu)

### Causas de los impactos

Los impactos observados no son causados solamente por la intensidad de los fenómenos naturales, sino por las acciones humanas, con una planificación urbana no adecuada y el uso de los suelos (incluidos la dotación de recursos y servicios ambientales que modifican las afecciones sobre la población, los grupos sociales, las infraestructuras y los medios de vida). Estas deficiencias pueden incrementarse debido a la asimilación inadecuada de espacios por (invasiones espontáneas de población y falta de control de las mismas) a lo que se une los efectos consecuentes y diferenciales derivados del cambio climático. En el caso de la ciudad de Manzanillo, en función de la urbanización, los impactos climáticos se relacionan sobre todo con las inundaciones, la subida del nivel del mar, la erosión costera y la intrusión salina (en áreas urbanas, peri-urbanas y rurales de la ciudad) y las islas de calor (en áreas urbanas).

Como otras ciudades costeras del Caribe, entre las principales causas de los impactos climáticos observados ahora y en el futuro se debe mencionar la alteración de las capacidades de los ecosistemas costeros (manglares, arrecifes coralinos, praderas submarinas y playas, para amortiguar perturbaciones y obtener un flujo sostenido de servicios ecosistémicos. Se debe identificar como ejemplos de esa situación el estado actual del humedal del Río Gua y el deterioro de los Cayos de Manzanillo.

Como resultado de casos similares, muchos eventos meteorológicos se convierten en desastres naturales. Por ejemplo, se conoce que las inundaciones en costas de Cuba (Oeste de la Isla) hacia tierra adentro, consecuencia de los huracanes Iván, en 2005; Gustav y Ike en 2008, han ocurrido en los sitios donde la franja de mangles que ha sido talada o debilitada (IPS-Cuba, 2013)

### Proyecciones climáticas futuras

Las proyecciones de los impactos del cambio climático de escenarios<sup>4</sup> para 2030, 2050 y 2100 pronostican en la provincia cambios importantes en la pluviosidad y la precipitación (Figuras 7a y 7b).

<sup>4</sup> 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

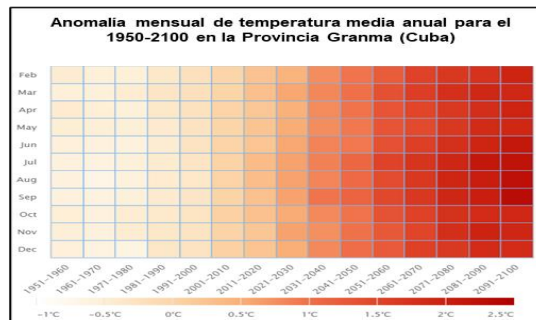
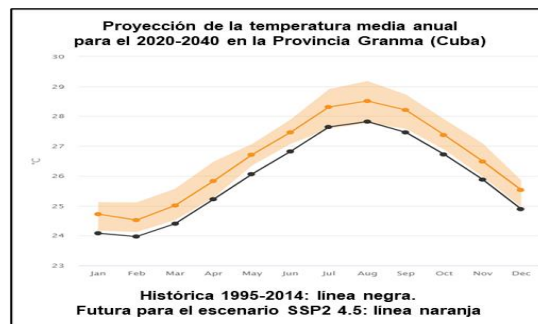
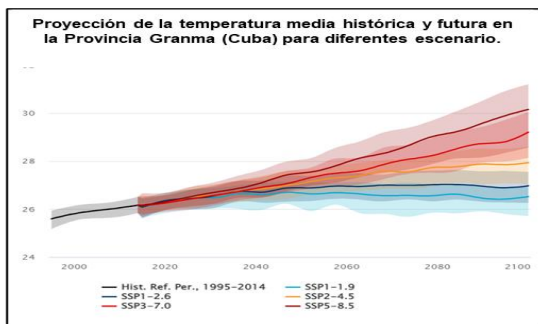


Figura 7a. Tendencias en la temperatura media para el periodo 2000-2010 en la provincia de Granma  
Fuente: Climate Knowledge Portal

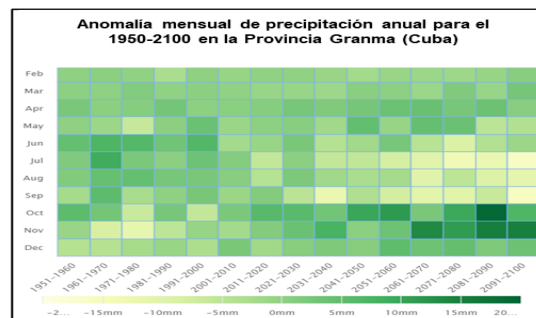
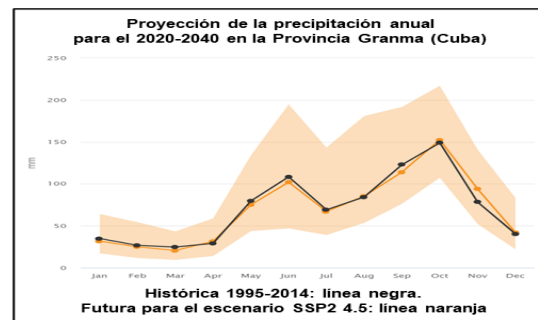
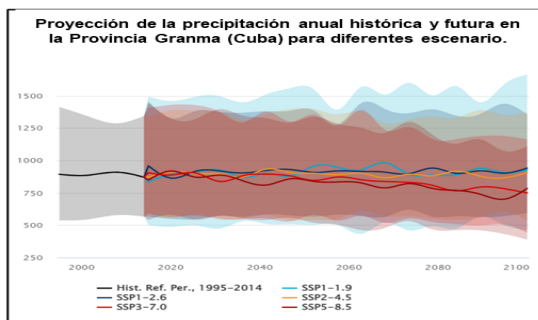


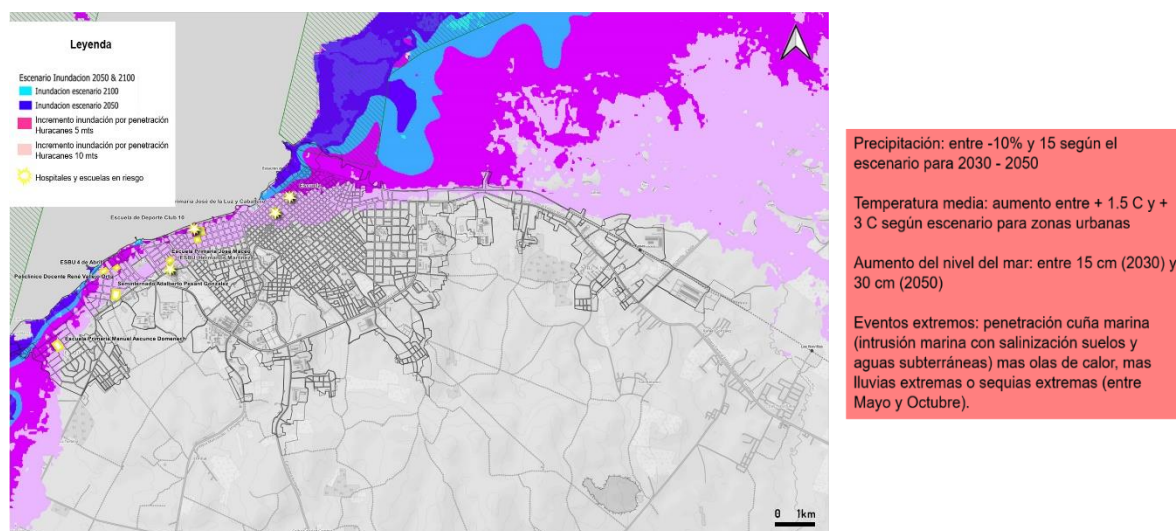
Figura 7b. Tendencias en la precipitación anual para el periodo 2000-2010 en la provincia de Granma  
Fuente: Climate Knowledge Portal

Figura 7. Tendencias en la temperatura y la precipitación para el periodo 2000-2010 en la provincia Granma. A nivel municipal estas proyecciones de los impactos del cambio climático para escenarios en el 2030, 2050 y 2100 pronostican:

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).

**Inundaciones por ascenso del nivel del mar:** En correspondencia con las nuevas proyecciones calculadas en el 2018 de elevación del nivel medio del mar para toda Cuba, en Manzanillo se prevé para el año 2050 un incremento de 28.5 centímetros y para el 2100, 94.4 centímetros. En el sector costero Manzanillo-Campeche, el movimiento promedio de la línea de costa demuestra que los procesos de erosión predominan sobre los de acreción. Se estimó que el mar inundó 0.93 kilómetros cuadrados de la tierra, mientras que las tierras ocupadas por sedimentos sólo ocupó 0.35 kilómetros cuadrados del mar (CITMA, 2019).

