

Comunidad de Práctica Nature4Cities



Resiliencia Urbana

Implementación de soluciones basadas en la naturaleza en la ciudad Manzanillo.

Caso de Estudio Cañada Vázquez

Equipo de Trabajo

INOTU

MSc. Lic. Armando C. Muñoz González
MSc. Ing. María Inés Duque González
Lic. Manuel Lázaro Santana Macías

DOTU Granma

MSc. Ing. Yamilet Tamayo Labrada
MSc. Denny Rodríguez Alarcón
MSc. Arg. Rosa A. Almunia Hormigot

28 de junio de 2024

Comunidad de Práctica Nature4Cities

Resiliencia Urbana Implementación soluciones basadas en la naturaleza en la ciudad Manzanillo

Caso de Estudio: Cañada Vázquez

Solución Basada en la Naturaleza seleccionada

Sistema de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS)

Desarrollo de actividades

Propuesta de SUDS

Jardines de Infiltración y los Humedales artificiales

Instrumentos de gestión basado en suelo

Contribución por mejora

Mecanismo de involucramiento conjunto

Alianzas público y privado

junio 2024

Listado de siglas y acrónimos

CITMA	Ministerio de Ciencia, tecnología y Medioambiente
CPA	Cooperativa agropecuaria
DMOTU	Dirección Municipal de Ordenamiento Territorial y Urbanismo
DOTU	Delegación de Ordenamiento Territorial y Urbanismo
EDM	Estrategia de Desarrollo Municipal
FVC	Fondo Verde para el Clima
INOTU	Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo
MIPYMES	Micro, pequeñas y medianas empresas
NAUC	Nueva Agenda Urbana en Cuba
PDL	Proyecto de Desarrollo Local
POU	Plan de Ordenamiento Urbano
SbN	Soluciones basada en la naturaleza
TCP	Trabajador por Cuenta Propia

I. Introducción

Producto de los resultados del desarrollo alcanzado por la humanidad durante los Siglos XX y lo transcurrido del XXI, se ha reconocido en diferentes eventos científicos, que nuestro planeta está inmerso en un proceso de "franca crisis ecológica", provocada por el incremento de diversas prácticas nocivas a nivel universal, como la generación de gases efecto invernadero a la atmósfera, que propician el desencadenamiento de eventos meteorológicos severos, entre otros, con efecto directo en animales, cultivos, el hombre y su propio hábitat.

Entre los aspectos a solucionar para hacer resilientes a los asentamientos humanos ante el mencionado cambio climático en pleno desarrollo, estarán: la adaptación a la elevación del mar, la salinización de aguas y suelos, las soluciones ante inundaciones por lluvias intensas, el desencadenamiento de intensas sequías y la reducción de fuentes de abasto de agua, los problemas con la seguridad alimentaria, la elevación de las temperaturas, en particular en ciudades por el efecto de la "isla de calor", entre otros.

Por lo tanto, nos urge la evaluación de muchos aspectos, con incidencia directa en los asentamientos humanos, que constituyan factores esenciales para poder lograr la elevación de la resiliencia urbana en los mismos. Para ello, es necesario fortalecer la sostenibilidad urbana, como condición necesaria para contribuir a alcanzar una garantía de seguridad alimentaria, fuentes de empleo, conectividad, protección y cuidado al medio ambiente, una adecuada gobernanza y mejor calidad de vida.

Se insiste en las acciones proactivas ante los impactos del cambio climático, el avance en la solución de las causas de riesgos, a través de la aplicación de herramientas de planificación integradora de las propuestas sectoriales, regulación y financiación, todas dirigidas a elevar su capacidad de respuesta.

Para ello, la gobernanza local competente y responsable es esencial y garante de la resiliencia, transitando por problemas de: insuficientes proyectos con la calidad requerida, insuficientes recursos financieros y técnicos, una mejor atención a las etapas para enfrentar eventos severos que se plasman en los planes de reducción de riesgos de desastres (antes, durante y después).

Contar con una base de información sólida, es un reto para contribuir con conocimientos científico-técnicos, lograr la comprensión del tema y la posibilidad de disponer con una divulgación oportuna y esclarecedora ante los impactos esperados a nivel local, aspecto clave para el desempeño de las autoridades locales y para conducir a los restantes actores de la sociedad, con la presencia de la población, convocada a participar, decidir y planificar.

El escenario de cambio climático para Cuba, muestra modificaciones del clima, a partir del estudio de las series históricas, desde la década de los años 70 del siglo pasado, y se citan: Incremento del valor de las temperaturas media mínimas + 20 C y media máximas de 0.80 C; y temperatura media en 10 C más elevadas, ascenso de número de

noches cálidas y días calurosos con incremento de las temperaturas promedio, modificaciones en el régimen de precipitaciones, con elevación de acumulados en el período poco lluvioso (noviembre-abril) y descensos en los meses lluviosos (mayo-octubre), reducción en el promedio anual de lluvias en un 10%, se ha reducido el comportamiento de la nubosidad, hay incrementos de la radiación solar e incide en el balance de evapotranspiración que supera el actual, se acentúan los eventos hidrometeorológicos extremos de lluvias mayores a los 50 mm en corto plazo temporal, las sequías reportan más duración y severidad, con impactos negativos en las disponibilidades de agua incidiendo en el rendimiento y producción de cultivos básicos para la alimentación humana y animal, entre otros efectos, los mareógrafos registran de manera sostenida incrementos en la altura del n.m.m., y se visualiza el retroceso de la línea de costa en sectores más bajos del litoral de la isla, erosión de las playas. Por lo tanto, la tendencia del cambio climático actual coincide en que: "Cuba pasará de un Clima Tropical Húmedo a un Clima Subhúmedo Seco".

Producto del cambio del clima en Cuba y en respuesta a los impactos identificados y proyectados, se aprueba en el 2017, el Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático (Tarea Vida), en forma de un programa amplio y ambicioso para enfrentar el cambio climático en todo el territorio nacional, a través de medidas para vivir y desarrollarnos sosteniblemente en condiciones de un clima cambiante (adaptación) y reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero, que contribuyen al Cambio Climático.

La resiliencia urbana forma parte de la implementación de la Nueva Agenda Urbana de Cuba 2017-2036, como Plan de Estado, que conduce el INOTU, con el apoyo de ONU HABITAT, proyecto que cuenta con ocho ejes temáticos, donde el último está dirigido a "Riesgos y Cambio Climático" y se apertura en tres líneas de trabajo, dirigidas por entero a abordar estos problemas y potencia: la reducción de la exposición de los asentamientos humanos frente a los riesgos; el aumento la resiliencia de los asentamientos humanos; la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para reducir la vulnerabilidad.

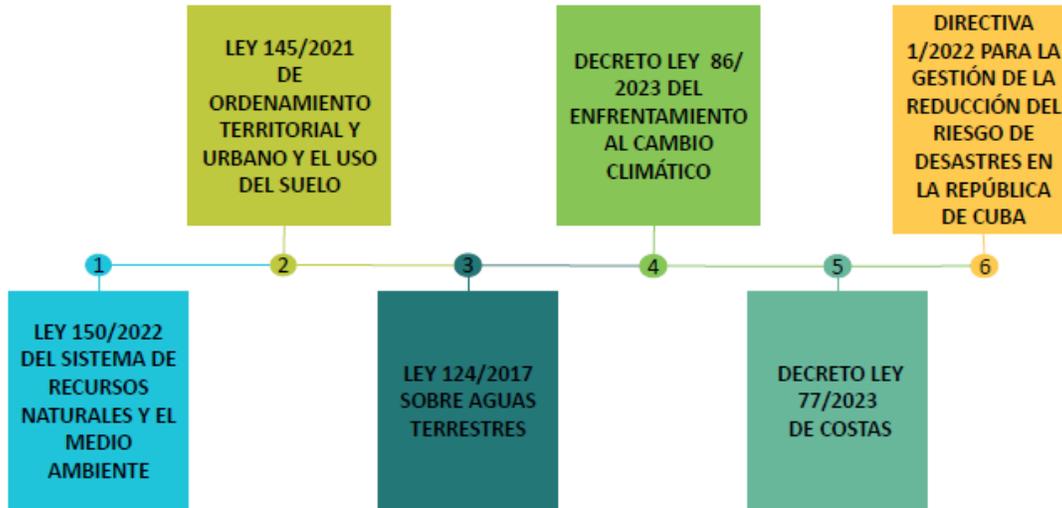
Este esfuerzo está en plena correspondencia con el Plan de Desarrollo Económico y Social al 2030, basado en principios de soberanía, independencia, prosperidad y sostenibilidad, en concordancia con la formulación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) al 2030 de Naciones Unidas, en particular el número once (ODS 11) que persigue: "lograr que las ciudades y asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles". Para ello se adoptan de forma paulatina políticas públicas, planes de acción integrales que promuevan la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación y adaptación al cambio climático, aspectos estos recogidos en los Acuerdos de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres para la etapa 2015-2030.

La actualización en el Sistema de Ordenamiento Jurídico cubano, de leyes, decretos-leyes, decretos y otras complementarias, favorece la interrelación entre diferentes sectores de la sociedad, siendo un elemento esencial la protección y el cuidado del medio ambiente para lograr ciudades resilientes, sostenibles, inclusivas y seguras.

Se sintetiza en la figura I.1, las más representativas para los procesos de mitigación y adaptación ante el cambio climático, con la aplicación de SbN.

Figura I.1

Instrumentos de regulación directa



Fuente: Equipo de trabajo N4C, 2024.

El **objetivo general** de este trabajo, está dirigido a: Elaborar propuestas de SbN para la adaptación al cambio climático, en el caso de estudio, mediante la aplicación de una estrategia de captura del suelo y otros financiamientos, con participación multiactoral.

Para su análisis se desglosa en tres **objetivos específicos**.

1. Elaborar la línea base de peligros relacionados con el clima para la ciudad y establecer las propuestas de SbN a desarrollar en el Caso de Estudio "Cañada Vázquez".
2. Definir el recurso de captación de valor del suelo desde lo local, mediante la implementación de los instrumentos de gestión basado en suelo.
3. Identificar el mecanismo apropiado para el involucramiento del sector privado en la ejecución de proyectos para el desarrollo local.

Las SbN constituyen elementos integradores de los servicios ecosistémicos en el territorio, su aporte en beneficios y garantizando una mejor calidad de vida en el hábitat. Estas soluciones son factibles sin necesidad de grandes inversiones y su eficacia ha sido comprobada durante los últimos años en los proyectos pilotos de adaptación ante los efectos negativos por el impacto cambio climático desarrollados en América Latina.

II. Sistema de Drenaje Urbano Sostenible

Las ciudades resilientes necesitan, entre otras acciones, de Sistema Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), con visión integral de los diversos mecanismos de adaptación a implementar en respuesta a los efectos negativos ante el impacto del cambio climático, se mencionan: las SbN, la infraestructura verde y azul. Con el citado Sistema se disminuye y evitan las inundaciones pluviales mediante el control de la cantidad total a evacuar, se contribuye a la recuperación de la biodiversidad, la flora y la fauna, y se mejora la imagen del paisaje urbano y las condiciones de los espacios que genera mayor confort a la población.

De la bibliografía consultada sobre el tema, se identifican diversas medidas de SbN con resultados positivos en su implementación, entre ellas, la restauración riparia, los pozos de absorción, la implementación de viveros, la siembra de árboles frutales, las zanjas de infiltración, los jardines de lluvia y de infiltración, la naturalización de las aceras, los sistemas de captación de agua de lluvia. A continuación, en la Tabla II.1, se detallan algunas de ellas.

Tabla II.1

Breve caracterización de algunas de las SbN aplicadas

Protocolo de SbN	Descripción	Lugar de Implementación	Beneficios sociales y económicos	Principales impactos climáticos a atender
Restauración riparia 	<p>Área inundada periódicamente por el agua.</p>	<p>Arroyos, ríos urbanos y periurbanos afectados por los procesos de urbanización.</p>	<p>Organización comunitaria alrededor de la restauración y el cuidado del río</p> <p>Incremento de la belleza escénica en la zona.</p> <p>Disminución de contaminantes y sedimentos en el río, los sistemas radiculares de las plantas</p>	<p>Control de crecidas.</p> <p>Disminución de los riesgos de inundación.</p> <p>Control de la temperatura.</p>

Protocolo de SbN	Descripción	Lugar de Implementación	Beneficios sociales y económicos	Principales impactos climáticos a atender
			retienen parte de la contaminación que llega al río.	
<p>Pozo de absorción</p>  	<p>Su objetivo es la captación del flujo superficial o subsuperficial proveniente de la precipitación pluvial, la infiltración de los escurrimientos superficiales directamente al suelo, la disminución del caudal máximo instantáneo, la deducción del volumen escurrido, la recarga a los acuíferos, el mejoramiento de la calidad del efluente y el uso alternativo del agua infiltrada.</p>	<p>Suelos con una conductividad hidráulica de moderada a alta, para obtener un mejor aprovechamiento o del agua de lluvia.</p>	<p>Creación de empleo. Mejora los servicios ecosistémicos como recurso hídrico o protección contra desastres, y costos asociados Captura y almacenamiento de carbono</p>	<p>Sequía Menor disponibilidad de agua Inundaciones</p>

Protocolo de SbN	Descripción	Lugar de Implementación	Beneficios sociales y económicos	Principales impactos climáticos a atender
<p>Implementación de viveros</p>  	<p>Instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas, cuyos objetivos pueden ser la diversificación de ingresos o la reproducción de especies nativas resilientes - para reforestación o restauración.</p>	<p>Se selecciona un sitio, ya sea en el área urbana o en el área rural, que cuente con condiciones óptimas.</p>	<p>Involucramiento de la comunidad. Generación de empleos. Impacto en los medios de vida.</p>	<p>Pérdida de productividad. Menor seguridad. Alimentaria. Pérdida de cosechas.</p>
<p>Infraestructura urbana resiliente: Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales</p>  	<p>Tipos de humedales artificiales: humedales de flujo sub-superficial (se diseñan con el objetivo de proporcionar un tratamiento secundario avanzado del agua) y humedales de flujo superficial.</p>	<p>Pueden construirse prácticamente en cualquier sitio que cuente con un terreno con la superficie necesaria para su instalación y que tenga la topografía adecuada para facilitar un funcionamiento por gravedad</p>	<p>Disminuye la contaminación de cuerpos de agua cercanos al evitar el vertido de aguas no tratadas al medio natural La reutilización del agua tratada significa un ahorro económico para las instituciones y</p>	

Protocolo de SbN	Descripción	Lugar de Implementación	Beneficios sociales y económicos	Principales impactos climáticos a atender
			<p>el gobierno local al dejar de consumir y pagar agua de la red municipal</p> <p>En zonas rurales con poca infraestructura hidráulica, los humedales artificiales son una opción viable para el tratamiento de aguas residuales y a su vez promueven la conservación del entorno natural</p>	
<p>Jardines infiltrantes</p>  	<p>Consisten en una depresión (natural o artificial) que recolecta el agua superficial.</p>	<p>Integra la infraestructura verde y gris puede ser implementada en vías primarias y secundarias, jardines existentes, depresiones y en general en cualquier espacio que</p>	<p>Instalación sencilla y con una inversión económica relativamente baja.</p> <p>Proporciona espacios de esparcimiento y con belleza escénica.</p> <p>Favorece el comercio local.</p>	<p>Pueden retener y enviar al subsuelo los torrentes de agua que inundan las calles, para que mediante un proceso natural se recargue el acuífero.</p>

Protocolo de SbN	Descripción	Lugar de Implementación	Beneficios sociales y económicos	Principales impactos climáticos a atender
		tenga potencial natural para infiltrar o acumular agua.	Incrementa la plusvalía de las viviendas alrededor. Ayuda en la recuperación del espacio público verde y aumenta la percepción de seguridad	Ayudan a recuperar hábitats. Reducen el flujo de agua que se requiere evacuar por medio de drenajes, lo que se traduce en menos inundaciones. Mitigar la erosión por lluvias intensas.

Nota: La tabla sintetiza algunos de los ejemplos prácticos de las SbN, los beneficios socio-económico que generan ante su implementación como medidas de adaptación ante los principales impacto del cambio climático, tomado de la web: www.cityadapt.com

Fuente: Material extraído de la web: www.cityadapt.com, (2023), pero sintetizado por el colectivo de autores

La figura IV.7 presenta hoja de ruta seguida para el análisis de los riesgos y vulnerabilidades y las medidas de adaptación ante el impacto del cambio climático, conformadas por cinco etapas: (1) Análisis de las características climáticas, riesgos y vulnerabilidades, (2) Selección SbN e implementación; (3) Financiamiento; (4) Evaluación y Monitoreo; (5) Comunicación y sensibilización.

Figura II.1

Hoja de Ruta para la implementación de las SbN



Fuente: Muñiz, A., 2024., adaptado de documento N4C de Ophelie Droual.

Los ecosistemas urbanos deben coexistir y hacer sinergias con estas SbN, conformando soluciones híbridas sin constituir un obstáculo de desarrollo, sino crear espacios urbanos con mejores condiciones y confort para la población, y la protección del medio ambiente.

Todo proceso de implementación tiene implícito elementos favorables y obstáculos, para las SbN, fueron identificadas:

- | Favorable | Obstáculos |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Promueve el desarrollo de las capacidades de los actores locales. ✓ Diversifican las fuentes de financiamiento. ✓ Favorecen los procesos de adaptación al cambio climático. ✓ Aporta beneficios socio-económicos. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Insuficiente información y comunicación educación y concientización. ✓ Limitado financiamiento. ✓ Proceso largo en el tiempo de respuesta de la naturaleza. ✓ Siembra de especies invasoras y no adaptativas al cambio climático. |

III. Contexto Nacional. Escenario de cambio climático

Las modificaciones del clima, a partir del estudio de las series históricas, muestran desde la década de los años 70 del siglo pasado existe un incremento del valor de las temperaturas media mínimas + 20 °C y media máximas de 0.80 °C; y temperatura media en 10 °C más elevadas, ascenso de número de noches cálidas y días calurosos con incremento de las temperaturas promedio, modificaciones en el régimen de precipitaciones, con elevación de acumulados en el período poco lluvioso (noviembre-abril) y descensos en los meses lluviosos (mayo-octubre), reducción en el promedio anual de lluvias en un 10%, se ha reducido el comportamiento de la nubosidad, hay incrementos de la radiación solar e incide en el balance de evapotranspiración que supera el actual, se acentúan los eventos hidrometeorológicos extremos de lluvias mayores a los 50 mm en corto plazo temporal,

las sequías reportan más duración y severidad con impactos negativos en las disponibilidades de agua incidiendo en el rendimiento y producción de cultivos básicos para la alimentación humana y animal, entre otros efectos, los mareógrafos registran de manera sostenida incrementos en la altura del n.m.m., y se visualiza el retroceso de la línea de costa en sectores más bajos del litoral de la isla, erosión de las playas (Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo [INOTU], 2022, p.8).

La proyección del clima futuro de Cuba se desprende de la aplicación del modelo Climático Regional PRECIS del "Haydel Center for Climate Prediction", en el Caribe, en concordancia con el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) y la CMNUCC, cuyos resultados parten de modelos de proporción estimada de emisiones de GEI a la atmósfera y otro conjunto de indicadores. El resultado brinda una aproximación del clima que indica: incremento de las temperaturas medias anuales de entre 1.50 C y hasta 4,50C; pudiendo alcanzar entre 28,8 y 30,4 grados Celsius, reducción de las precipitaciones anuales en un 25% con diverso comportamiento por regiones del país; para valores promedio de 1200 mm anuales, la evaporación se incrementará a 1800 mm con efectos desfavorables en el balance de evapotranspiración, el ascenso del nivel medio del mar alcanzará 29,3 y 95,0 cm al 2050 y 2100 (escenarios del 2020). Nota: Estos valores responden a la corrida de modelos climáticos (globales, regionales, etc.), basados fundamentalmente en: las emisiones de GEI, el crecimiento poblacional, el uso de la energía, el desarrollo tecnológico, entre otros, bajo la orientación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), que permiten proyectar el futuro. Estos escenarios aun poseen determinado grado de incertidumbre que se ajustan en el tiempo y son comparados con el comportamiento de los modelos de observaciones. En conclusión, la tendencia del cambio climático registra que: "Cuba pasará de un Clima tropical húmedo a un Clima subhúmedo seco", (INOTU, 2022, p.9).

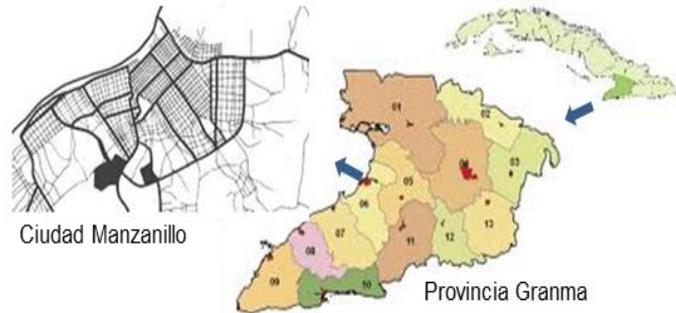
Los ecosistemas frágiles ocupan el 44% del territorio nacional y en ellos residen el 27% de la población urbana, con predominio en los asentamientos costeros. El crecimiento urbano de la población cubana en los últimos 50 años es del 78.6% (Censo de Población y Vivienda [CPV], 2012).

IV. Caracterización Urbana-Ambiental de la Ciudad

El municipio de Manzanillo es uno de los 13 que conforman la provincia Granma (figura IV.1), 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 km², de ellos 10.42 km² corresponden a la zona urbana (DMOTU, 2019; CITMA, 2019).

Figura. IV.1

Localización general



Fuente. Duque, M.I, 2024.

El municipio constituye la segunda ciudad de importancia en la provincia. Está conformado por 70 asentamientos humanos concentrados, de ellos, cinco urbanos y 65 rurales. Cuenta con un total de 124852 habitantes, que representa el 15.41% provincial), de ellos, 101413 habitantes en zonas urbanas y 23439 en zonas rurales (Oficina Nacional de Estadística e Información [ONEI], 2022). Presenta baja cobertura de accesibilidad a los servicios de acueducto y alcantarillado. De los cinco asentamientos urbanos, solo tres cuentan con solución de residuales. Además, no cuenta con un sistema de evacuación de aguas pluviales adecuado, solo existe un sistema de cañadas (drenajes intermitentes).

El proceso de planificación urbana para el análisis de los peligros, riesgos y vulnerabilidades es multidisciplinario, multisectorial y interinstitucional con participación de diversos actores de la sociedad (población, sociedad civil, sector no estatal), como aparece en la figura IV.2, lo que permite, entre el análisis de otras variables, conformar para el escenario que se designe, el modelo de ordenamiento territorial. Para un resultado satisfactorio se debe contar con el aporte de la información de todos los participantes, que una parte de ellos no cumplen.

Figura IV.2

Principales actores identificados y nivel de requerimiento para la planificación y la gestión de riesgos de Manzanillo.



Fuente: ESA, 2020. WorldCover 2020. Tomado del informe "Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Manzanillo", 2023.

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 km² 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 km² (CITMA, 2019).

Además de los servicios ecosistémicos (regulación del nivel del mar, soporte de la biodiversidad, provisión de alimentos y materiales), en el área del municipio de se encuentran dos áreas protegidas, en particular la zona de refugio de fauna Humedales del Río Gua y Cayos de Manzanillo, zona se encuentra amparadas por leyes y reglamentos establecidos por el país.

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, que permite tener una aproximación de los espacios verdes existentes en la ciudad para evaluar la disponibilidad de verde por bloque urbanizado.

La intrusión de agua marina puede tener importantes impactos sobre la disponibilidad de agua, careciendo el municipio 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.

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.

Ciudad Manzanillo

La ciudad de Manzanillo, clasifica como ciudad de segundo orden, co-centro provincial y cabecera municipal y es centro de actividades económicas y de servicios más importante. Posee un total de 98,904 habitantes (48.7 % corresponde a la población masculina y el 51.3 % a la femenina) y 32,618 viviendas. 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. 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 metros, que constituye la zona más vulnerable a la ocurrencia de desastres por fenómenos naturales como inundaciones y penetraciones del mar (Dirección Municipal de Ordenamiento Territorial y Urbanismo [DMOTU], 2019).

Los ciclones tropicales son los fenómenos climáticos que más afectan la ciudad. 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). La figura IV.3 muestra imagen de inundaciones.

En la figura IV.4, se presentan los cambio del uso de suelo de la ciudad y su área de influencia, predominando el suelo agrícola que ocupa 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. La mayor cantidad de tierras se ubica en la categoría de baja productividad para uso en pastos y forestales fundamentalmente (Eupen, M & et.al, 2023).

Figura IV.3

Inundaciones en Manzanillo (mayo 2021)

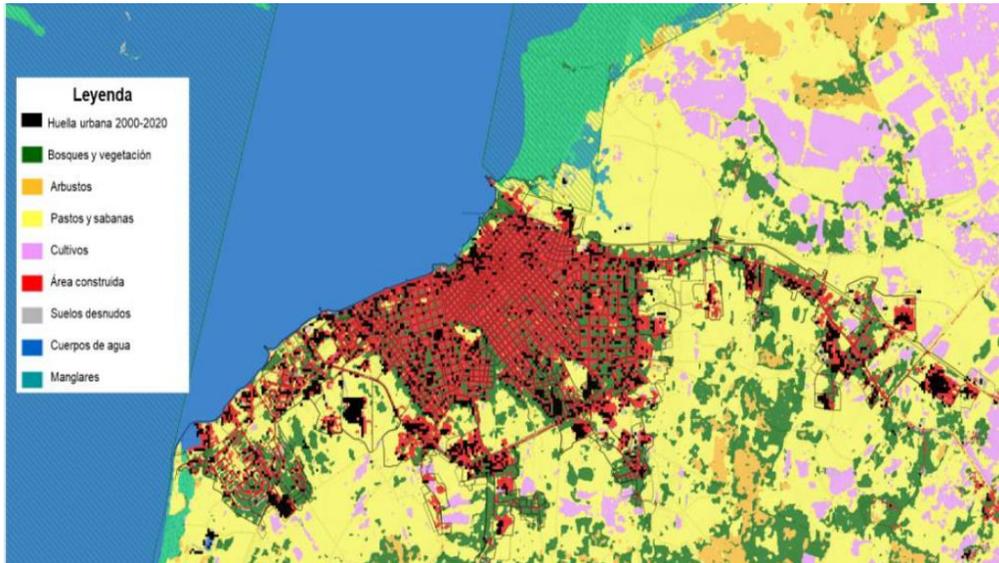


Fuente:

<https://www.degranma.gob.cu/en/actuality/noticias-2/7990-lluvias-torrenciales-dejaron-inundaciones-y-cortes-del-servicio-electrico-en-manzanillo> tomado del informe "Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos

Figura IV.4

Cambios del uso del suelo en Manzanillo y su área de influencia



Fuente: ESA, 2020. WorldCover 2020. Tomado del informe "Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Manzanillo", 2023.

En esta ciudad, la pesca presenta un alto potencial en el Golfo de Guacanayabo, las especies de elevado valor comercial se procesan, se exportan y venden en frontera para el turismo.

La zona baja de la ciudad es la propensa a inundaciones, debido a las deficiencias del nivel de evacuación de las lluvias del volumen de agua que baja desde las zonas alta, a ello se le incorpora las penetraciones del mar ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos severos y por el ascenso del nivel medio del mar (n.m.m.).

Una de las características de la ciudad, es la ausencia de vegetación, siendo uno de los elementos que incide negativamente en la calidad ambiental de los habitantes.

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 km² 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 km² (CITMA, 2019).

Los estudios han demostrado que, sobre los impactos observados, una parte de ellos se han incrementado por la asimilación de plantas invasoras y deficiente control. En la ciudad 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 (Eupen, M & et.al, 2023).

En los anexos 1, 2 y 3 se relacionan un conjunto de mapas, que muestran las Tendencias en la temperatura media y precipitación anual para el periodo 2000-2010 en la provincia Granma; los 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.

Afectaciones por impacto del cambio climático en la ciudad de Manzanillo

1. Inundaciones por ascenso n.m.m, de 28.5 cm para 2050 y de 94.5 cm para el 2100. En la tabla IV.1 se exponen las áreas, población y viviendas afectables.

Tabla IV.1

Afectaciones por impacto cambio climático. Inundaciones en Manzanillo (mayo 2021)

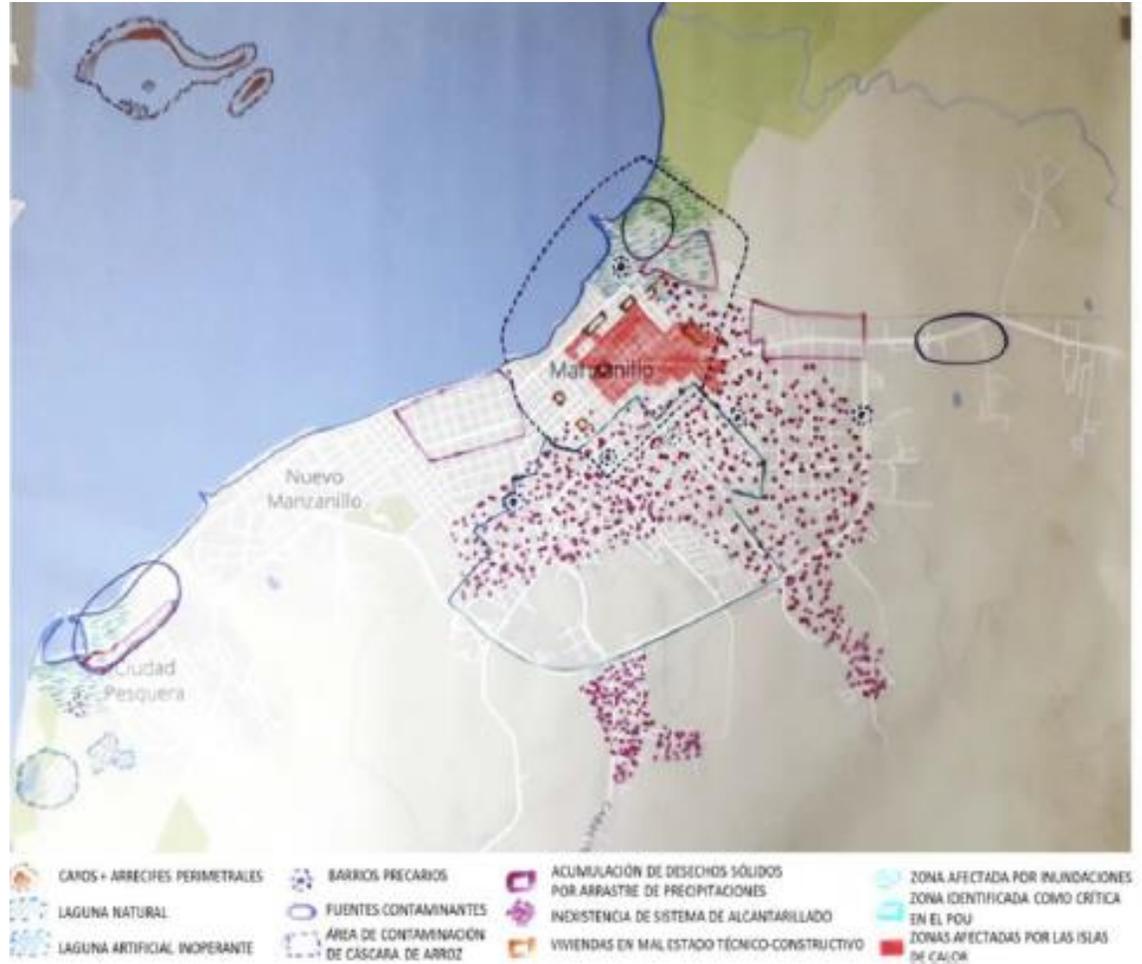
	Unidad medida	de Escenario 2050	Escenario 2100
Afectación permanente	km ²	0.9	2.13
Población que residen en la zona afectable	habitantes	408	142
Viviendas afectables	u	137	82
Instalaciones	u	5	4

Fuente Duque, M.I. 2024. Tomado del informe "Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Manzanillo", 2023.