Según el análisis del CITMA (2019) la superficie terrestre estimada que será inundada en el municipio de manera permanente por el ascenso del nivel medio del mar para el 2050, abarcaría un área de 9.6 km<sup>2</sup> y para el 2100, ocupará 15.6 km<sup>2</sup>. El estudio evalúa que en la ciudad de Manzanillo para el 2050 y 2100 se inundarán de manera permanente 0.9 y 2.13 km<sup>2</sup>, respectivamente. Consecuentemente, en el 2050 se prevé la afectación permanente de 408 habitantes, 137 viviendas y 5 instalaciones. . Para el 2100 la cifra se incrementa en 142 habitantes, 82 viviendas y 4 instalaciones (CITMA, 2019). Para el 2050 se estima que podrían inundarse temporalmente 2.3 Km<sup>2</sup> debido al paso de un huracán categoría V durante 12 horas. En el 2100 se espera que se inundarían temporalmente 2.5 Km<sup>2</sup> adicionales (CITMA, 2019) (ver Figura 8).



**Figura 8. Cambios en las inundaciones por ascenso del nivel del mar y otras variables climáticas según los escenarios RCP (RCP 1.9, RCP 4.5 y RCP 8.5) para 2030 y 2050 en la ciudad de Manzanillo**

**Inundaciones pluviales por líneas de drenaje y cañadas intermitentes:** Aunque puede haber una disminución de las precipitaciones del orden de -10% para el periodo 2030 y 2050, este vendrá acompañada de más lluvias extremas, lo que implicará que las inundaciones pluviales en las zonas de las líneas de drenaje y cañadas podrían ser más fuertes e imprevisibles.

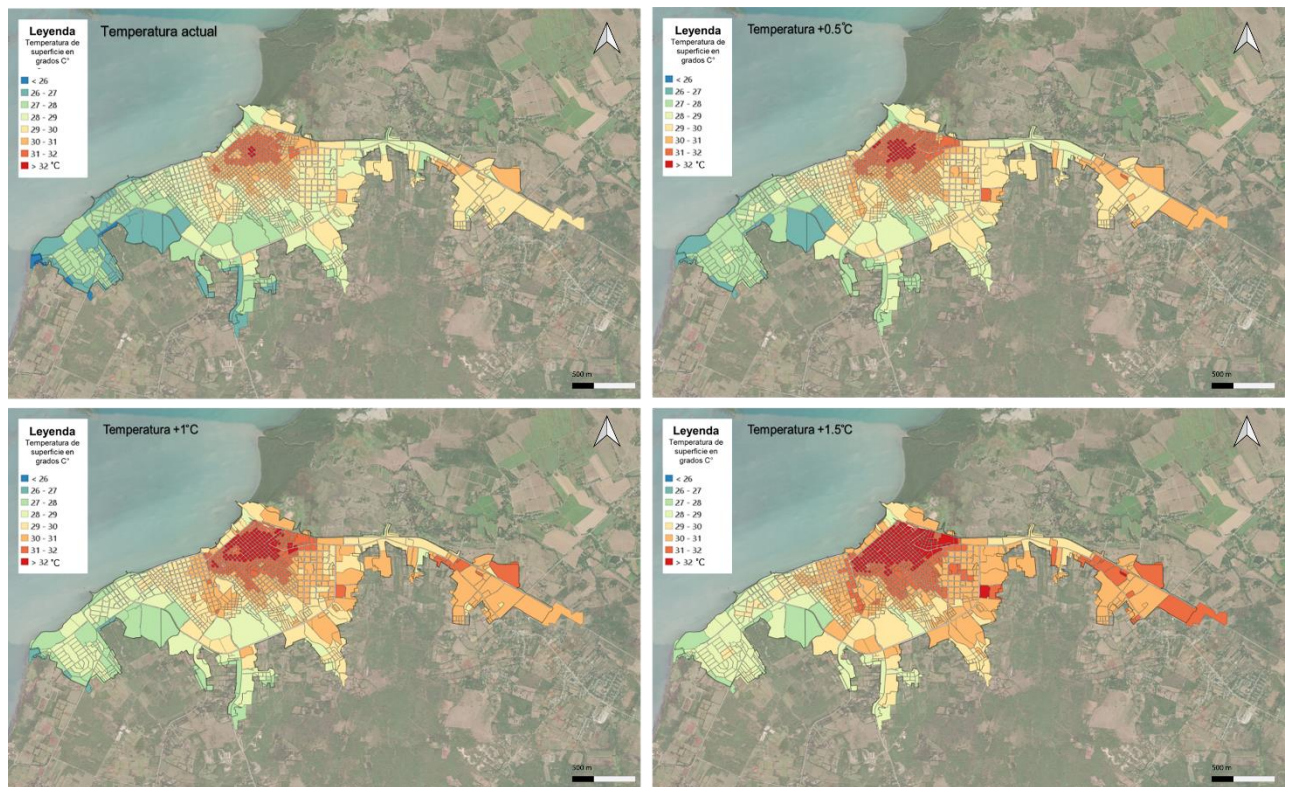
**Incremento de las temperaturas:** En correspondencia con las proyecciones calculadas a partir de la línea base del período 1961-1990, se prevé un aumento de las temperaturas de +1°C para el 2030, 2-3°C para el 2050 y hasta 3°C en el 2070. Como resultado del cambio climático uno de los principales y más visibles impactos los constituyen las islas de calor en la ciudad. Como se ilustra en la Figura 9, en función del incremento de la temperatura se puede observar los cambios en las islas de calor, con efectos muy importantes para la población y grupos más vulnerables.



**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 de +120mm en los años 2030 y 2050, y hasta 150mm en el 2070.

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

- Variaciones en las precipitaciones medias anuales de entre -10% y +15% según el escenario RCP (RCP 1.9, RCP 4.5 y RCP 8.5) para 2030 - 2050.
- Aumentos en la temperatura media anual de entre + 1.5 C y + 3 C según escenario RCP (RCP 1.9, RCP 4.5 y RCP 8.5) para zonas urbanas.
- Aumento del nivel del mar que puede variar según el escenario RCP (RCP 1.9, RCP 4.5 y RCP 8.5) entre +15 cm para el 2030 y +30 cm para el 2050.
- Cambios en los eventos extremos que ocasionan penetración de la cuña marina (con intrusión marina y salinización suelos y aguas subterráneas), más olas de calor, más lluvias extremas o sequías extremas (entre los meses de mayo y octubre, como el fenómeno observado en Mayo del 2021).



**Figura 9. 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 Manzanillo**



## 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 10, 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 riesgos.

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		
Aumento nivel del mar	Localización de población	Servicios de ecosistemas - Regulación hídrica - Provisión de agua - Control erosión costera - Soporte biodiversidad - Provisión de materiales y alimentos - Regulación temperatura	Barrios afectados  Manzanas afectadas  Viviendas afectadas  Servicios básicos afectados  Grupos 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 nivel del mar
Temperatura media (cambio)	Localización de equipamientos - Escuelas - Hospitales - Centro de salud							Áreas inundadas por lluvias
Temperatura de superficie (cambio)	Grupos expuestos - Mujeres - Infantes - Ancianos							Infraestructuras inundadas
Precipitación anual (cambio)	Localización infraestructuras - Vías - Puentes							Áreas e infraestructuras afectadas por islas de calor
Eventos extremos (huracanes, lluvias extremas, temperatura de superficie)								Áreas deforestadas

Figura 10. Indicadores para la evaluación

### Vulnerabilidad y riesgos climáticos

Los principales impactos del cambio climático en la ciudad son el ascenso de nivel del mar y las consecuentes inundaciones (Figura 11), la erosión costera y las intrusiones marinas (Figura 12) así como los efectos de cambios en eventos extremos tipo huracanes y tormentas tropicales que traen lluvias intensas e inundaciones pluviales (Figura 12) y vientos huracanados.

Adicionalmente, consecuencia del proceso de urbanización y posibles incrementos en las temperaturas medias, se generan islas de calor (Figura 9) que constituyen riesgos adicionales, sobre todo en las zonas urbanas y periurbanas. En menor medida, las sequías son otro de los impactos generadores de riesgos por los cambios probables en los patrones de lluvia y sus efectos sobre la disponibilidad de agua subterránea para el abasto de la ciudad y cultivos.

### Inundaciones por subida del nivel del mar y pluviales

La ciudad de Manzanillo es vulnerable a todo riesgo relacionado con el ascenso nivel del mar y las inundaciones y depende la reducción de impactos en gran medida de los servicios que brindan los ecosistemas como los manglares, los arrecifes coralinos y las playas y pastos marinos (ver Figura 11).

Como resultado se generan impactos como el ascenso del nivel del mar que provoca además de inundaciones, un aumento del riesgo de incursión marina y salinización de acuíferos (ver Figura 12).

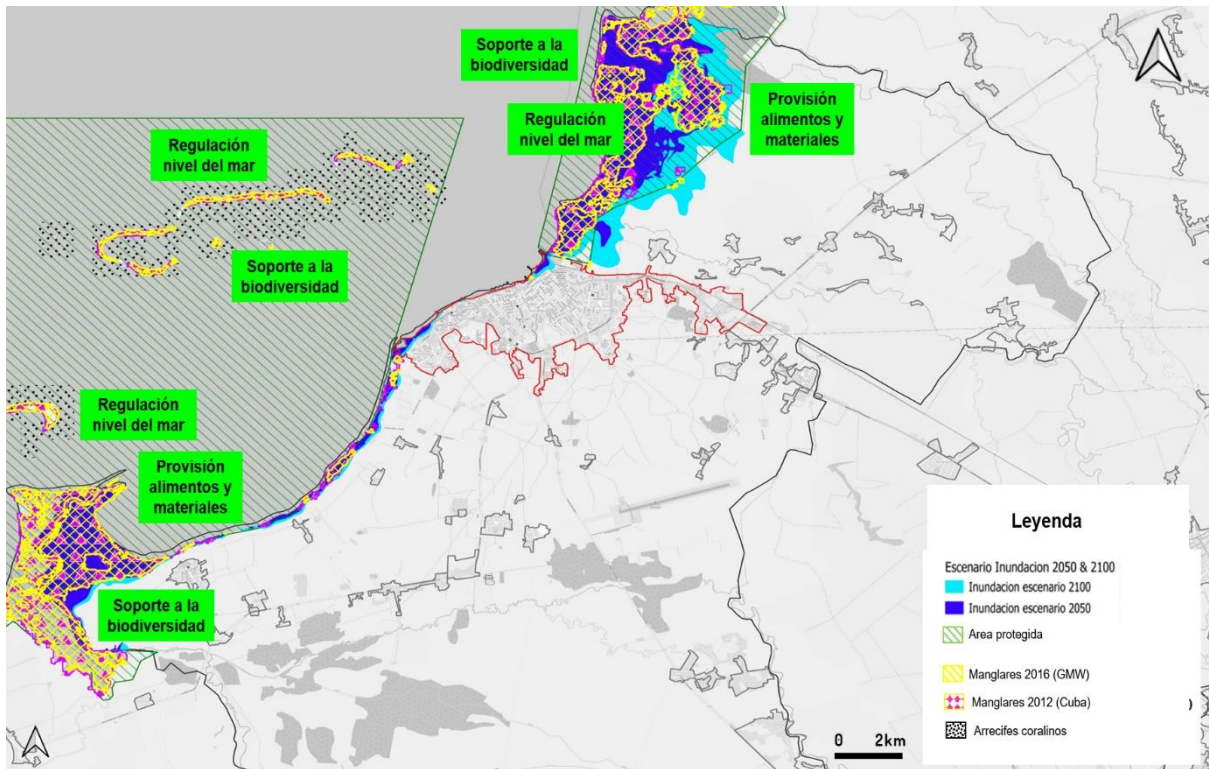
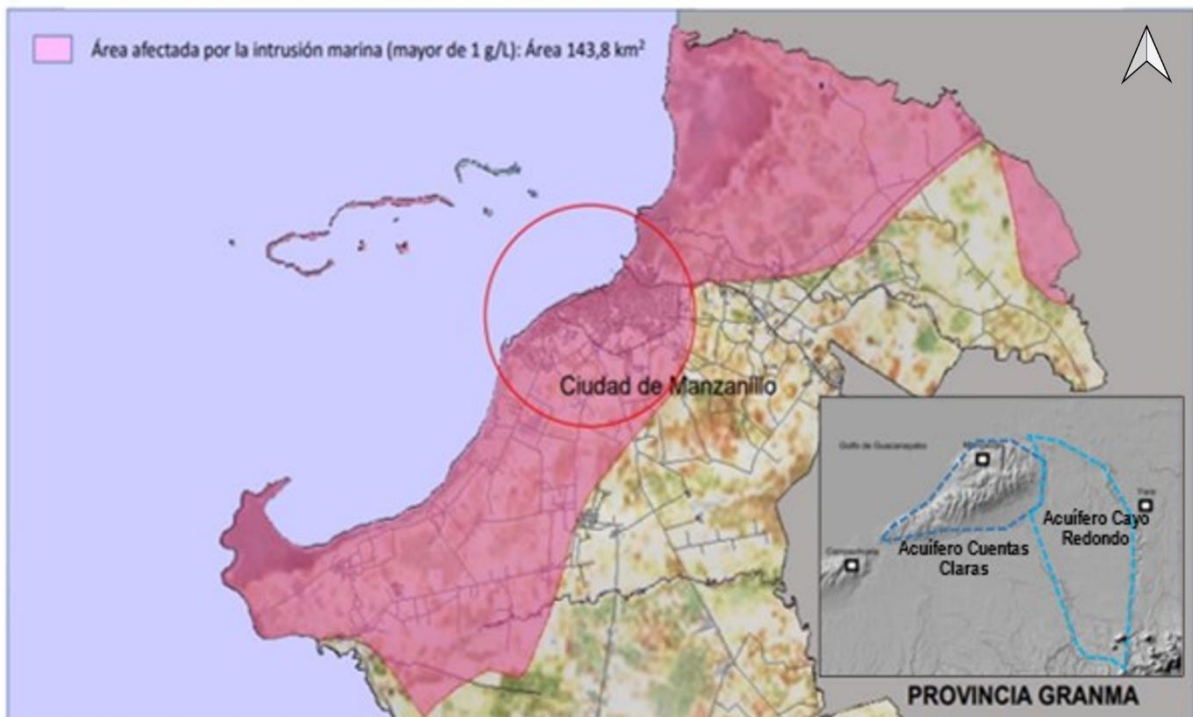


Figura 11. Principales ecosistemas y sus servicios en relación a los posibles impactos del cambio climático en la ciudad de Manzanillo



Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2019, Resultados del Macroproyecto: "Escenarios de peligrosidad de la zona costera cubana, asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100 en la ciudad de Manzanillo, Granma"

Figura 12. Riesgo de intrusión marina en acuíferos de la ciudad de Manzanillo y su área de influencia. Fuente: CITMA, 2019

En la zona alta de la ciudad de Manzanillo, no existe sistema de alcantarillado. El drenaje pluvial se canaliza por cuatro cañadas, Vázquez, Horacio Rodríguez, Santa Helena y Caymari (Figura 13), debido a que la topografía de la ciudad que va desde -1m a +60m sobre el nivel medio del mar, permite que el agua llegue a la parte baja de la ciudad y de ahí se distribuya al litoral por diferentes vías. Sin embargo, el crecimiento urbano de la ciudad interrumpió algunas de estas cañadas con vías pavimentadas, afectando el curso del drenaje del agua, lo que provoca inundaciones en las zonas aledañas.

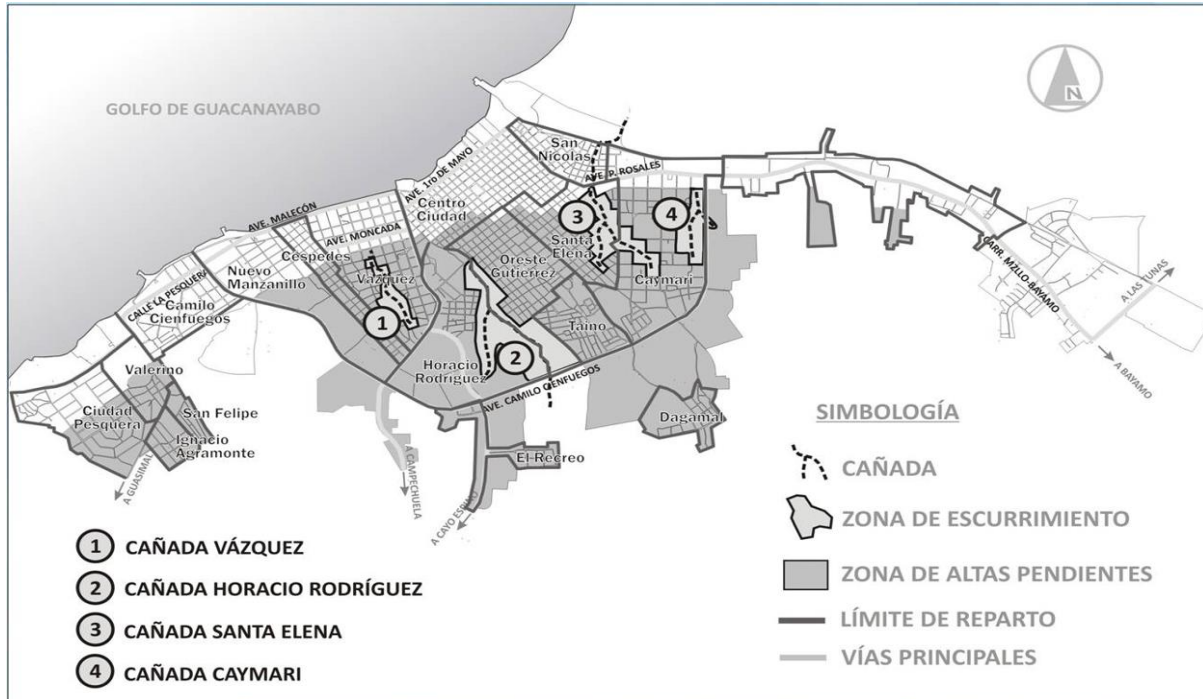


Figura 13. Localización de las principales cañadas con riesgo de inundaciones pluviales en Manzanillo