2. Inundaciones pluviales por líneas de drenaje y cañadas intermitentes.
3. Aumento del riesgo de intrusión salina y salinización de los acuíferos.
4. Incremento de las temperaturas (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). Uno de los más visibles impactos lo serán las llamadas Islas de Calor.
5. Disminución de las precipitaciones (se prevé una disminución del volumen de precipitaciones de +120mm en los años 2030 y 2050, y hasta 150mm en el 2070).
6. Del trabajo participativo en talleres se elaboró el Mapa de vulnerabilidad y riesgos (incluidos puntos críticos) como resultado de la validación con los actores en la ciudad de Manzanillo, tal como se muestra en la figura IV.5.

Figura IV.5

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

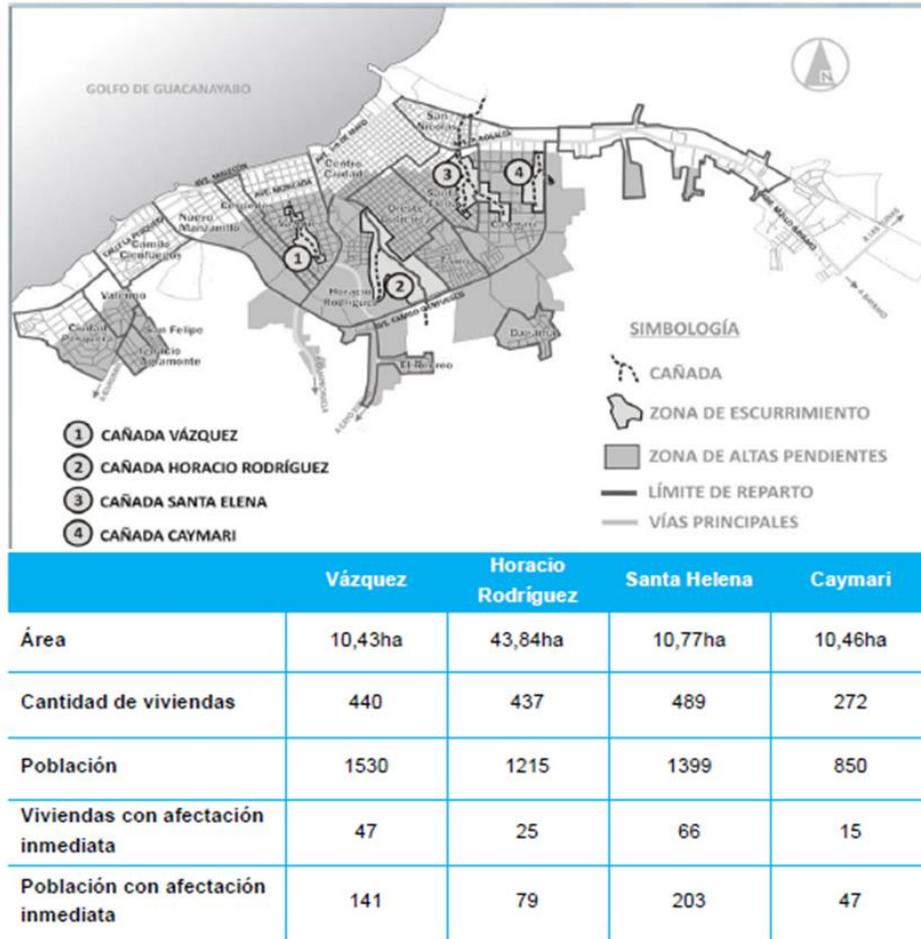


Fuente: ESA, 2020. WorldCover 2020. Tomado del informe "Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Manzanillo", 2023.

Como se ha mencionado anteriormente en el documento, la ciudad de Manzanillo evacúa las aguas pluviales por líneas de drenaje intermitentes, esto se acentúa en la zona alta, donde es ausente el alcantarillado y son cuatro las cañadas responsables de canalizar las citadas aguas, tal como se visualiza en la figura IV.6. Este drenaje fue afectado, producto del crecimiento urbano de la ciudad se impermeabilizaron por construcciones de vías y edificaciones, algunas de estas cañadas, lo que conlleva a inundaciones en la zona baja.

Figura IV.6

Sistema de drenaje por cañadas



Fuente: ESA, 2020. WorldCover 2020. Tomado del informe “Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Manzanillo”, 2023.

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, donde se obtuvieron datos y se realizaron análisis con expertos locales como posibles áreas en las que las intervenciones serían necesarias:

- ✓ Arbolado urbano y desarrollo de un plan de verde urbano integral.
- ✓ **Soluciones de ingeniería suaves en Cañadas Naturales.**
- ✓ Restauración de ecosistemas del sistema de cayos y manglares

Para el siguiente trabajo se parte del estudio de caso de la problemática de una de las cañadas naturales de la ciudad y propuesta de solución basada en la naturaleza.

Las cañadas Vázquez, Horacio Rodríguez, Santa Helena y Caymari, 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 (ESA, 2020. WorldCover 2020).

Del resultado de los análisis desarrollados sobre los riesgos y vulnerabilidades existentes en la ciudad de Manzanillo, se resume en la figura IV.7 la línea base con una visión al 2050.

Figura IV.7

Línea Base de la ciudad Manzanillo

Visión 2050	Manzanillo: Ciudad resiliente y más adaptada a los impactos del cambio del cambio climático; donde se refuerza la conexión entre la naturaleza y la ciudad a través de (1) la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza, (2) su integración a los POU ¹ , POT ² y PDM ³ , y (3) el fortalecimiento de la colaboración interinstitucional.				
Objetivos estratégicos	Sensibilizar, fortalecer capacidades y sistematizar y compartir lecciones aprendidas a nivel local sobre SbN	Fortalecer la coordinación institucional y la gestión participativa para la integración de SbN en instrumentos de gestión y marcos de planificación	Aumentar la resiliencia al cambio climático de los sectores más vulnerables de la población a través de la implementación de SbN para la adaptación	Implementar y/o fortalecer mecanismos financieros para movilizar recursos en la implementación de SbN para adaptación al CC	Desarrollar mecanismos de M&E que evalúen el impacto de las SbN y guíen la gestión adaptativa
Ejes estratégicos	 Sensibilización, formación y gestión del conocimiento	 Marco regulatorio planificación territorial y urbana	 Infraestructura verde (SbN)	 Mecanismos financieros	 M&E
Ejes estratégicos transversales	<p>Salvaguardas ambientales y sociales: Inclusión de la gestión de riesgos, plan de género y plan de involucramiento de actores públicos y privados</p> <p>Participación y descentralización: Desarrollo de procesos participativos en todas las etapas del plan, lo que implica la presencia y asistencia de todos los actores, para lograr el involucramiento y compromiso de las diferentes partes interesadas e instituciones.</p> <p>Sinergias con otras iniciativas: Creación de alianzas con otras iniciativas en curso y ya ejecutadas, crear alianzas público-privadas, y facilitar espacios de reflexión y aprendizaje multisectoriales</p>				
Barreras	Conocimiento limitado a escala local sobre SbN	Insuficiente coordinación interinstitucional para la adaptación	Experiencias limitadas en la aplicación efectiva y sostenible de SbN	Capacidad de inversión limitada para las acciones de adaptación	Inexistencia de indicadores de M&E para la adaptación a escala local
	Escasa y desactualizada información / comunicación sobre el potencial de las SbN	Deficiencias en la transversalización de la adaptación en el marco regulatorio local	Limitado uso de procesos participativos en la planificación e implementación de SbN	Escasez de mecanismos financieros directos e indirectos para la adaptación a nivel local	Acceso limitado a datos de financiamiento climático debido a la escasa sistematización de estos
			Limitado acceso a varios fondos internacionales y a transacciones comerciales debido al embargo económico impuesto a Cuba por el gobierno de EEUU	Falta de análisis costo-beneficios que demuestren el potencial de las SbN	
Línea base	<p>Manzanillo es una ciudad vulnerable a los impactos del cambio climático, fundamentalmente a los efectos del aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos tipo huracanes y tormentas tropicales que traen penetraciones del mar, lluvias intensas y vientos huracanados; y el ascenso de nivel medio del mar y las consecuentes inundaciones, la erosión costera y las intrusiones marinas.</p> <p>Adicionalmente, consecuencia del proceso de urbanización y posibles incrementos en las temperaturas medias, se generan islas de calor que constituyen riesgos adicionales. 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.</p>				

Notas:

1. POU: Plan de Ordenamiento Urbano / 2. POT: Plan de Ordenamiento Territorial / 3. PDM: Plan de Desarrollo Municipal

Fuente: Equipo de trabajo de N4C Manzanillo, 2023.

Es prioridad para la ciudad atender el tema y se escoge como estudio de caso para este trabajo la Cañada Vázquez.

Estudio de Caso "Cañada Vázquez"

El área de estudio "Cañada Vázquez" es de 24.64 ha. En el presente caso y por las diferentes problemáticas, para su análisis y propuestas de SbN, se divide en dos tramos:

- ✓ Tramo I (Zona Alta)
- ✓ Tramo II (Zona Baja)

Cañada Vázquez. Tramo I (Zona Alta)

Se encuentran localizada al centro-oeste de la ciudad. Posee una superficie de 10,43 ha ocupado parte del reparto Vázquez y parte del reparto Barrio de Oro; la longitud de la cañada es de 730.0 m y se extiende desde la calle 14 del reparto Vázquez hasta la calle San Fernando del reparto Barrio de Oro, donde se encuentra canalizada y afluye directamente a la avenida Moncada. Su efluente lo constituye una zanja que procede desde el cementerio de la ciudad. (ver figura IV.8)

La zona cuenta con un total de 440 viviendas en las que se asientan 1530 habitantes para un índice de habitabilidad de 3,5 hab/viv, demostrando que debe prestarse atención pues existe, aunque bajo, cierto grado de hacinamiento al encontrarse por encima del rango establecido (3,34 hab/viv).

Dentro de la faja de 10,0 m establecida a ambos lados de la cañada, se afectan un total de 47 viviendas, donde residen 141 habitantes, entre ellos 26 niños y 3 ancianos.

Del total de la población 766 corresponden al sexo masculino y 764 al sexo femenino para un 51% y 49% respectivamente, predominando en ambos sexos las edades entre 40-44 con el 11,4 % en hombres y el 13,4% en mujeres.

Figura IV.8

Ubicación general Tramo I



Fuente. DMOTU Manzanillo, 2024.

Del total de viviendas, el 37.5% son tipología I, 59.5% de tipología II y en menor porcentaje (3%) se corresponden con la III y IV. La tabla IV.2, detalla este comportamiento por tipología y estado técnico.

Tabla IV.2

Inventario de la vivienda por tipología y estado técnico

Tipología constructiva	Total de viviendas	Estado técnico		
		Bueno	Regular	Malo
I	165 (37.5%)	74 (45.0%)	48 (29.0%)	43 (26.0%)
II	262 (59.5%)	119 (45.0%)	98 (37.0%)	45 (17.0%)
III y IV	13 (3.0%)			
Total	440	193	146	88

Fuente: Duque, M.I. 2024, adaptado de Informe DMOTU Manzanillo.

La totalidad de las viviendas se encuentran servidas por el Sistema Electroenergético Nacional (SEN); el 100% reciben al agua del acueducto de la ciudad; la evacuación de residuales se realiza por medio de fosas en un 59% de las viviendas y a través de letrinas sanitarias en un 38,9%, localizándose 9 viviendas cuya solución es al aire libre o en casas de vecinos.

La construcción del nuevo acueducto empeoró el estado constructivo de las vías, existiendo aún problemas en el restablecimiento de las mismas, afectando además la carencia de drenaje superficial. (Grupo IT, 2008)

La frecuencia promedio de recogida de desechos sólidos arribó a 1,96 días/mes, la limpieza de cañada oscila en 0,13 días/mes. Al analizar la disposición de la basura, arribó que el 60% de la población vierte sus desechos a las cañadas, existiendo afectación por malos olores provocados por la descomposición de los desechos, (ver figura IV.9).

La generación basura en el área es de 765,0 kg/día; al no ser recogidos de forma frecuente, la población ha tenido la tendencia de formar microvertederos en las esquinas de las calles por donde regularmente transita el carro colector, y ha creado el mal hábito de echar basura, de todo tipo, hacia la cañada natural. Analizando en 30 días, la cantidad de basura acumulada en cañada asciende a 12975 kg, en microvertederos se disponen 1995 kg y en carro colector se evacúan un total de 7980 kg. A esto se le añade la falta de

Figura IV.9

Imágenes Tramo I



Fuente. DMOTU Manzanillo, 2024.

saneamiento de las cañadas y el período lluvioso del año, que condicionan los impactos negativos.

El arrastre de desechos sólidos ha provocado que de las nueve alcantarillas existentes correspondientes a las nueve vías que atraviesan la zona de estudio, ocho se obstruyen en tiempos de lluvias, formándose puntos críticos donde se producen inundaciones, descarnes y derrumbes de viviendas parciales.

Cañada Vázquez. Tramo II (Zona Baja)

La acumulación de desechos sólidos en el tejido urbano perteneciente al reparto Barrio de Oro, situado en la zona baja donde afluye la cañada, originado por el arrastre de basura que producen las aguas pluviales, que al no contar con un colector de drenaje con diámetro suficiente para conducir las aguas y los desechos fuera del límite urbano, descarga libremente todo su contenido hacia la avenida Moncada, una de las principales de la ciudad. La figura IV.10 muestra las afectaciones que esto trae consigo en un área de 14,21 ha de la trama urbana correspondiente al reparto Barrio de Oro del consejo popular N° 4 "Celia Sánchez"; se dañan un total de 1756 habitantes en 561 viviendas, de ellos 217 niños y 33 ancianos.

Figura IV.10

Ubicación general Tramo II



Fuente. DMOTU Manzanillo, 2024.

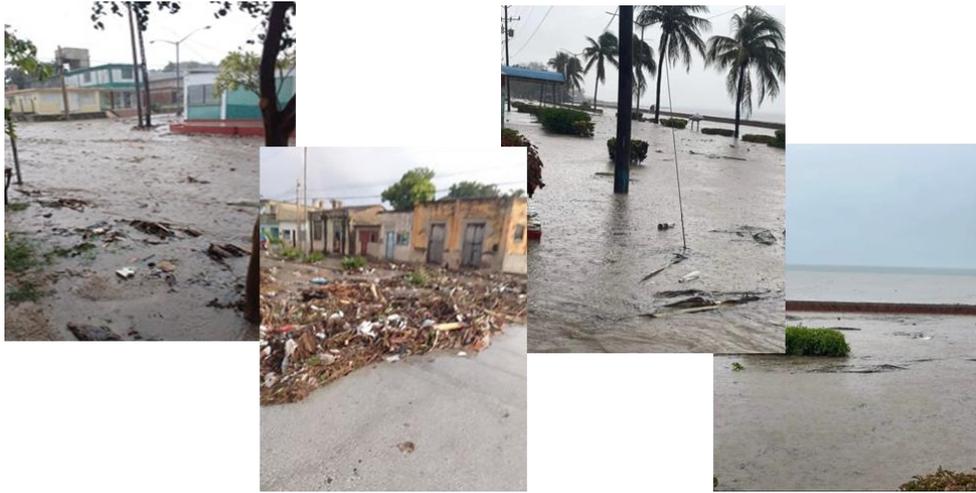
Las afectaciones están dadas fundamentalmente en la obstrucción de los drenes pluviales, con un total de 35; 932,4 m lineales de colectores de drenaje inhabilitados por la acumulación de desechos dentro de ellos; inundaciones que afectan a viviendas; 1937,0 m de vías afectados y grandes volúmenes de desechos sólidos acumulados en el tejido urbano. Además, dentro del área se ven afectadas un círculo infantil, un parque urbano, una subestación eléctrica, las oficinas de la Empresa de Conservas, el Combinado Deportivo y la Dirección Municipal de Ordenamiento Territorial y Urbanismo.

Existen 12 puntos críticos en las zonas de estudio que ante las fuertes lluvias se inundan por la presencia de alcantarillas obstruidas, que no poseen el diámetro suficiente para conducir el volumen de agua y desechos que son arrastrados a través de la cañada, lo cual genera grandes afectaciones en viviendas y en sus respectivos habitantes.

En cuanto a las afectaciones a las viviendas el daño principal está dado por las inundaciones, perjudicándose un total de 18, que constituyen el 35,3 %. Se destaca que en correspondencia con la magnitud de las lluvias, así es el período que ocupa la evacuación de los desechos sólidos acumulados en las zonas bajas de las cañadas, que en ocasiones duran hasta tres días, como ejemplo de ello se presenta en la figura IV.11. Como promedio, 1cada vehículo en el primer día de evacuación realiza tres viajes hacia el relleno sanitario de la ciudad, teniendo en cuenta la variabilidad en la capacidad de carga de cada equipo, se tiene la cantidad de basura que se evacúa en cada zona afectada 192,0 Ton.

Figura IV.11

Desechos sólidos acumulados en el tejido urbano.



Fuente: DMOTU Manzanillo, 2024.

Propuesta de solución

Se hace necesario evaluar variantes y alternativas que mejoren las problemáticas de la ciudad, las cuales se pueden ir incrementando ante los efectos negativos del impacto del cambio climático, los eventos hidrometeorológicos severos, así como el desempeño del hombre para con la ciudad en respeto al medio ambiente, es por ello, que las SbN como mecanismos a los procesos de mitigación y adaptación al cambio climático es un camino largo para recorrer e implementar en la ciudad, dada las situaciones financieras e insuficiente conocimiento que existe sobre los aportes saludables y amigables que se pueden desarrollar. Esto no significa que se eliminan otras soluciones ej., grises, sino que deben articularse entre ellas, y llegar a un bien común, el cuidado del medio ambiente.

Atendiendo a ello, como resultado de todas las lecciones aprendidas en la Comunidad de Práctica de Nature4Cities, para Caso de Estudio se establece un Sistema de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS), con una combinación de soluciones grises, jardines infiltrantes, naturalización de aceras y caminos, y un humedal artificial de tipo sub-superficial.

Del resultado de las investigaciones realizadas, se consideran en nuestro caso, para la elección del sitio de los jardines de infiltración los siguientes factores determinantes:

- ✓ Estar dentro del área de la Cañada y su cercanía a los puntos de descarga de esta, así como las zonas inundables.
- ✓ Aprovechar las pendientes naturales para que se puedan canalizar por gravedad el escurrimiento pluvial.
- ✓ La evaluación de la distancia de las infraestructuras subterránea (de existir) de forma tal que las raíces de las plantas, entre otros, no lo afecten.
- ✓ La permeabilidad del suelo natural. La prueba de infiltración es básica para determinar de este la capacidad natural del suelo hacia el subsuelo.
- ✓ Otros.

En cuanto a los humedales artificiales, su funcionamiento está en la depuración de las aguas residuales que realiza la naturaleza. Para nuestro caso el humedal sub-superficial, el agua fluye a través de sustrato.

Además de la elección de la paleta vegetal, decisiva en su desarrollo, en las cuales las especies autóctonas deben ser predominantes, pues favorece la estabilidad de los ecosistemas, controlan el crecimiento de las plagas, la resistencia al suelo, su mantenimiento es mínimo y su integración con el paisaje al adaptarse de forma armónica con el entorno.

Se proponen para garantizar las propuestas de SUDS planteadas para el estudio de caso, la utilización de macrófitas, por ser especies que habitan en ambientes acuáticos e inundables, para lo cual realizan diversas adaptaciones que permitan el desarrollo, crecimiento e incluso, la reproducción bajo condiciones de inundación permanente. Entre otras plantas se contemplan varios tipos de helechos, musgos y otros, considerando también las angiospermas sobre suelos anegados. También, se utilizan con frecuencia, el juncus y los efusus.

Es importante en este tema, efectuar la siembra mediante el método Miyawaki, que consiste en sembrar varias plantas de diversas características en un espacio reducido para que compitan por la luz y crezcan hacia arriba al mismo tiempo. Esta competencia por alcanzar la luz, hace que se acelere el crecimiento de la vegetación, creando una espesa vegetación en el menor tiempo posible.

No todos los factores antes planteados, serán cumplidos en este trabajo, debido a la falta de información, no obstante, las propuestas de localización de cada uno, se realizan atendiendo a la experiencia y conocimiento existente, lo cual con posterioridad se continuará con la profundización de los estudios técnicos y geológicos que validen la adecuada selección.

Para el área de estudio "Cañada Vázquez se proponen seis jardines de infiltración, tres accesos naturalizados y un humedal artificial sub-superficial. A continuación, se desglosan las soluciones por tramos.

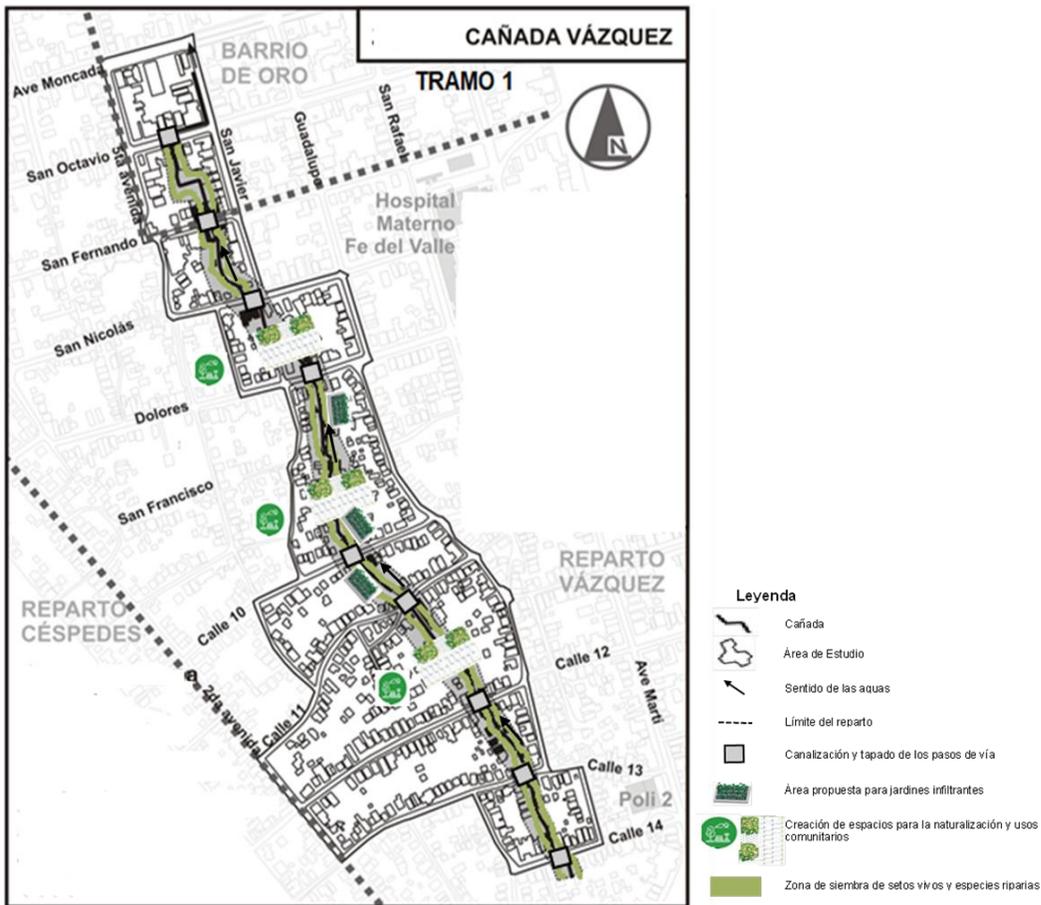
Cañada Vázquez – Tramo I

En la zona alta, el área que ocupa la Cañada Vázquez, se proponen, según muestra la figura IV.12, la construcción de tres jardines de infiltración en aras de reducir los volúmenes de agua que se drenan. Esta solución se pretende vincular con soluciones grises (ver figura IV.13), que consisten en la canalización en nueve tramos en el cruce de esta línea intermitente con las vías de accesos. Además, los caminos que en él se generen serán naturalizados de forma tal que facilite la filtración natural de las aguas de lluvia (figura IV.14).

En los diez metros de protección a la cañada se regularán a los residentes de la vivienda, la construcción se cercas de setos vivos, la construcción de tratamientos primarios en sus viviendas. Se realizarán encuentros y talleres en aras de que se apropien de los conocimientos y beneficios que esta solución les aporta y sean los que participen en la ejecución, realicen el control y mantenimiento de las plantas y cañada, garantizando así la sostenibilidad de la solución aplicada.

Figura IV.12

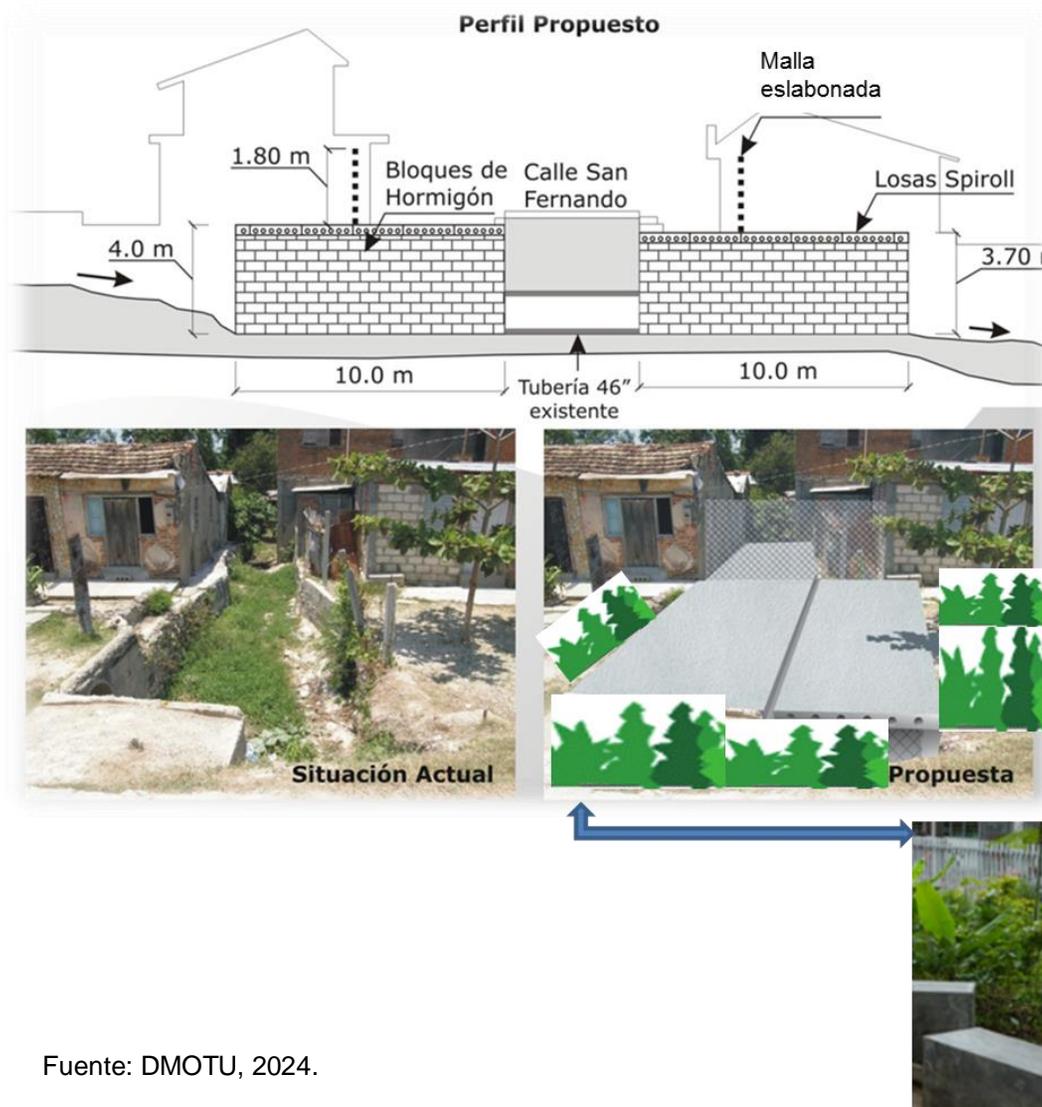
Propuestas Sistema de Diseño Urbano Sostenible. Tramo I del área de estudio.



Fuente: Equipo de trabajo, 2024.

Figura IV.13

Propuesta de soluciones grises y jardines infiltrantes en los laterales. Tramo I.



Fuente: DMOTU, 2024.

Figura IV.13

Naturalización de aceras y caminos. Tramo I



Fuente: Equipo de trabajo, 2024.

Cañada Vázquez – Tramo II

Con el objetivo de brindar un número de servicios ecosistémicos como la protección contra tormentas, atenuación de inundaciones, provisión de materiales y la purificación del agua se propone un Humedal Artificial de flujo Sub-superficial y cinco jardines de infiltración (ver figura IV.14).

La propuesta del Humedal surge teniendo en cuenta que en el Tramo I no existe área para su desarrollo y es la zona baja la afectada por las inundaciones y la contaminación de esas aguas, se define, tal como se aprecia en la figura IV.15, la localización de esta solución de tratamiento primario natural en el Parque Vallespín, ubicado en el Tramo II.

Como se planteó en este Tramo vierten por escorrentías aguas de la zona alta y pequeños volúmenes de aguas residuales domésticas de las viviendas que emiten su residual directo a la cañada, dentro de ellas un total de 171 viviendas con un promedio de 0.2 m^3 y cuando existen lluvias intensas el caudal que corre por la cañada está dentro del rango de 7 y 10 m^3 .