En la mayoría de los casos, las cañadas pasan por la parte trasera de las viviendas. Las cañadas no están diseñadas para asimilar el volumen y la velocidad con la que fluye el agua actualmente, por lo que las viviendas aledañas a las mismas sufren de inundaciones constantes (Ver tabla 3) . Además, los pobladores y algunas empresas aledañas, a falta de infraestructura, conectan los residuales domésticos a la cañada, además de depositar sus desechos por falta de un sistema de colección de residuos sólidos en la zona alta de la ciudad. Consecuentemente, las cañadas no solo son colectoras de aguas pluviales, sino que también son colectoras de aguas negras domésticas y de instalaciones estatales, y desechos sólidos, por lo que los drenajes del sistema de alcantarillado de la zona baja se obstruyen, provocando inundaciones que abarcan varias manzanas.

	Vázquez	Horacio Rodríguez	Santa Helena	Caymari
Área	10,43 ha	43,84 ha	10,77 ha	10,46 ha
Cantidad de viviendas	440	437	489	272
Población	1530	1215	1399	850
Viviendas con afectación inmediata	47	25	66	15
Población con afectación inmediata	141	79	203	47



Tabla 3. Asentamientos humanos aledaños a las cañadas. Fuente: DMOTU, 2022. Conferencia para Taller de Nature4Cities

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

Además, en Manzanillo 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 según el tipo de cobertura del suelo (arbolado deficitario o ausente), la densidad y el tipo de construcción de las viviendas (Figura 9). 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 y ocupación del suelo en las zonas urbanas, peri-urbanas y rurales de las ciudades pueden contribuir en la aparición de importantes impactos ante los peligros de índole climática. Es así como el cambio en la cobertura del suelo, reflejado en el índice de vegetación (NDVI) muestra importantes diferencias si está cubierto por vegetación o zonas verdes lo cual varía según la densidad de la trama urbana (densa o difusa, en particular las zonas densas y periurbana (Figura 14). Manzanillo registra . muy baja ocupación de área verde por habitante, en particular en la zona urbana central.

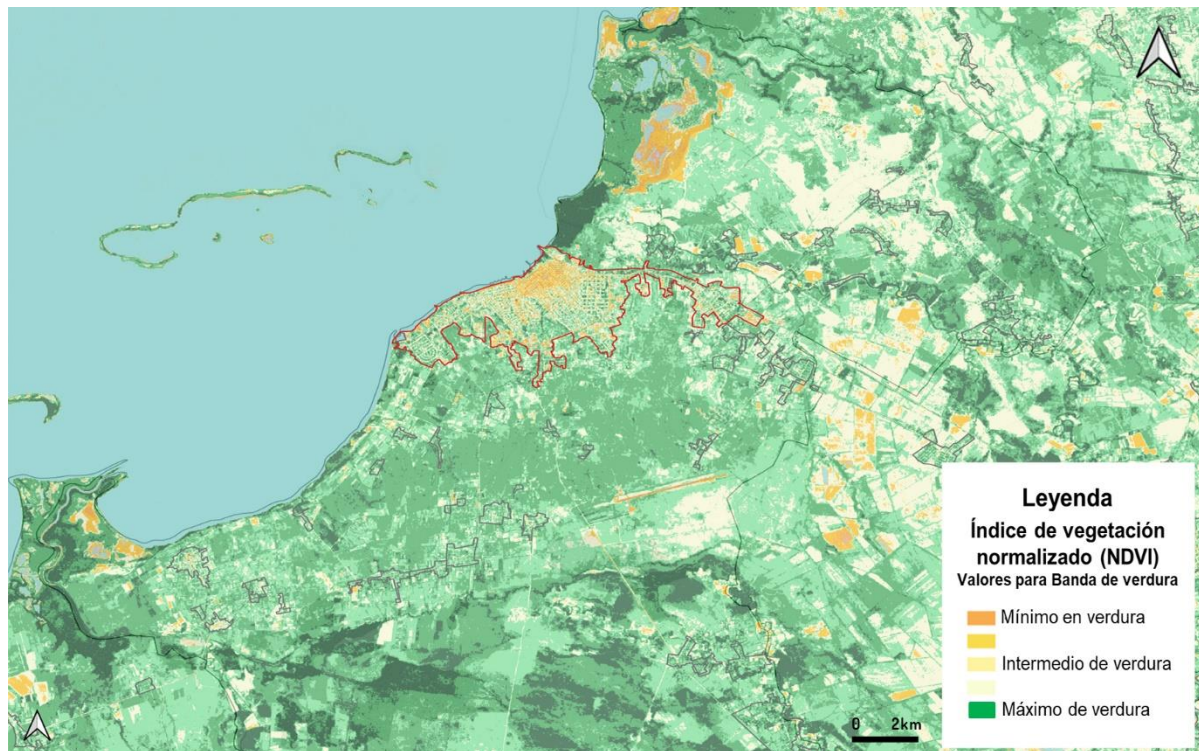


Figura 14. Índice de vegetación normalizado (NDVI) en la ciudad de Manzanillo y área de influencia

**Detección de puntos críticos**

Los puntos críticos (hotspots) son áreas sobresalientes para las ciudades por el impacto que genera el clima repercutiendo en la concentración de riesgos ante los eventos relacionados con el clima. 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 las consultas realizadas a los actores acerca de la percepción y conocimiento de los principales impactos climáticos y la información disponible se priorizaron para la ciudad de Manzanillo las áreas de riesgos relacionados con el ascenso nivel del mar, las inundaciones y las islas de calor, las sequías y los impactos sobre los servicios de los ecosistemas e infraestructuras.

### Servicios Ecosistémicos

Además de los servicios ecosistémicos (ver Figura 11), en el área del municipio de Manzanillo se encuentran dos áreas protegidas, en particular la zona de refugio de fauna Humedales del Río Gua y Cayos de Manzanillo localizada en la costa Sur del Golfo de Guacanayabo, entre los municipios de Campechuela y Manzanillo. Esta zona se encuentra amparada principalmente por la Ley No.1 de Protección de Patrimonio dictada el 4 de agosto de 1977, también por la Ley No.2 de los Monumentos Nacionales y Locales; así como el Reglamento No. 55 del 29 de noviembre de 1979, que instrumenta a este cuerpo de leyes. Los humedales del río Gúa y los cayos de Manzanillo son sustentos de bosques de manglares y otras formaciones vegetales que sirven de refugios, alimentos y sitios de nidificación de muchas especies de fauna donde se destacan por su importancia más de 50 especies de vertebrados terrestres (DMOTU,2019).

Otro aspecto importante en relación con los servicios de los ecosistemas en las áreas urbanas es el potencial de regulación de la temperatura ocasionadas en función del índice de vegetación en las islas de calor identificadas. La Figura 15 muestra el NDVI (Índice de vegetación normalizado por sus siglas en inglés) para el área urbana por bloques, que permite tener una aproximación de los espacios verdes existentes en la ciudad para evaluar la disponibilidad de verde por bloque urbanizado.

Como ilustra la Figura 12, la intrusión de agua marina puede tener importantes impactos sobre la disponibilidad de agua. Manzanillo carece de embalses de gran capacidad por lo que la población urbana y rural se abastece mediante campos de pozos y pozos individuales, de las tres cuencas subterráneas que pasan por el municipio (Cuentas Claras, Cayo Redondo y Cayo Redondo Nuevo). Estas cuencas subterráneas pueden verse afectadas por la salinización de las aguas con importantes efectos sobre la provisión de agua potable.

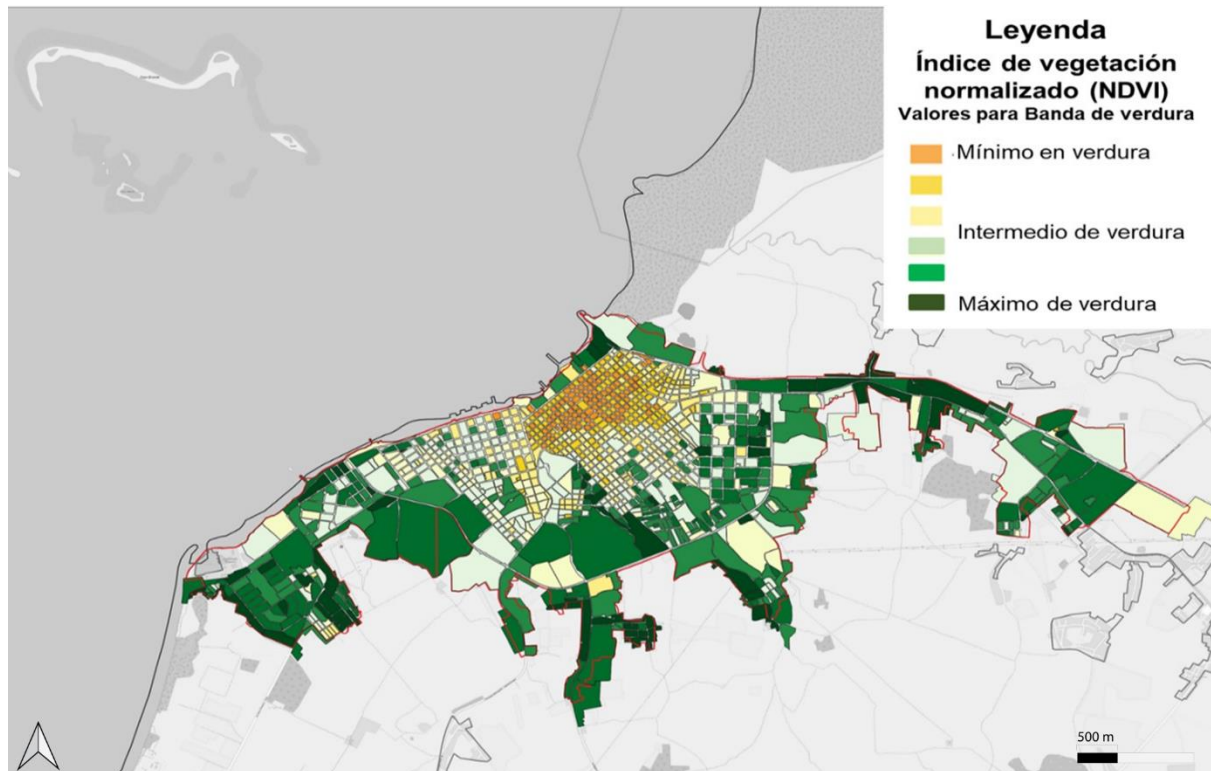


Figura 15. Índice de vegetación normalizado (NDVI) para el área urbana densa de la ciudad de Manzanillo

Además como ilustra la Figura 15 del Índice de vegetación normalizado (NDVI) las zonas de ladera de la parte más alta de la ciudad (aun no urbanizadas y con cobertura boscosa) juegan un rol primordial en la regulación hídrica y el control de inundaciones de las cañadas en particular para los barrios más vulnerables del centro urbano. El buen manejo y gestión de estas áreas verdes puede ayudar al manejo de los riesgos de inundación pluvial.

## Infraestructuras

### Infraestructura Hidráulica

El municipio de Manzanillo dispone de una dotación de 300 l/hab/día. De los 65 asentamientos poblacionales y los cuatro núcleos urbanos, solo 20 reciben el servicio de acueducto (incluyendo la ciudad de Manzanillo). El resto del municipio se encuentran servido por pozos (61.7 % del total de la población), por pipas y por otros medios de forma inestable. La situación más crítica lo presentan los asentamientos La Demajagua, Palmarito Arriba, El Congo, La Candelaria, El Ranchón, Purial de Jibacoa, Los Letreros, El Pozón, La Piedra, Garata Abajo, Palmarito Abajo, Guasimal Abajo y Calicito. Estos asentamientos cuentan con estudios de micro localización para la construcción de acueducto (DMOTU, 2019). Por esto, el sistema de abasto de agua del municipio presenta un servicio discontinuo, ya que en los asentamientos que poseen sistemas de acueducto el agua se brinda sin la calidad necesaria y las constantes roturas imposibilitan un servicio estable. Además, los salideros en la red, acometidas e interior de las viviendas provocan la pérdida de un número considerable de líquido bombeado (DMOTU, 2019). No obstante, como se mencionó, según los escenarios de cambio climático, el riesgo en la provisión de agua puede estar más relacionado con la intrusión de agua marina y la salinización de las cuencas subterráneas que con los cambios en las precipitaciones (cambio en la precipitaciones entre -10% y +15% según el escenario RCP 1.9, RCP 4.5 y RCP 8.5, para 2030 – 2050).



## Infraestructura Sanitaria

En cuanto al saneamiento y drenaje, el estado de la red de alcantarillado es deficiente, por lo que ante eventos de intensas lluvias se pone de manifiesto la obstrucción de algunos emisarios del alcantarillado, fundamentalmente en Troya Calicito, Jibacoa, Cayo Espino, San Francisco y Las Novillas. Solo tres núcleos urbanos cuentan con solución de residuales (Troya, Las Novillas y San Francisco), de los cuales los dos primeros adolecen de lagunas de oxidación por inoperantes. En caso del núcleo urbano de Calicito y del total de los asentamientos rurales (65), no cuentan con este servicio. El sistema de lagunas en San Francisco se encuentra operación con gran capacidad, asimilando las aguas residuales procedentes del núcleo urbano. Dispone de un sistema capaz de asumir los residuales procedentes de la ciudad de Manzanillo, extraídos, transportados y vertidos por los carros fosas.

En el caso del alcantarillado del núcleo urbano de Las Novillas no cuenta con ningún sistema de tratamiento lo que provoca que todos los residuales líquidos de alrededor de 1,017 personas se viertan sin ningún tipo de tratamiento al arroyo Palmas Altas, generando una carga contaminante de 15.56 ton DBO5/año. Esto contaminación se vierte cruda al río Yara, al suelo y a las aguas del golfo de Guacanayabo (DMOTU, 2019).

Manzanillo no cuenta con un sistema de evacuación de aguas pluviales adecuado y existe solamente un sistema sobre la base de las líneas de drenaje intermitentes (cañada) que atraviesan la ciudad desde las laderas hacia la línea costera. Estas cañadas (Vázquez, Horacio Rodríguez, Santa Helena y Caymari, ver Figura 13) no tienen la estructura y dimensión necesaria para asegurar el drenaje del agua acumulada por precipitaciones fuertes en períodos muy cortos y se ubican además en zonas y localidades vulnerables donde acontecen los mayores impactos que pueden alcanzar nivel de desastres naturales (CITMA, 2019). Además, las viviendas se ubican al borde de estas cañadas con los consecuentes impactos sobre la salud humana por la contaminación y acumulación de aguas servidas, la inundación directa de las viviendas por crecidas intempestivas y al estar destapadas los olores de agua servidas y el peligro de accidentes es sumamente alto.

## Infraestructuras sociales

Por último algunas de las infraestructuras sociales, como escuelas y hospitales, pueden estar bajo alto riesgo de islas de calor y de inundación por subida del nivel del mar. Las Figuras 16 y 17 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 mts alrededor de cada infraestructura. La Figura 18 muestra aquellas infraestructuras básicas bajo riesgo de inundación según diferentes escenarios. Estas infraestructuras básicas deben ser tomadas en cuenta para toda planificación urbana y gestión de riesgos.



Figura 16. Localización de hospitales y policlínicos en función de las islas de calor en la ciudad de Manzanillo.

Finalmente es importante analizar las posibles cascadas de impactos climáticos en relación con los servicios de los ecosistemas (provisión, regulación y soporte). Como ilustran las figuras 18 y 19, en el caso de la ciudad de Manzanillo la combinación de los efectos del cambio climático adicionados a los efectos de la urbanización y cambios en el uso del suelo pueden tener importantes impactos en cascada. Por ejemplo, en el caso de los manglares, estos proveen madera, alimentos, criadero de fauna y flora y protección costera, regulan las inundaciones, las poblaciones, los ciclos de nutrientes, y la formación de suelos; al mismo tiempo que soportan la pesca, el reciclado de materiales, la polinización y la línea costera. No obstante, las continuas perturbaciones como la reconversión, la urbanización y la deforestación alteran estos ecosistemas y perturbaciones adicionales como huracanes y tormentas pueden conducir a una cadena de cambios en los servicios ecosistémicos para terminar en lo que se conoce como salitrales, que permiten solamente la provisión de sal, perdiéndose el gran potencial de protección, soporte y control de inundaciones, erosión costera y pesca que poseen estos ecosistemas costeros.