La figura IV.16 presenta al Parque Vallespín, el cual se sitúa dentro del reparto Barrio de Oro entre las calles: Rafael Oro, Guadalupe Oro, Esperanza y calle Mercedes, su área total es de 2500 m^2 , de ella, pavimentada 175 m^2 (7%) y el resto (93%) corresponden con áreas verdes.

De acuerdo a estudios realizados por la Delegación Municipal de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente del municipio, se estima en el área de estudio un DBO de entrada de 31.9 mg/l ; DBO de salida de 4.8 mg/l ; SST de entrada 31.9 mg/l ; Caudal de aguas $34.2 \text{ m}^3/\text{día}$ ($34\ 000$ litros).

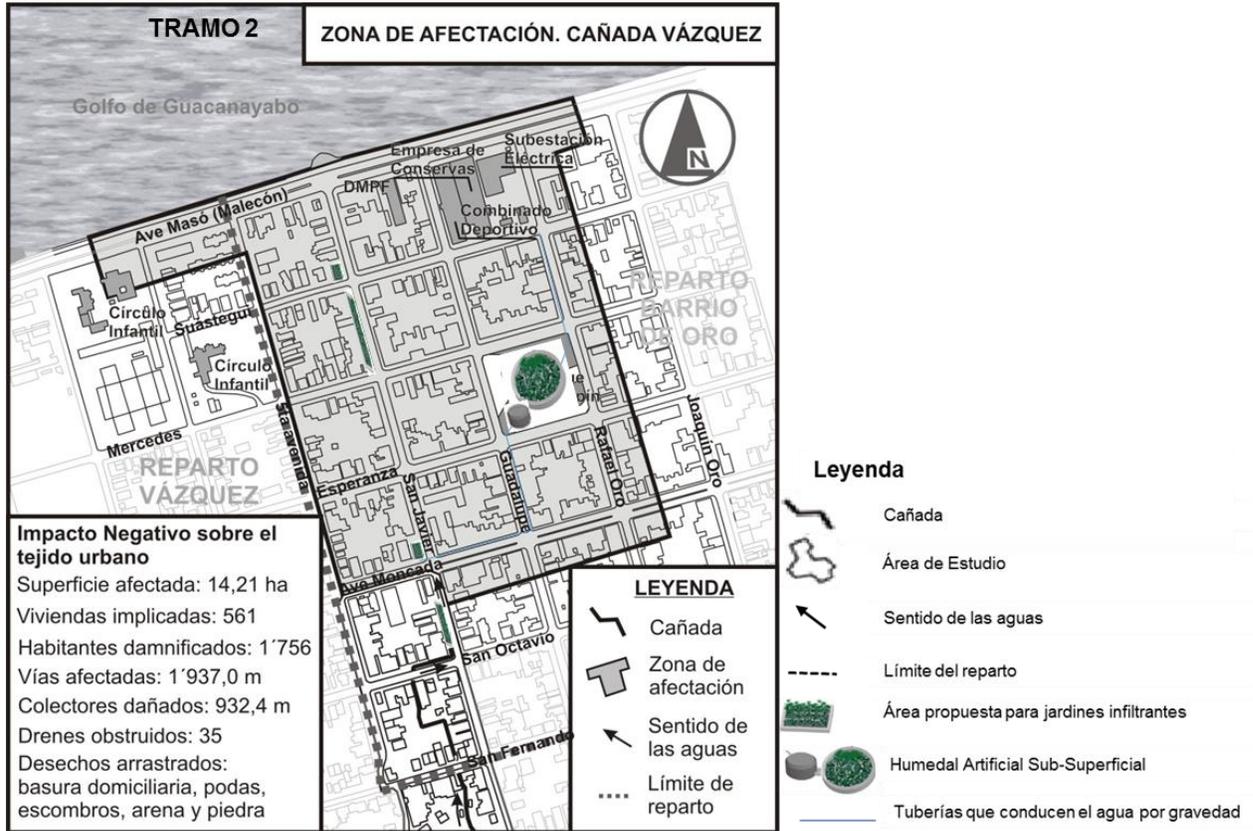
Aunque se desconocen con exactitud algunos datos, sí se puede afirmar que la formación de suelo y del relieve, permite la gravedad y las aguas por escorrentías favorece la construcción de un humedal artificial. Este humedal sub-superficial será de 30 m^2 (largo de 10 m y ancho de 30 m) y una profundidad de hasta 0.6 m . El tiempo de retención estará de 5 a 7 días. El emisario de entrada se ubicará dónde termina la cañada de Vázquez (Tramo I) y a través de una tubería se conducirá por gravedad hasta el humedal con un recorrido de aproximadamente 120.00 m , y el emisario final se conducirá de la calle Esperanza hasta el CP3 (canal principal 3) ubicado en la calle Subsegú (figura IV.15).

Para su diseño y ejecución se utilizará grava fina hasta roca grande triturada y la vegetación será de las especies de espadañas, esparganios, carrizos y otras que cumplan con la función de depuración, siempre condicionado que serán predominante las especies autóctonas del lugar y adaptativas al cambio climático.

Los jardines de infiltración, además, de contribuir a disminuir las inundaciones en el área por infiltración natural de las aguas de lluvia, brindará armonía, belleza con el ambiente, lo que conlleva a mejor confort para la población.

Figura IV.14

Propuestas Sistema de Diseño Urbano Sostenible. Tramo II del área de estudio



Fuente: Equipo de trabajo, 2024.

Figura IV.15

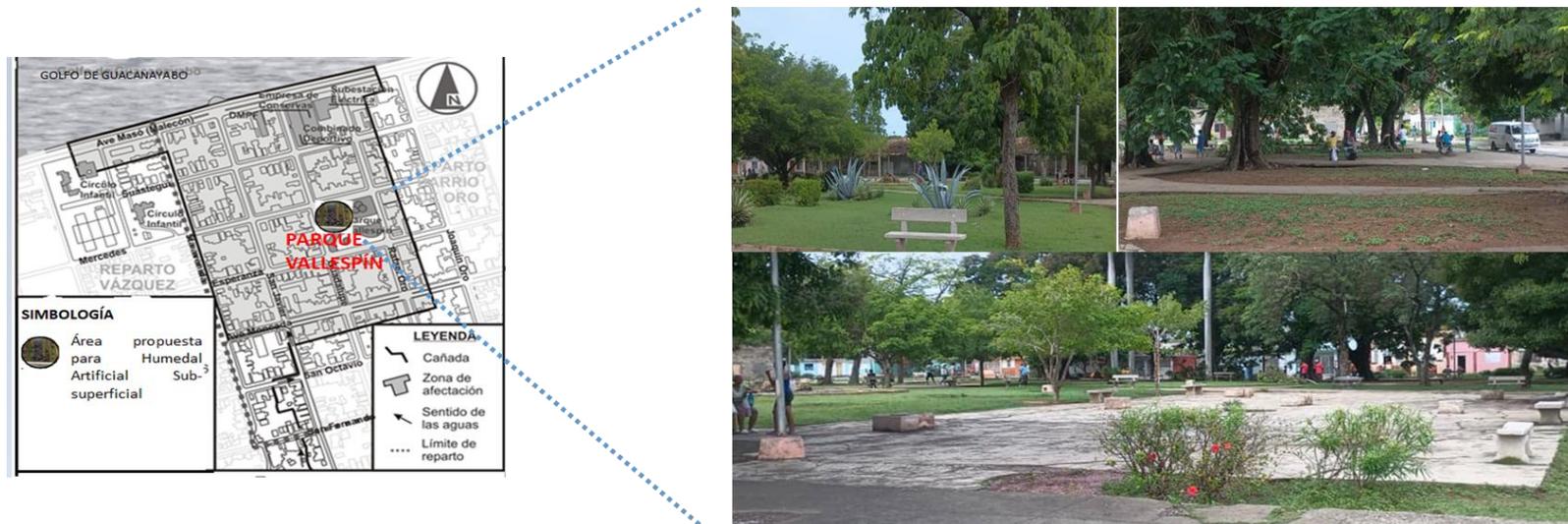
Detalle de localización del Humedal Artificial



Fuente: DMOTU, 2024.

Figura IV.16

Vistas del Parque Vallespín



Fuente: DMOTU Manzanillo, 2024.

V. Instrumento de Gestión Basado en Suelo

En Cuba, los instrumentos tributarios regulan los mecanismos e instrumentos de financiamiento, de acuerdo a lo establecido en la Ley 113/2012, actualizada en algunos de sus artículos en el año 2020 y la ley 164/2023 "Presupuesto del Estado para el 2024", articuladas entre ellas.

Existen otras normativas jurídicas para el desarrollo local, relacionadas con los procedimientos: de los presupuestos y para su operación, la gestión del financiamiento a través del sistema bancario, para el financiamiento presupuestario del desarrollo territorial, así como las bases generales para la organización estratégica y la gestión del financiamiento. la contribución territorial.

Desde el punto de vista territorial y urbano, la ley 145 "Del Ordenamiento Territorial y Urbano y la Gestión del Suelo", en su Disposición Final Quinta establece que "El Ministro de Finanzas y Precios, en el plazo de hasta un año a partir de la aprobación de la presente Ley, propone al Consejo de Ministros los mecanismos e incentivos económicos, fiscales y legales que contribuyen al manejo sostenible del suelo y las herramientas que permiten poner los beneficios derivados de las operaciones sobre el suelo al servicio del interés general". Además, desde el punto de vista de la protección ambiental, también quedó regulado en la Disposición General (artículo 165) de la ley 150/2022 "De los Recursos Naturales y del Medio Ambiente".

Actualmente, los mecanismos e incentivos económicos, fiscales y legales para la captura del valor del suelo y protección al medio ambiente, se encuentran en proceso de elaboración por los ministerios responsables, asimismo, se señala que nuestro país está dando los pasos necesarios para su incorporación y se reconoce el amplio trabajo de concientización por desarrolla con la población, sectores estatales y no estatales de los beneficios de las SbN, como mecanismos de acción para la mitigación y adaptación al cambio climático y su sostenibilidad en el tiempo.

Desde la planificación urbana y su gestión, se trabajó y concluyó en el Plan de Acción para la implementación de las estrategias de políticas urbanas¹ integradas en el periodo 2023-2036², en lo adelante, Plan de Acción, es un proceso de continuidad a las acciones desarrolladas a través de la implementación de la NAUC. El citado Plan establece cuatro líneas estratégicas, identificando "La contribución a la sustentabilidad financiera y social de las ciudades por medio de instrumentos nacionales y locales que aprovechan el valor económico del suelo y su valorización a través de herramientas nacionales y locales específicas incluidas en su marco normativo" (*objetivo específico 1.1.1, de la primera línea "Visión de la planificación económica y territorial vinculada a la ciencia y a la innovación"*),

¹ Política Urbana Nacional se conforma del Esquema Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbano, el Plan de Estado para la implementación de la NAUC, El marco jurídico (la Ley 145/2021 "Del Ordenamiento Territorial y Urbano y la Gestión del Suelo" y, sus normas complementarias).

² Elaborado como resultados de los cursos y talleres de la CEPAL, presidido por el INOTU y la participación del Grupo Focal Nacional (equipo de 13 integrantes: OACE, BCC, OHCH, Universidades, MINJUS, FMC),

considerada la acción sombrilla articuladora en la cual se reglamentan los instrumentos: Impuesto predial, **Contribución por Mejoras** (ver anexo 4 la ficha del instrumento), Obligaciones urbanísticas no tributarias, Aportes Solidarios no tributarios, Aportes Solidarios no tributarios, Impuesto sobre la transmisión de bienes inmuebles.

De la implementación de las funciones definidas para los Consejo de la Administración Municipal³ para el desarrollo local, en cuanto a las EDM, PDL y fondos de la contribución territorial para el este objetivo, el grupo de autores para el caso de estudio, propone como instrumento de gestión de financiamiento basado en suelo, la contribución por mejora, por el desarrollo de infraestructura resiliente, denominada "**Contribución por mejoras para la cañada**".

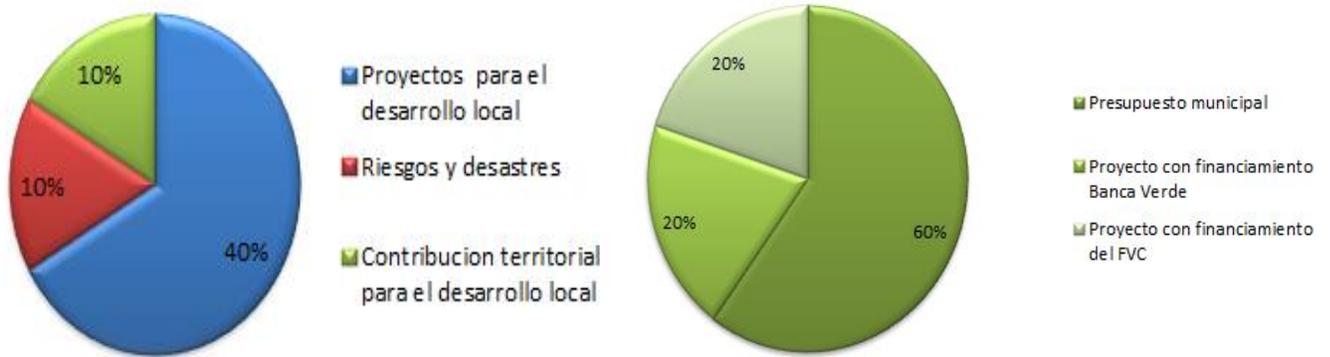
Para ello, para la implementación del proyecto será imprescindible establecer desde el presupuesto municipal un **Fondo para Cañada**, que, de acuerdo al criterio del grupo de trabajo (ver figura V.1), estará conformado por los párrafos de los financiamientos siguientes:

- ✓ Presupuesto municipal (60 %)
 - 40 % Proyectos de desarrollo local (*representa el 1% para el desarrollo de las SbN de cada uno de los PDL*).
 - 10 % Riesgos y desastres
 - 10 % Contribución territorial para el desarrollo local (*Arrendamiento de locales*).
- ✓ Proyecto de la Empresa Pesquera Industrial Granma (EPIGRAM) financiado por la Banca Verde (20 %)
- ✓ Proyecto de colaboración internacional financiado por el Fondo Verde para el Clima, ej. Proyecto Resiliencia al cambio climático en la zona costera de Cuba a través de la adaptación basada en ecosistemas "Mi Costa" (20 % *del monto destinado para el sitio de intervención de la ciudad de Manzanillo*).

³ ley 139/2020 "DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL CONSEJO DE LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL", le otorga entre sus funciones para el desarrollo local la implementación de las EDM, la creación de formas económicas-jurídicas organizativas para el desarrollo local, otorgamiento de reconocimientos, proyectos o iniciativas relacionadas con el desarrollo municipal, la aprobación y evaluación de los proyectos de desarrollo local del territorio de conformidad con la Estrategia de Desarrollo Municipal y los recursos financieros disponibles, de conformidad con las disposiciones normativas establecidas; la movilización de las potencialidades locales y jerarquizar el desarrollo local como proceso esencialmente endógeno participativo e innovador que integra los actores estatales y no estatales, para contribuir al desarrollo local y la protección del medio ambiente; y la realización de propuestas a la Asamblea Municipal del Poder Popular la aprobación de presupuestos participativos para el desarrollo local, a partir de fondos provenientes de la contribución territorial para el desarrollo local y de otros, de conformidad con lo establecido.

Figura V.1

Presupuesto municipal. Desglose por párrafos



Nota. La figura muestra la distribución del presupuesto, siendo mayor el financiamiento que se abona por el Presupuesto Municipal, predominando el aporte de los proyectos de desarrollo local.

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo, 2024.