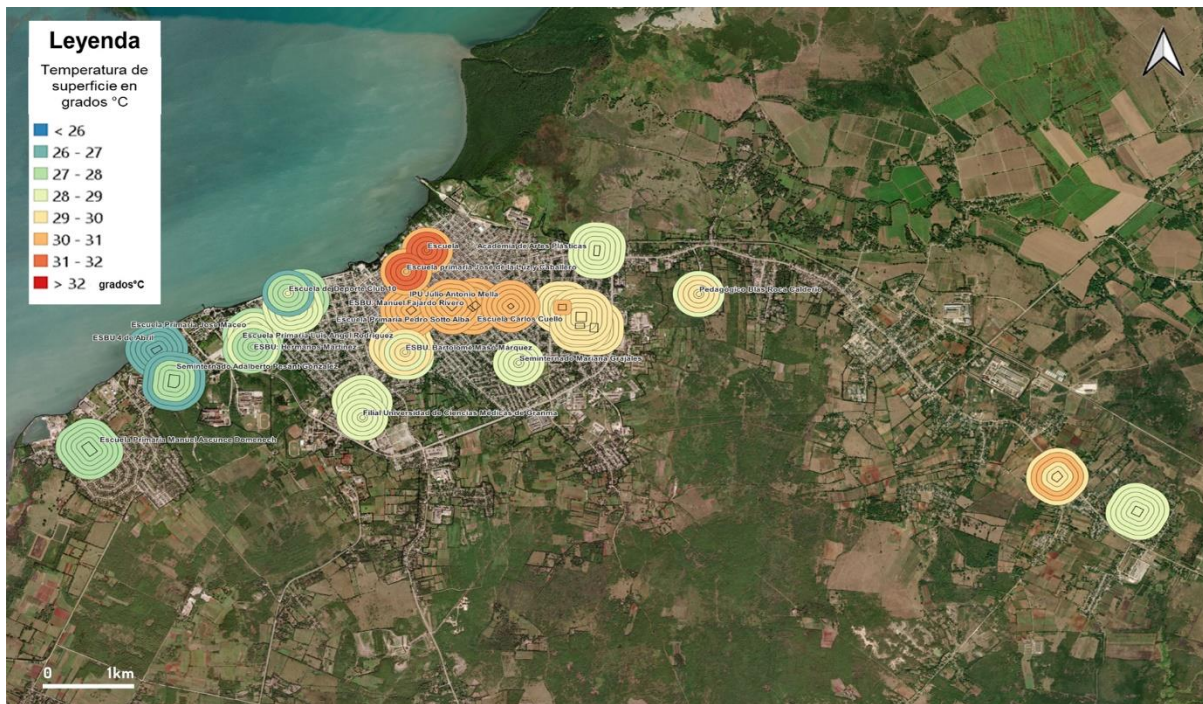


Figura 17. Localización de escuelas en función de islas de calor en la ciudad de Manzanillo

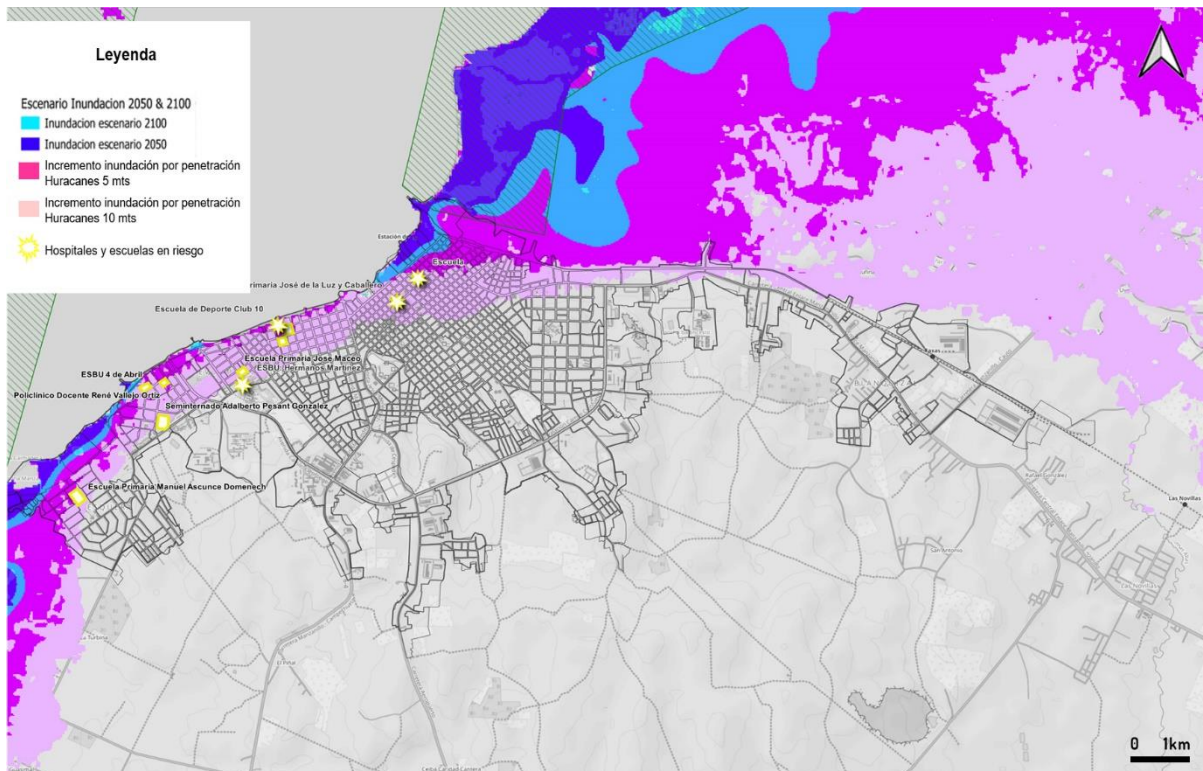


Figura 18. Localización de escuelas y hospitales en función del riesgo de inundación en la ciudad de Manzanillo

A manera de resumen las Figuras 19, 20 y 21 muestran los porcentajes de superficie, población y manzanas afectadas por diferentes riesgos climáticos analizados y evaluados, que permiten ver la importancia para la planificación futura de manera a poder adaptarse a estos impactos en la ciudad.

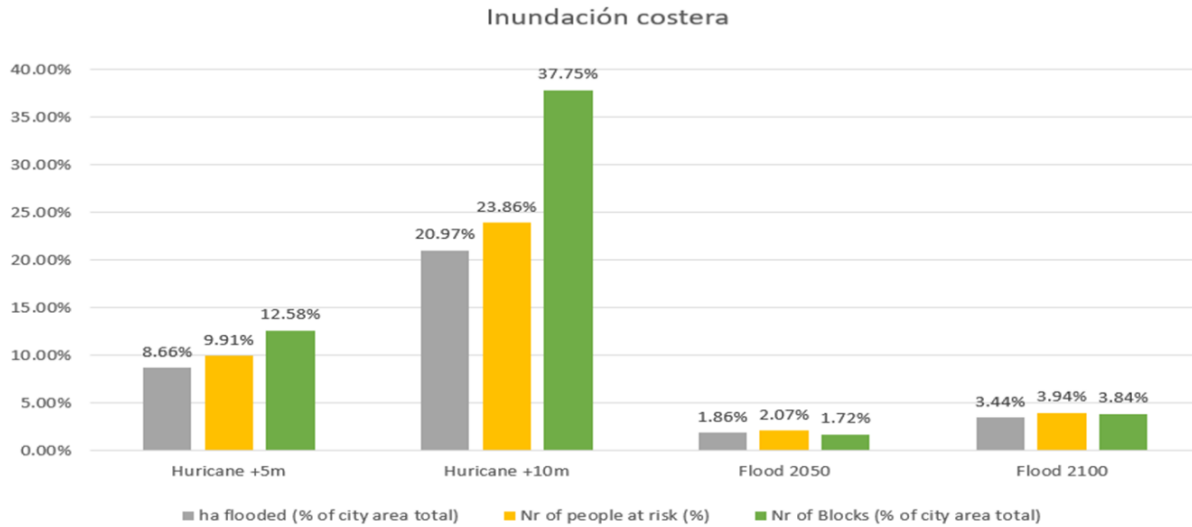


Figura 19. % de la superficie, población y manzanas afectadas por inundación costera para 4 escenarios diferentes (Huracán y 5 mts aumento nivel del mar, 10 mts aumento del nivel del mar, inundaciones previstas para el 2050 y 2100).

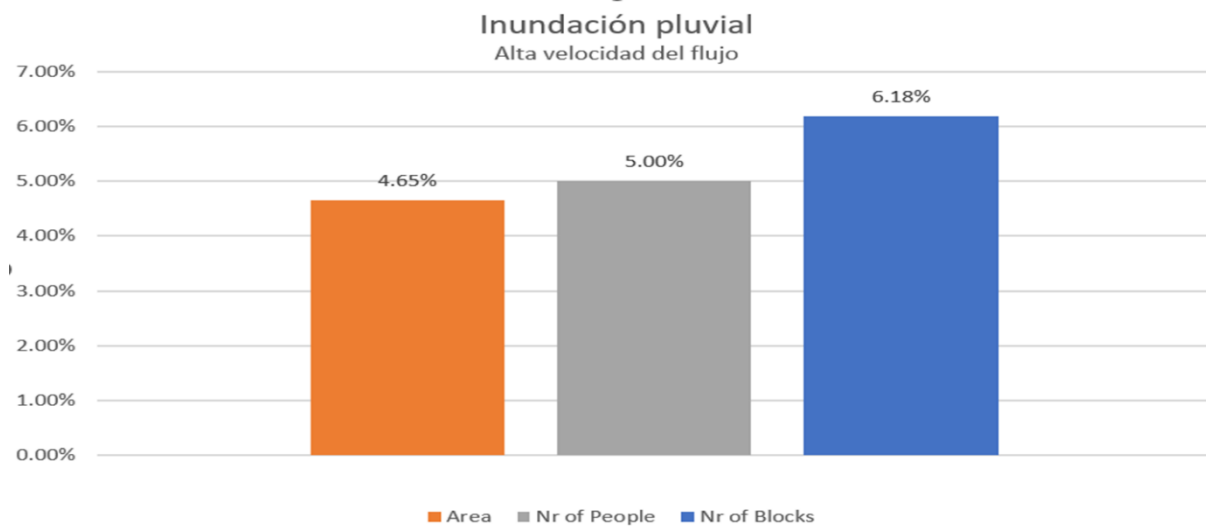


Figura 20. % de la superficie, población y manzanas afectadas por inundación pluvial con alta velocidad del flujo.

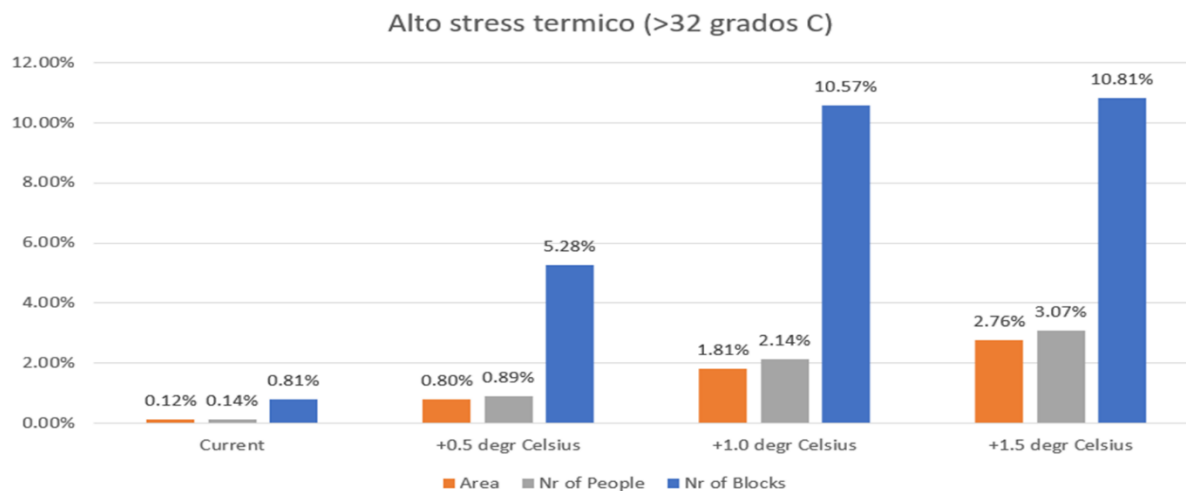


Figura 21. % de la superficie, población y manzanas afectadas por stress térmico según 4 escenarios diferentes (temperatura actual, + 0.5 grados C, +1 grado C, + 1.5 grados C).

## 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 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 la ciudad, integrando tanto la zona urbana y peri-urbana como las zonas rurales (que proveen de importantes servicios ecosistémicos a la ciudad), se traduce en una cascada de impactos sobre la población y las infraestructuras básicas. Como ilustra la figura 22, en el caso de la ciudad de Manzanillo la combinación de los efectos del cambio climático adicionados a los efectos de la urbanización y cambios en el uso del suelo pueden tener importantes impactos en cascada. Por ejemplo, en el caso de los manglares, estos proveen madera, alimentos, criadero de fauna y flora y protección costera, regulan las inundaciones, las poblaciones, los ciclos de nutrientes, y la formación de suelos; al mismo tiempo que soportan la pesca, el reciclado de materiales, la polinización y la línea costera. No obstante, las continuas perturbaciones como la reconversión, la urbanización y la deforestación alteran estos ecosistemas y perturbaciones adicionales como huracanes y tormentas pueden conducir a una cadena de cambios en los servicios ecosistémicos para terminar en lo que se conoce como salitrales, que permiten solamente la provisión de sal, perdiéndose el gran potencial de protección, soporte y control de inundaciones, erosión costera y pesca que poseen estos ecosistemas costeros.



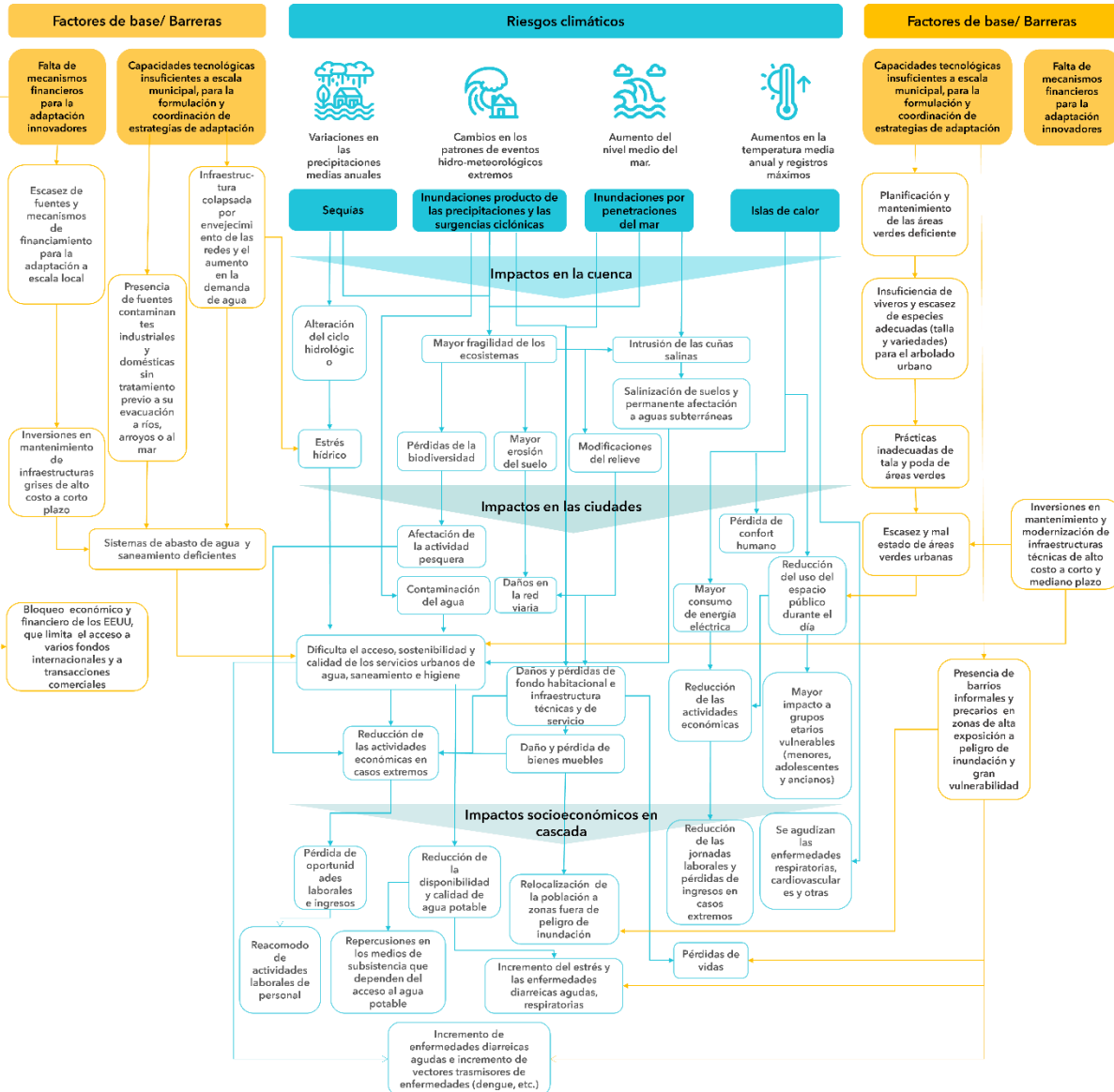


Figura 22. Cascada de impactos climáticos en la ciudad de Manzanillo

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

---

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 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.

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.