El tributo seleccionado en atención al desarrollo de SUDS, a través, de la ejecución de los jardines de infiltración, humedal artificial y pavimentos permeables, produce beneficios a la población, empresas estatales, MIPYMES y trabajadores por cuenta propia, tal como se muestra en la tabla V.1.

Tabla V.1

Beneficiados directos e indirectos

Caso de Estudio: Cañada Vázquez				
	Tramo I	Tramo II	Total	% total municipal
Área total (ha)	10,43	14,21	24,64	1,68%
Población total (hab)	1530	1756	3286	3,28%
Total de viviendas (viv)	440	561	1001	
Densidad poblacional (hab/viv)	3,48	3,13	3,28	
Beneficiados directos				
Población			3286	
Beneficiados indirectos				
Población			96949	

Nota: Esta tabla muestra el comportamiento poblacional y los beneficiados directos e indirectos por el desarrollo de infraestructuras resilientes.

Fuente: Elaborado por Equipo de trabajo, 2024.

Para el establecimiento del por ciento de contribución a pagar por los beneficiados directos e indirectos se tendrá en cuenta la estratificación socio-económica, en correspondencia a las condiciones de sus viviendas definidas en el Catastro Municipal y los POU, lo cual conllevará a formas diferenciales de cobros, siendo para ello, imprescindible la realización de un estudio de percepción de la población.

No obstante, con la información que se cuenta, la tabla V.2 plantea la clasificación por grupo, adoptado a juicio de experto.

Tabla V.2

Contribución por mejoras para la cañada. Gravamen/beneficiados

Grupo	% de habitantes	% Contribución
I Empresas Estatales		
II Sector Comercio y Gastronomía		
1.Privado		
1.1.TCP		
1.2.MIPYMES		
2.Público		
III Inmuebles habitacionales		
1. Tramo I		0%
2. Tramo II		
Total		100%

Nota: La tabla identifica y clasifica los grupos para el gravamen del porcentaje por los beneficios que aporta el desarrollo de los SUDS. Solo se exime de pago a los habitantes del Tramo I de la Cañada Vázquez.

Fuente: Equipo de trabajo, 2024.

Es importante señalar que para el pago de esta Contribución se exonera a las personas más vulnerables que residen en la zona alta (Tramo I), y se gravan a población, sectores públicos y privados de la zona baja (Tramo II) por contar con mejores condiciones socio-económica y ser los más beneficiados con la ejecución de los jardines de infiltración, pavimentos permeables y humedal artificial. Es facultad de los gobiernos locales la notificación y definición de las formas de realizar los pagos.

Para crear el Fondo de Cañada e implementar la Contribución por mejora de infraestructura resiliente se debe enfrentar lo siguiente:

- ✓ La limitada capacidad institucional de los gobiernos locales.
- ✓ El insuficiente conocimiento para integrar fondos de proyectos a soluciones ambientales.
- ✓ La conclusión por los ministerios responsables de los mecanismos e incentivos económicos, fiscales y legales.
- ✓ La evaluación de la sostenibilidad del instrumento.

VI. Mecanismos de Involucramiento Conjunto

El Plan de Acción estableció en el segundo objetivo específico de la Línea 1 "Visionar la gestión pública y público – privada como puente de dinamización económico, descentralización y el incremento y fortalecimiento del rol municipal en el desarrollo urbano y sus condiciones de financiamiento y acción", identificándose como la acción sombrilla para desarrollar la gestión de la planeación y del suelo y sus herramientas, entre las acciones se relacionan: la **Relación público-privada**, Aplicación/Implementación de instrumentos, Gestión público-público de suelo e inmuebles por cesión no onerosa o aporte, Impuesto sobre los terrenos e inmuebles en desuso y medidas urbanísticas.

Para desarrollar la propuesta de infraestructura resiliente (SUDS) se requiere de la incorporación del sector privado, de forma tal que se movilicen y se apropien de los beneficios que esto le tributa a su negocio, siendo, entonces necesario la combinación de fondos provenientes de diferentes fuentes.

Se determinó por el equipo de trabajo, dos propuestas de mecanismos de involucramiento en la solución de los problemas ambientales con la ejecución de proyectos verdes:

1. Alianza público-privada
2. SbN: "Sensibilización y capacitación para la implementación de las SbN"

1. Alianza público - privada

Se conocen las diversas fuentes e instrumentos de financiamiento para las SbN, para el caso de estudio se propone la alianza entre los productores de bienes y servicios (público y privado), sociedad civil e instituciones financieras. El gobierno es el responsable de proyectar las prioridades definidas en las EDM, promover la licitación de proyectos de forma pública, abierta, competitiva y efectuar la selección del sector privado para la ejecución del proyecto, por ende, se considera positivo la Alianza Público – Privada para nuestro país, que acompañado de las prioridades y marco regulatorio permita su impulso de forma segura y transparente.

Es importante la selección del liderazgo estatal, que para nuestro caso de estudio se identificó la Empresa Agropecuaria Municipal, quien además de otras responsabilidades contractuales con el sector privado, facilite el banco de semillas y posturas de las plantas

endémicas de la ciudad y el material de suelo orgánico para el desarrollo efectivo de los viveros.

Dentro del Área de Estudio "Cañada Vázquez y las áreas afectables", según se muestra en la Tabla VI.1, que esta, está cubierta por siete negocios privados y 17 correspondiente al sector público.

Tabla VI.1

Inventario de las actividades estatales y no estatales en el Área de Estudio

	Caso de Estudio: Cañada Vázquez		
	Tramo I	Tramo II	Total
Sector Privado (No Estatal)	4	3	7
TCP	4	1	5
MIPYMES		2	2
Otras formas no estatales			
Sector Público (Estatal)	2	15	17
MIPYMES			
Centros de Comercio Interior	2	5	7
Oficinas de trámites y servicios y de salud		5	5
Centros Educativos y deportivos		3	3
*Empresas		2	2

Nota: La tabla presenta un inventario de los sectores públicos y privados que se localizan en el área del estudio de caso

Fuente: Equipo de trabajo, 2024.

Al sector privado y público se le traza la estrategia de presentar y debatir las ventajas que el proyecto les proporcionan para el desempeño de sus productos con calidad y en protección al medio ambiente, incentivándolos al desarrollo de viveros con diversidad de especies de plantas endémicas y adaptativas a los impactos del cambio climático. Los viveros tendrán como condicionante para su localización zonas urbana y rural, de definirse en áreas llanas, de fácil accesibilidad, con cercanía a fuentes de agua, protegida de fuertes vientos y animales, entre otros.

Se definen desde el POU la existencia de cuatro viveros, los cuales satisfacen las necesidades de especies variadas para el territorio. Las propuestas de ampliación de los viveros a desarrollar son compatibles con los objetivos del plan de desarrollo económico y social, con la protección al medio ambiente, la complementación de actores en el logro de los objetivos, la contribución de financiamiento, el compartimiento de los riesgos, responsabilidades, recursos y competencias entre ellos.

Por consiguiente, fortalecer la Alianza entre la Empresa de la Agricultura Municipal y la CPA Frank País es una evidencia práctica de este mecanismo de involucramiento. Actualmente, esta última la integran tenentes privados y usufructuarios, y la desarrollan en un área de 12 ha periférica de la ciudad, y dado a los resultados alcanzados pueden acceder a créditos de la Banca Verde, previo consenso con el sector estatal, como respuesta a las necesidades del crecimiento para la satisfacción de las necesidades internas y externas.

Esta alianza es un ejemplo concreto a replicar con otros sectores privados y convertir a la ciudad de Manzanillo, líder en su desarrollo y como exportadora de variedades de especies.

2. Sensibilización y capacitación para la implementación de las SbN

El empleo de este mecanismo, SbN, por la población de la zona alta (Tramo I), propone adecuada gestión de evacuación de las aguas pluviales y residuales domésticos por la cañada empleando las medidas de adaptación y mitigación. Para este segmento de población se harán encuentros permanentes, en aras que ellos sean los ejecutores de las recuperaciones riparias a ambos lados de la Cañada, garantizando el mantenimiento y sostenibilidad. Además, se regulará la construcción de sistema de tratamiento de residuales primarios, para las viviendas que lo evacúan de forma directa a la cañada, a su vez, se establecerán la ejecución de cercas perimetrales con setos vivos, entre las viviendas y el área de protección definida.

Evaluación y seguimiento de la implementación de los mecanismos

Realizar los sistemas de monitoreo y evaluación sistemáticos de la implementación de los proyectos, programas y políticas públicas es importante como medida de éxito.

Estos procesos nos conllevan a enfrentar retos, entre ellos, la voluntad política y el apoyo público, la selección de los aliados, la sensibilización y educación de la comunidad, la introducción continua y permanente de los resultados de la ciencia e innovación, la creación de capacidades y de herramientas para el diseño de las políticas públicas y la promoción de los mecanismos de involucramiento del sector público y privado.

VII. Implementación de SbN en Cuba. Potencialidades, Limitaciones y Retos.

Potencialidades

- ✓ Existencia de políticas imprescindibles y vinculantes para el uso racional de los recursos naturales y el medio ambiente aprobadas: Política de medio ambiente, Política de ordenamiento territorial y urbano y gestión del uso del suelo, Política Nacional del Agua, Política de la vivienda y Resoluciones complementarias, otras.
- ✓ Disponibilidad en los territorios de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de situaciones actuales.

- ✓ Avances en el proceso de la actualización de instrumentos jurídicos vigentes, sometidos a aprobación por la Asamblea Nacional del Poder Popular, tras amplios procesos de consultas.
- ✓ Contar con dos Planes de Estado: Enfrentamiento al Cambio Climático y Nueva Agenda Urbana Cubana, (ambos poseen sinergia en algunas de sus líneas estratégicas, conjunto de acciones o líneas de trabajo con la finalidad de enfrentar retos en sus campos de acción y elevar la calidad del hábitat).
- ✓ Disponibilidad de investigaciones de universidades y otros centros, incluyendo tesis de grado, maestría y doctorado, que aportan conocimientos científicos para hacer resilientes los asentamientos humanos.

Limitaciones

- ✓ Insuficiencias en el estado, tratamiento y atención del arbolado y áreas verdes de las ciudades.
- ✓ Reducción de la capacidad de infiltración de las aguas debido a la alta densificación de las ciudades.
- ✓ Propuestas de soluciones de adaptación basadas en ecosistemas y naturaleza muy limitadas por su insuficiente sensibilización, información y comunicación.
- ✓ Problemas de acceso financiero, altos costos de ejecución y limitaciones en la apropiación de tecnologías adecuadas y novedosas.
- ✓ Insuficiencia en la capacidad y estado técnico de los sistemas de drenaje pluvial y alcantarillado.
- ✓ Insuficiente completamiento de la faja forestal hidro-reguladora de los ríos y arroyos para la protección de sus cauces, así como para favorecer el incremento de la disponibilidad hídrica y la calidad de las aguas terrestres.
- ✓ Insuficiente aprovechamiento de fuentes no convencionales de agua (captación directa de agua de lluvia, de agua residual tratada, desalación de agua de mar o salobre, recarga artificial de acuíferos, entre otras).
- ✓ Dificultad en la recolección, transportación y disposición final de residuales sólidos.

Retos

- ✓ Incorporar los principios de diseño bioclimático en planeamiento y diseño de nuevos asentamientos, viviendas y edificios, así como en la transformación de los existentes, con vistas a reducir la transferencia térmica hacia los espacios interiores y aprovechar al máximo la iluminación y ventilación natural.
- ✓ Integrar de forma sistemática la búsqueda de soluciones de adaptación a los efectos del cambio climático basados en la naturaleza y de amplio espectro, más allá de sus límites, asumiendo acciones a la escala territorial de la cuenca hidrográfica en que se insertan.

VIII. Conclusiones

Se evidenció la fortaleza jurídica existente en el país para el análisis de los riesgos y vulnerabilidades, desde los sistemas de alerta temprana, su integración a la planificación urbana, favoreciendo los procesos de toma de decisión entre ellas, las identificadas para la implementación de SbN, por su importancia como elemento catalizador del equilibrio de los ecosistemas.

Se mostró la consolidación con los actores locales (estatales y privados, y sociedad civil y medios de comunicación) en el compromiso real de priorizar e integrar los esfuerzos de adaptación al cambio climático, con la aplicación SbN, apropiándose de las técnicas e instrumentos. La aceptación del cambio de visión sobre el verde en las ciudades, incluyendo el arbolado, parte de su atención y manejo integral, basado en aprovechamiento de sus efectos positivos ante el Cambio Climático, con la captación de emisiones de CO₂ y la producción de O₂ como parte del proceso de fotosíntesis, la mejora de la capacidad de infiltración de los suelos, la reducción de inundaciones y recarga de los acuíferos a partir de las precipitaciones, el aporte de sombras ante la elevación de las temperaturas, alimentos, flores y belleza paisajística, entre otros.

La articulación de todos los ámbitos territoriales y la importancia concedida al nivel local para el desarrollo y enfrentar las adversidades, contribuyen a elevar las capacidades de respuesta, protección de la población y constituyen preocupación sistemática de los gobiernos y clave de la adaptación.

Se estableció la línea base para Manzanillo, como una ciudad vulnerable a los impactos del cambio climático, fundamentalmente, a los efectos del aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos que conllevan las penetraciones del mar, lluvias intensas, vientos, y el ascenso al n.m.m. Además, de las afectaciones por las consecuencias del proceso de urbanización y, la variabilidad y cambios climáticos.

Fueron analizadas tres propuestas de SUDS para la aplicación de SbN en el caso de estudio "Cañada Vázquez: jardines de infiltración, naturalización de aceras y caminos y humedal artificial sub-superficial.

Definido un Fondo para Cañada, con mayor participación del financiamiento local y una mínima participación de financiamientos provenientes de proyectos del FVC, además, se seleccionó la Contribución por Mejora para la cañada, como el instrumento de financiamiento basado en suelo, para su sostenibilidad.

Se fortaleció la estrategia de participación integrada de los sectores públicos y privados en la ejecución, mantenimiento y sostenibilidad de la SbN planteadas para el estudio de caso. Se estableció en la propuesta la importancia que se le atribuye la construcción de viveros por esta alianza.

IX. Recomendaciones

La institucionalización de los resultados del proyecto.

Creación de un grupo de trabajo multidisciplinario para estudiar y profundizar en las soluciones del resto de las cañadas y otras zonas de la ciudad, y replicar las buenas practicas del estudio de caso

Aun cuando existe un marco normativo sólido para la aplicación de las SbN urbanas, es necesario integrar la adaptación en los planes de desarrollo local, urbano y territorial de forma implícita y transversal.

Profundizar y dar seguimiento al desarrollo de una estrategia de financiamiento climático a nivel nacional, incluyendo una revisión de incentivos al sector privado y una diversificación de fuentes de inversión, sería clave para escalar la adaptación al cambio climático en las ciudades.

La elaboración del modelo de ordenamiento ambiental para la ciudad de Manzanillo.