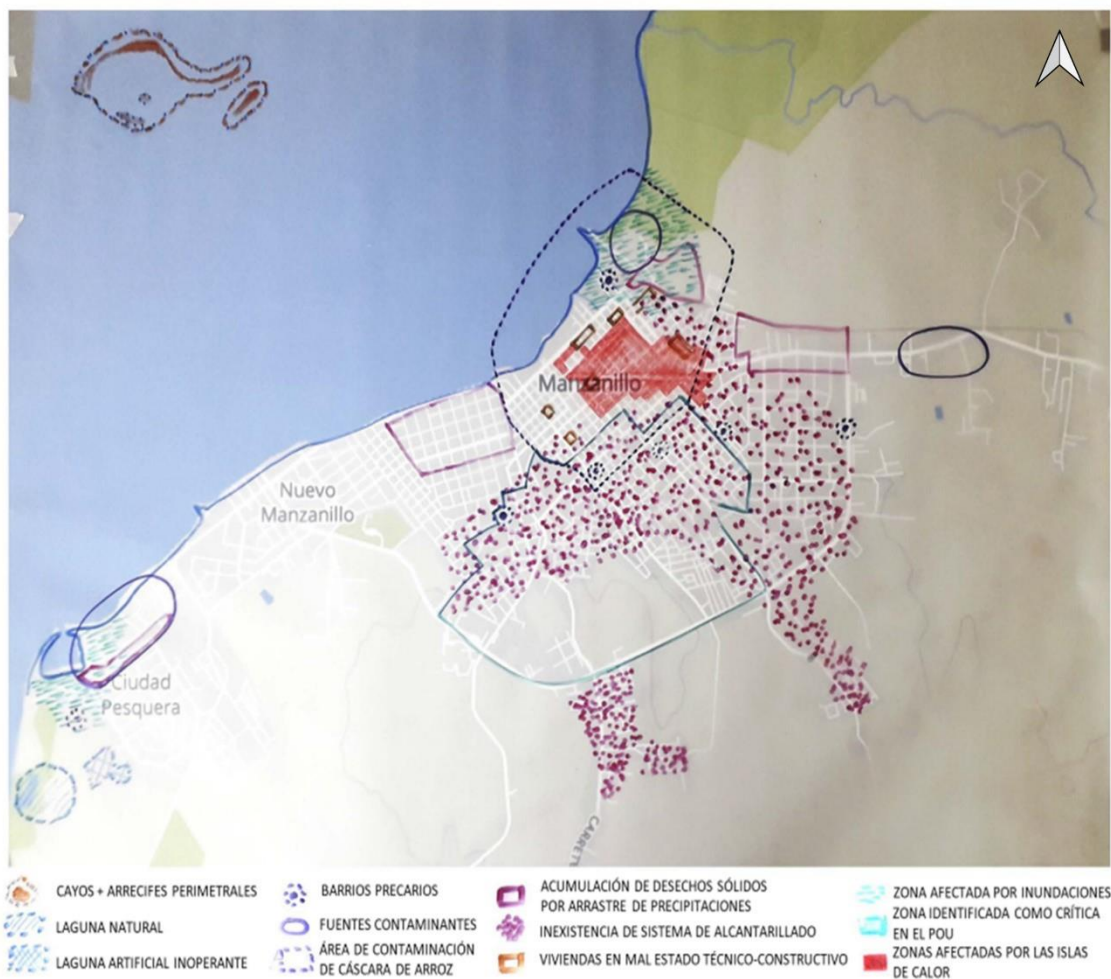
Por esto es de gran utilidad en el proceso de planificación urbana facilitar y apoyar la exploración de opciones de adaptación y mitigación al cambio climático. Esto implica integrar en la exploración de opciones las SbN para la adaptación y mitigación, así como las sinergias y co-beneficios con opciones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

La exploración de posibilidades para el diseño de opciones de adaptación debe por lo tanto incluir 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. De esta forma se integran las evaluaciones en la planificación urbana, sumando las perspectivas y las formas de accionar de todos 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.

En el caso de la ciudad de Manzanillo, el proceso de evaluación de vulnerabilidad y riesgos que incluyó todas las etapas descritas, obtuvo sobre la base de diferentes talleres con los actores un mapa validado de la vulnerabilidad y riesgos, incluidos los puntos críticos en la ciudad y su área de influencia (Figura 23). Además en el proceso con los actores se obtuvieron datos y se realizaron análisis con expertos locales (ver Anexo 2).

Los actores resaltaron como posibles áreas en las que las intervenciones serían necesarias para incidir en la planificación y asegurar sinergia con otras iniciativas, las acciones siguientes:

- Actualización del estudio de arbolado urbano y desarrollo de un plan de verde urbano integral. El Plan de Ordenamiento Urbano (POU) contempla la ejecución de un Plan de Áreas Verdes del centro histórico por el aniversario 230 de la ciudad, para lo que se discuten las posibilidades de siembra en balcones y azoteas, jardines verticales y patios. Así como la necesidad de garantizar la siembra de posturas de diferentes especies, adecuadas para los sitios apropiados, en viveros de la localidad.
- Continuidad del estudio de manglares que se realiza desde EPIGRAN.
- Proyecto de implementación para restaurar el ecosistema del sistema de cayos de Manzanillo.
- Alianza con el proyecto Mi Costa.
- Fortalecimiento de capacidades y provisionamiento técnico para los viveros que garantizan el arbolado urbano.



**Figura 23. Mapa de vulnerabilidad y riesgos (incluidos puntos críticos) como resultado de la validación con los actores en la ciudad de Manzanillo**

## 8. REFERENCIAS

---

1. **DMOTU, 2019.** Plan Municipal de Ordenamiento Territorial 2030. Manzanillo: s.n.
2. **CITMA, 2019.** Resultados del Macroproyecto: “Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana, asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100 en la ciudad de Manzanillo. Granma”.
3. **PNUD-Cuba, 2020.** Resiliencia Costera al Cambio Climático en Cuba a través de la Adaptación basada en Ecosistema—“MI COSTA”—Informe de evaluación social y ambiental.
4. **CITMA, 2011.** Estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo por fuertes vientos, inundación por intensas lluvias y penetración del mar en el municipio Manzanillo.
5. **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).
6. **Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI), 2022.** Base de datos, censo Camagüey [no publicado].
7. **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.
8. **Inter Press Service en Cuba (IPS-Cuba), 2013.** Los manglares del archipiélago cubano y el cambio climático. Disponible en: [https://www.ipscuba.net/ipscuba-net/visiones-del-caribe/en-profundidad/los-](https://www.ipscuba.net/ipscuba-net/visiones-del-caribe/en-profundidad/los-manglares-del-archipelago-cubano-y-el-cambio-climatico/)
9. **Inter Press Service en Cuba (IPS-Cuba), 2021.** Índice de Pobreza Multidimensional. Disponible en: <https://www.ipscuba.net/archivo/indice-de-pobreza-multidimensional/>
10. **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.
11. **IPCC, 2014. 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.
12. **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.
13. **IPCC. 2023.** *SYNTHESIS REPORT OF THE IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6): Summary for Policymakers.* Acceso el 21/3/2023 [https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_SPM.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.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	Etapas
<b>Entrevistas o grupos focales</b>	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
<b>SIG participativos</b>	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
<b>Mapeo de actores</b>	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
<b>Flujo de relaciones</b>	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
<b>Entrevistas</b>	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
<b>Juicio de expertos</b>	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
<b>Indicadores</b>	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
<b>Cartografía cognitiva</b>	Cartografía y mapeo en base a los conocimientos de los actores.	1 2 3
<b>Construcción y/o uso de escenarios</b>	Evaluación de las implicaciones de los riesgos, las opciones y las alternativas a través de la variación de valores e impactos claves.	1 2
<b>Análisis costo-beneficio</b>	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 SbN. <u>Costos</u> : son los recursos requeridos para aplicar las SbN 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 SbN. La valoración no abarca únicamente mediciones monetarias, sino también la evaluación no monetaria.	3
<b>Análisis multicriterio</b>	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
<b>Lluvia de ideas</b>	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. 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><b>Sequías</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El abasto de agua proviene de 4 presas: Pontezuela, Cubano-Búlgara, Máximo y Tímina, esta última funciona como presa de reserva. Existe una planta potabilizadora en la Circunvalación Norte de la ciudad. 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Los aljibes se encuentran inhabilitados en su mayoría por los siguientes factores:</li> <li>• Desmontaje de la industria de producción de tinajones (tradición local centenaria)</li> <li>• 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</li> <li>• Falta de mantenimiento</li> <li>• 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</li> <li>• No existe un levantamiento de aljibes dentro del centro histórico</li> <li>• En el barrio Porvenir, donde se extrae el agua de pozos, existía una fuerte tradición de alfarería (producción de tinajones)</li> <li>• Durante décadas se analizó el río como una fuente contaminante para la ciudad y no como una potencialidad. A partir del proyecto "<b>Camagüey mira a Sus Ríos</b>", se devuelve al río su importancia como corredor ecológico dentro de la ciudad. Faltan secciones por intervenir.</li> </ul>
<p><b>Lluvias intensas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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 sólidos en la ciudad, por lo que representa una brecha a la hora de definir responsabilidades.</li> </ul>

## Islas de calor

- 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.