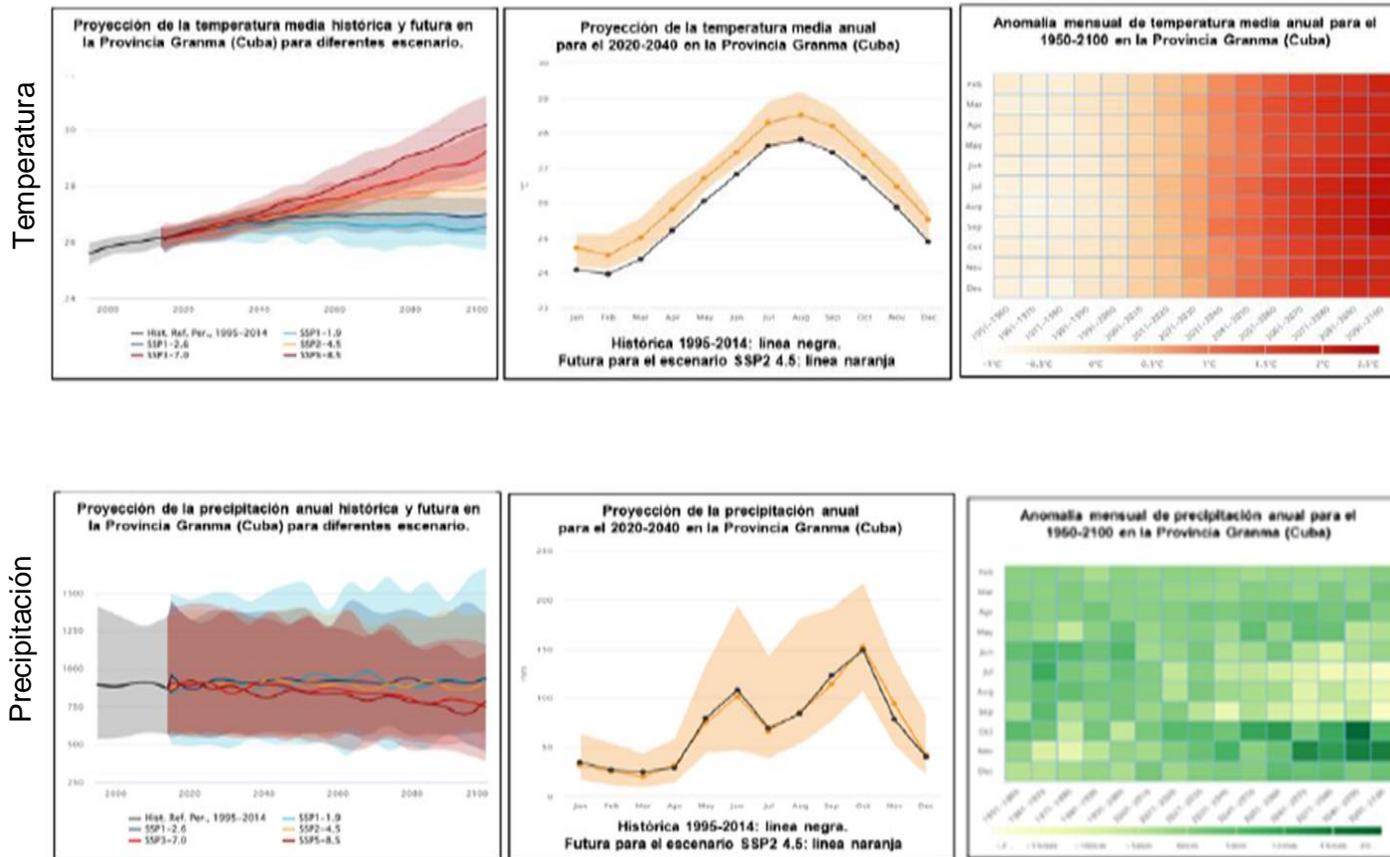
Referencias

- Alfonso Erba, D. (2013). *Definición de políticas de suelo urbano en América Latina. Teoría y práctica*. ISBN 978-85-906701-4-8. Instituto Lincoln de Políticas de Suelo.
- ANPP. (2021). *Ley 145 "Del Ordenamiento Territorial y Urbano y la Gestión del Suelo"*. [GOC-2022-1061-0116].
- ANPP. (2022). *Ley 150 "Del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente"*. [GOC-2023-771-087].
- CE. (2017). *Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba*.
- CE. (2017). *Plan de Estado para la Implementación de la Nueva Agenda Urbana en Cuba*.
- CE. *Decreto-Ley 77. (2023). "De Costas"*. [GOC-2023-914-0108].
- CCPCC. (2021). *Conceptualización del Modelo Económico y Social cubano de Desarrollo Socialista. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026*.
- CITMA. (2020). *Proyecciones Tarea Vida 2021-2025*.
- CM. (2001). *Decreto No. 272. De las Contravenciones en Materia del Ordenamiento Territorial y Urbanismo*. [GOC-2001. No. 2].
- CM. (2014). *Decreto No. 327 "Reglamento del Proceso Inversionista"*. [GOC-2015 No.5].
- CM. (2021). *Decreto 33. Para la Gestión Estratégica del Desarrollo Territorial*. [GOC-2021-359-040].
- CM. (2022). *Decreto 68 "Reglamento de la Ley 145. Del Ordenamiento Territorial y Urbano y La Gestión del Suelo"*. [GOC-2022-1061-0116].
- CM. (2022). *Reglamento de la Ley 145 "Del Ordenamiento Territorial y Urbano y la Gestión del Suelo"*. [GOC-2022-1061-0116].
- CM. (2023). *Decreto 86. Del Enfrentamiento al Cambio Climático*. [GOC-2023-771-087].
- CM. (2023). *Decreto 97. Reglamento del Decreto-Ley 77 "De Costas"*. [GOC-2023-915-0108].

- De La Sala, S., Maldonado, M., y Alterman, A. (2019). *Políticas de Suelo, Derecho Urbanístico y Cambio Climático: Instrumentos Urbanísticos-Tributarios como Medidas para Enfrentar al Cambio Climático*. Instituto Lincoln de Políticas de Suelo.
- De La Sala, S., Maldonado, M., Alterman, A., Pérez Macías, G. A., y Arazo Silva, R. (2020). *Políticas de Suelo, Derecho Urbanístico y Cambio Climático: Instrumentos Urbanísticos-Tributarios como Medidas para enfrentar al Cambio Climático. Etapa 2: Análisis de casos*. Instituto Lincoln de Políticas de Suelo.
- INOTU. (2022). *Resolución 173. Metodología para determinar el valor catastral de los bienes inmuebles de naturaleza urbana” y la “Metodología para determinar el valor catastral de los bienes inmuebles de naturaleza rural*. [GOC-2022-1061-0116].
- INOTU. (2022). *Resolución 174. Regulaciones urbanísticas generales para los asentamientos humanos concentrados*. [GOC-2022-1061-0116].
- Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., Stadler, J., Zaunberger K., y Bonn, A. (2016). *Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action*. Ecology and Society, Jun 2016, Vol. 21, No. 2 (Jun 2016). <https://www.jstor.org/stable/26270403>
- Lis Maldonado, M. (2010). *Reforma Urbana Argentina: Reflexiones y recomendaciones a partir del Derecho Brasileño y Colombiano*. [Posgrado Derecho Inmobiliario, Urbanístico y de la Construcción, Universidad Nacional de Rosario].
- UICN (2020). *Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Un marco sencillo para la verificación, el diseño y la extensión de SbN*. Primera edición. Gland, Suiza. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.es>

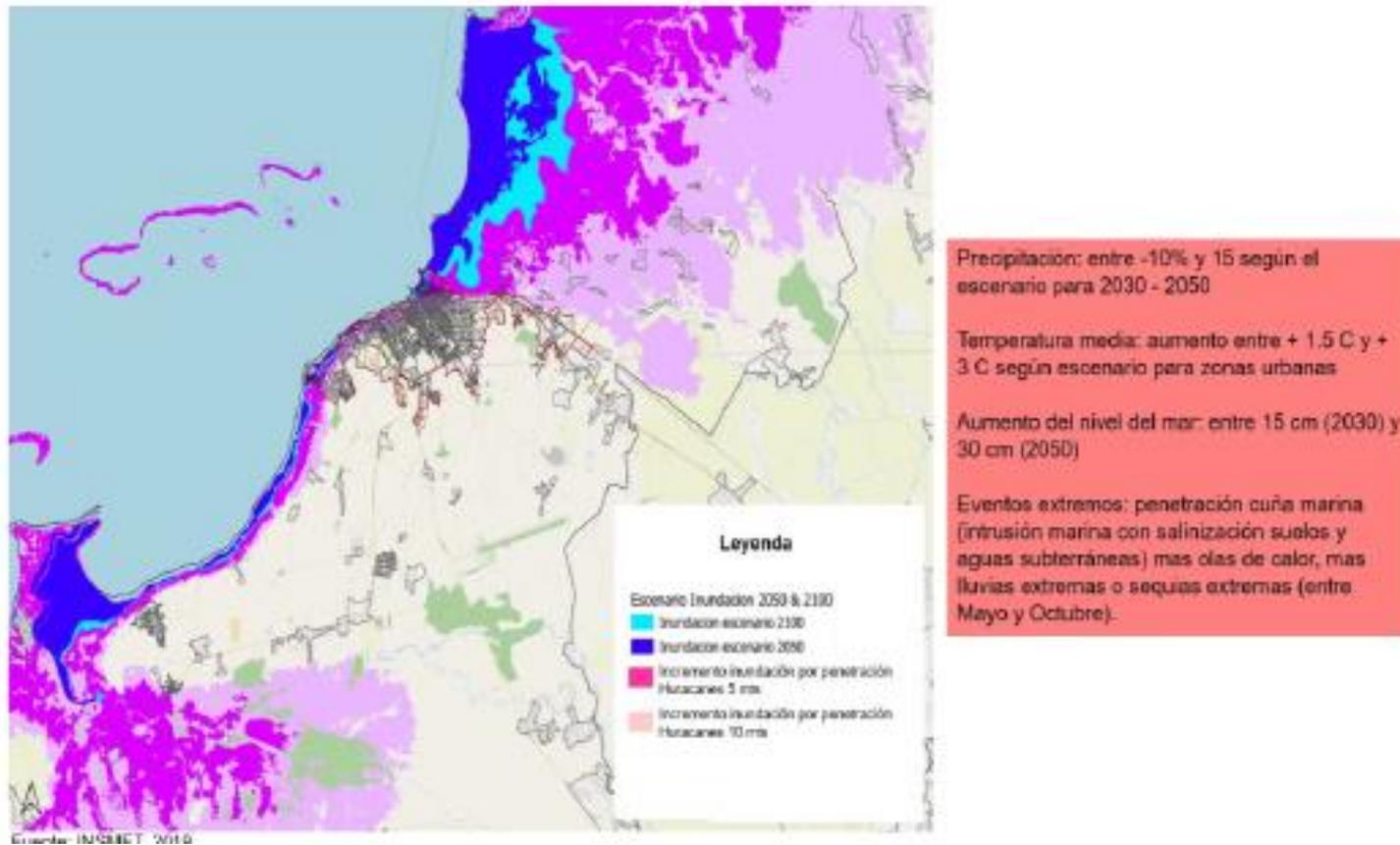
Anexos

Anexo1. Tendencia en la temperatura media y precipitación anual para el periodo 2000-2010 en la provincia Granma



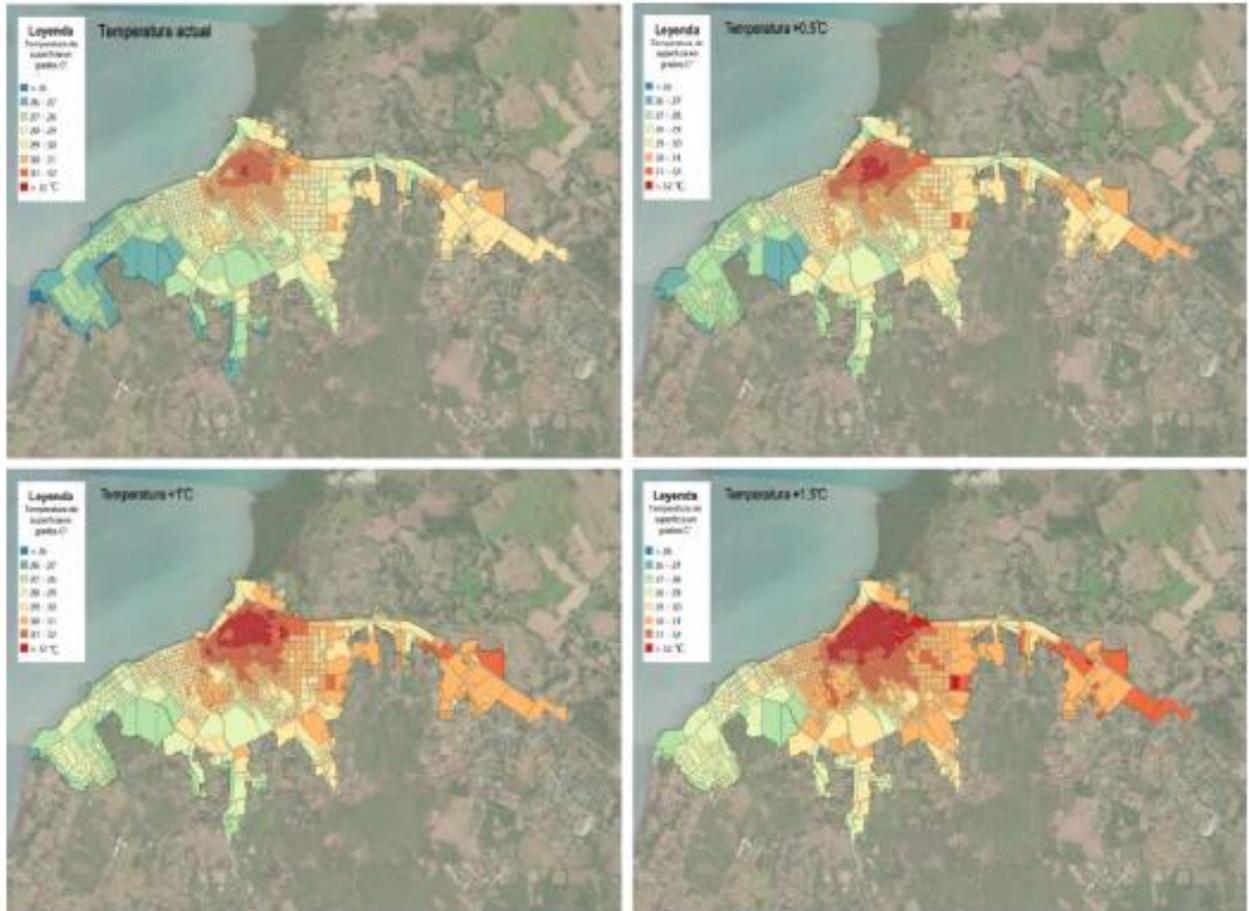
Fuente: Climate Knowledge Portal. Tomado del informe "Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Manzanillo", 2023.

Anexo 2. 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.



Fuente: INSMET, 2019. Tomado del informe "Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de Manzanillo", 2023.

Anexo 3. 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.



Anexo 4. Ficha normativa del Instrumento

INSTRUMENTO

CONTRIBUCIÓN POR MEJORAS

NATURALEZA

INSTRUMENTO TRIBUTARIO

DESCRIPCIÓN

La contribución por mejoras, también conocida como contribución por obra pública o por valorización, es un tributo que se aplica a los propietarios de bienes inmuebles que se benefician directamente de mejoras realizadas por el gobierno en una determinada zona o área. Es de tipo contributivo, lo que indica que hay un beneficio o mejora de por medio en su utilización; así la persona contribuye para la provisión de un bien público del cual se beneficia. Se basa en el principio de que aquellos propietarios que se benefician directamente de las mejoras públicas deberían contribuir con una parte proporcional de los costos asociados a su provisión o generación.

En general, en su estructuración aplican dos principios de forma conjunta: el principio del beneficio y el principio del costo. Así, el monto de la contribución por mejoras se determina en función del beneficio o incremento de valor que las áreas y propiedades experimentan como resultado de las mejoras realizadas, y si el beneficio es inferior al costo, será cobrado únicamente hasta el beneficio y no el costo de la obra. Al mismo tiempo opera el principio del costo que indica que el límite de cobro está dado por el costo de la obra, de forma que si la obra genera un impacto o beneficio superior al costo, esté último opera como límite máximo de la cobranza (por ejemplo en casos de servicios o bienes muy escasos o muy necesarios como puede ser agua entubada).

En muchos países, para grandes obras o varias de obras que serán financiadas de forma conjunta se realizan evaluaciones o valoración del aumento de valor, y a partir de ahí se aplica una tasa o porcentaje establecido por la autoridad local. Esta tasa puede variar según la legislación y las políticas específicas de cada jurisdicción. En el caso de pequeñas inversiones u obras de impacto o escala barrial suelen ser establecidos sistemas más simples de co-financiación entre las comunidades beneficiarias y el gobierno local.

Es importante destacar que la contribución por mejoras se utiliza como una fuente de financiamiento para cubrir los costos de las inversiones públicas y no tiene un carácter recurrente como el impuesto predial. Además, el cobro de esta contribución está vinculado a la realización de las mejoras y el impacto benéfico en las propiedades. La recaudación de estos fondos se destina a financiar nuevas mejoras o proyectos en la misma área o zona beneficiada.

FINALIDAD

Esta contribución tiene como finalidad financiar o co-financiar el costo de las mejoras públicas y redistribuir los beneficios generados entre los propietarios que experimentan un aumento en el valor de sus propiedades como resultado de dichas mejoras. Este tributo se utiliza para recaudar fondos que se destinarán a la planificación, ejecución y financiamiento de obras de infraestructura. Estas obras contribuyen al desarrollo y bienestar de la comunidad al mejorar la calidad de vida, la accesibilidad, la seguridad y el entorno urbano.

La Contribución por mejoras permite garantizar que aquellos que se benefician directamente de las mejoras realizadas en una determinada área contribuyan proporcionalmente a su coste, de esta manera, se busca mantener un equilibrio en la distribución de la carga tributaria y asegurar que aquellos que obtienen mayores beneficios de las obras asuman una parte justa de su financiamiento.

ELEMENTOS TRIBUTO

SUJETO ACTIVO: El recaudo por la contribución de mejoras típicamente es de responsabilidad de la entidad encargada de llevar a cabo las obras que generan el beneficio. Las reglas generales suelen estar definidas a nivel nacional, y la entidad ejecutora establecerá la regulación sobre procedimientos y aspectos particulares de la cobranza respectiva, tales como los proyectos específicos que se beneficiarán, el recaudo y administración del recurso recaudado y el uso del mismo ya sea para financiar la obra objeto de la cobranza o futuras obras (en el caso de fondos revolventes).

SUJETO PASIVO: Los propietarios, poseedores o beneficiarios de un inmueble que se ve directamente beneficiado por las obras o mejoras realizadas en una determinada área.

HECHO GENERADOR: Es la realización de obras o mejoras en una determinada área que proporcionan beneficios directos a los propietarios o beneficiarios de los inmuebles en dicha zona. Dependiendo de la reglamentación puede considerarse como hecho generador objeto de cobranza la proyección, desarrollo o realización de la obra pública. Así, en países como Colombia es posible cobrar antes, durante o después de la realización de la obra, mientras que en otros países como Brasil únicamente cuando las obras o mejoras han sido terminadas y están disponibles para su uso o disfrute.

BASE GRAVABLE: Se calcula el costo de la obra teniendo en cuenta los beneficios que proporciona a los inmuebles sujetos a gravamen. Se considera como costo a todas las inversiones necesarias para llevar a cabo la obra, con la adición de un porcentaje razonable para cubrir imprevistos así como costos administrativos (en general se establece un límite para este ítem).

TARIFA: La tasa de la contribución por mejoras se aplica a los predios gravados según la división en zonas, se determinará dividiendo el presupuesto de las obras de interés público o servicio público para uno o más años, entre el total de las áreas virtuales de las zonas gravadas.

EXPERIENCIAS

La contribución por mejoras es un instrumento muy versátil pues permite financiar tanto grandes inversiones en obras viales, de espacios públicos, redes, equipamientos públicos como financiar pequeñas mejoras en un parque o plaza pública en un barrio de la ciudad. Su correcta administración permite programar y ejecutar conjuntos de obras necesarios que incluyen inclusive medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

En América Latina son variadas las experiencias con el uso de este instrumento, siendo la más relevante por antigüedad, alcance y desarrollo técnico el de las ciudades colombianas (con más de 100 años de uso y aprendizajes). A seguir se presentan comentarios relativos a experiencias recientes en diversos lugares de la región a partir del ciclo de conferencias "Cien años de la Contribución por Valorización en Colombia":

Argentina

En Argentina, la ley inicial para el financiamiento del transporte subterráneo fue establecida a nivel nacional en 1987. Esta ley creó el Fondo Permanente para la Apropiación de Subterráneos, bajo la responsabilidad del gobierno nacional. Diez años después, en 1997, la ciudad de Buenos Aires reglamentó la ley y realizó modificaciones, asumiendo el financiamiento total del sistema subterráneo.

En el año 2012, la ley fue actualizada para incorporar nuevas fuentes de ingresos, aunque conservando los tres elementos principales de financiamiento. El primer componente es la contribución por mejora, que implica que los propietarios de inmuebles ubicados en la zona de influencia de cada línea o tramo de línea habilitado deben contribuir al costo de expansión. Es importante destacar que una red de subterráneos beneficia a toda la ciudad, no solo a aquellos que tienen una estación cercana a su casa. Por lo tanto, el segundo componente del fondo es un incremento del 5% en el impuesto a la propiedad que la ciudad de Buenos Aires cobra. Este incremento se destina específicamente al financiamiento del subterráneo.

La ciudad de BUENOS AIRES utiliza la contribución por mejoras para financiar la expansión de la red de trenes subterráneos dado que, tiene un potencial inmenso en temas territoriales o espaciales de una ciudad. No solo beneficia la movilidad y el medio ambiente, sino que también puede impulsar el crecimiento de áreas menos desarrolladas y mejorar la accesibilidad al interior de la ciudad, lo cual tiene efectos en la productividad. En esta ciudad se cobra la contribución por mejoras a todos los propietarios de inmuebles ubicados en un radio de 400 metros de la boca de acceso o línea del subterráneo. Esta condición puede resultar subjetiva, ya que no beneficia a aquellos ubicados a una distancia ligeramente mayor, lo cual podría ser mejorado para mayor equidad.

Un problema del caso argentino es que el tributo grava al propietario y no a la propiedad, lo cual implica que la deuda es personal y no se transfiere al nuevo propietario en caso de venta. Esta particularidad es diferente de lo que ocurre generalmente pues este

gravamen suele acompañar al inmueble e inscribirse en el registro de la propiedad, de suerte que se exige su pago para aceptar, por ejemplo, registro de cambio de propietarios y otras acciones sobre el inmueble.

En cuanto a los plazos de pago, la ley establece que la contribución por mejoras sólo puede dividirse en pagos por hasta cinco años, o hasta que se cubra el costo total de la obra. Además, se limita a un máximo del 15% del valor fiscal de la propiedad en un plazo de cinco años. Estas limitaciones podrían ser revisadas para adaptarse a la realidad de las propiedades y evitar una disminución en el potencial recaudatorio.

A pesar de las limitaciones mencionadas, la contribución por mejoras ha logrado financiar una gran parte de las obras de extensión de la red de subterráneos en el pasado. Sin embargo, en años más recientes, la financiación ha disminuido y se han buscado otras fuentes de ingresos, como subsidios cruzados con las autopistas.

Colombia

En Colombia, es común que no se disponga del dinero necesario para realizar obras, por lo que se recurre a la contribución de valorización como fuente de financiamiento. Como fue mencionado "En Colombia la contribución de valorización ha jugado un papel importante en el financiamiento de obras públicas y ha tenido una considerable participación en los ingresos de las ciudades. A finales de los años 1960 alcanzó a representar el 16% del total de los ingresos de Bogotá y el 45% de los ingresos del municipio de Medellín. A principios de la década de 1980 permitió recaudar el 30% de los ingresos de Cali y en 1993 el recaudo alcanzó el 24% de los ingresos de Bogotá. Durante la década del 2000 este instrumento ha sido muy utilizado en Bogotá, Medellín, Cali, Manizales, Bucaramanga, Barranquilla y en general en casi todas las ciudades con más de 300.000 habitantes" (Borrero y Montaña,). Las experiencias recogen períodos de auge y decaimiento del instrumento, marcadas por buenas y malas prácticas de los gobernantes y van desde mega-paquetes de obra hasta programas barriales tan famosos como Obra por tu lugar de la alcaldía de Bogotá que permite a los habitantes de los barrios postular obras pequeñas que el gobierno ayuda a hacer realidad.

Este instrumento ha sido utilizado principalmente por los gobiernos municipales para garantizar sus infraestructuras viales y de redes, pero recientemente ha ganado también interés de las autoridades departamentales (o provinciales). La experiencia reciente del departamento de ANTIOQUIA con la contribución de valorización como obra departamental se ha implementado en aproximadamente el 50% de los municipios y ha beneficiado obras principalmente en el área rural.

Las obras en áreas urbanas son realizadas y cobradas por los gobiernos municipales. Los recursos de la contribución de valorización no ingresan a la caja general del municipio, sino que se deben manejar en una cuenta específica. Estos fondos se invierten en primera instancia en la obra que genera los beneficios, ya sea en la creación, rehabilitación o reconstrucción de infraestructuras de interés público. Si hay recursos adicionales o se recauda posteriormente a la ejecución de las obras, se pueden realizar

otras inversiones municipales. Se establece un cronograma para el cobro de dicha contribución, el cual se divide en etapas que abarcan desde la solicitud del proyecto hasta su finalización. Durante este proceso, se involucra la participación de la comunidad y los propietarios, aunque es importante tener en cuenta que las decisiones de los propietarios no obligan a la administración.

Uno de los temas importantes a considerar es la asignación de la contribución de valorización. Para calcular dicha contribución, es necesario entender cómo se realizó el estudio de beneficio. Si se empleó el enfoque de beneficio local o directo, la asignación se basará en el factor de beneficio. En cambio, si se utiliza el enfoque de beneficio general, se requiere un estudio de capacidad económica de la tierra, el cual determinará la asignación mediante un factor de capacidad económica. Este cálculo de la contribución de valorización se simplifica en una regla de tres simple, en el que se considera el beneficio, la capacidad económica de la tierra, los frentes y las áreas, dependiendo del tipo de estudio.

Costa Rica

En el caso específico de la ciudad de SAN JOSÉ, se conoce un caso reciente: cobro para la reconstrucción de la calle 78. Esta calle se encuentra en el sector de la Sabana, cerca del Estadio Nacional y ha experimentado un desarrollo importante en términos de proyectos de torres y condominios residenciales.

En agosto del 2020, a finales de ese mismo año, la municipalidad comunicó la intención de realizar un cobro de contribución especial en la calle 78, ubicada en el barrio Nunciatura en la zona norte. El municipio decidió cobrar para garantizar el financiamiento de las mejoras necesarias en esta área de alta plusvalía, lo que generó controversia entre los vecinos y las personas sujetas a este cobro. El municipio exigía el pago de contribución a aquellos propietarios que colindaban directamente con el proyecto de mejora, lo cual se limitaba a unos 265 dueños. Es interesante notar que la municipalidad no pretendía cobrar el 100% del costo de la obra, sino solo el 50%, y extendió el plazo de pago a 10 años. Esto generó una fuerte oposición por parte de los vecinos, quienes incluso contrataron abogados y amenazaron con recurrir a instancias judiciales de mayor rango.

Los vecinos argumentaban que no era responsabilidad de ellos el mantenimiento de la calle. Sin embargo, existe una condición cultural en la sociedad que tiende a esperar que el Estado se encargue de resolver todos los problemas, lo cual podría estar influenciado por experiencias pasadas en las que los gobernantes buscaban recursos a través de otras fuentes de financiamiento. Por lo tanto, hay resistencia y temor por parte de la clase política para llevar adelante este tipo de procesos. Sin embargo, el municipio no tiene instrumentos para captar las plusvalías generadas por la inversión inmobiliaria y, por lo tanto, se podría percibir una desproporción en cuanto a quién debe pagar y cuándo.

La situación se vio afectada por debilidades en la municipalidad en cuanto al cálculo del costo total del proyecto, lo que generó variaciones en los montos. Esto afectó la credibilidad y legitimidad de la autoridad pública frente a la ciudadanía.

Aunque la Constitución Política establece la fortaleza del régimen municipal desde el artículo 169, en la práctica las municipalidades han sido históricamente débiles frente a un estado centralista. Así, a pesar de que el país cuenta con un marco normativo de contribuciones especiales, no se ha aplicado efectivamente el instrumento. A pesar de que el país cuenta con un marco normativo de contribuciones especiales, no se ha aplicado efectivamente el instrumento. Por otro lado, la falta de registros de precios de suelo previos al anuncio de proyectos dificulta obtener información precisa sobre la plusvalía generada por las obras públicas. Además, existe una carencia de recursos económicos para realizar las inversiones iniciales debido a la situación fiscal y la calificación de riesgo del país.

Ecuador

La contribución especial de mejoras, que se estableció en la legislación desde 1971, constituye el segundo tributo más relevante a nivel municipal en Ecuador. La contribución especial de mejoras se concibe como el beneficio real o presuntivo que reciben las propiedades inmuebles debido a la construcción de obras públicas. Sin embargo, en la práctica, se han mezclado conceptos, y el cobro se basa en el costo de la obra más que el beneficio real, en parte por la dificultad que puede representar su medición. La discrecionalidad que permite la ley ha llevado a que en diversos lugares los cuerpos colectivos (llamados concejos municipales) hayan establecido exoneraciones por consideraciones sociales y económicas de los contribuyentes sin una técnica adecuada.

La determinación de la base para el cobro de la contribución especial de mejoras se realiza desde dos perspectivas conceptuales: el valor incrementado en la propiedad y la recuperación por el costo de la obra. Existen vacíos en la normativa y la determinación del beneficio se realiza de manera subjetiva en muchos casos.

El caso más conocido es el de la ciudad de CUENCA, municipio que se destaca internacionalmente por el uso del instrumento. El motivo de uso fue la falta de recursos públicos al final del siglo XX para financiar el desarrollo urbano. El alcalde de aquel entonces decidió utilizar el cobro de la contribución especial de mejoras como mecanismo para garantizar el repago de créditos en la banca privada. A pesar de los cambios en las administraciones locales, el programa de recuperación especial de la contribución especial de mejoras ha continuado, principalmente enfocado en la regeneración urbana y la mejora de los barrios.

El programa "Barrio Solidario" de Cuenca busca la regeneración integral de los barrios, incorporando obras subterráneas como alcantarillado y agua potable, además de pavimentaciones e infraestructura barrial, todo planificado de manera integral. Si bien, el plazo general para el pago de la contribución es de 7 años, el 90% de la ciudadanía paga antes del cuarto año.

Se destaca la fuerte participación de la sociedad y los beneficiarios, quienes realizan veedurías para establecer claramente los costos y la cantidad que deben pagar y para el éxito del cobro de la contribución especial de mejoras. La transparencia sobre las obras,

sus costos, formas de pago, así como la planificación y gestión en los barrios, siempre cuenta con el apoyo de la ciudadanía.

DEBATES Y DESAFÍOS

Las experiencias de la región, en especial de Colombia y Ecuador, indican que este instrumento suele gozar de amplia aceptación por los contribuyentes, los cuales aceptan el cobro y realizan los pagos de forma general (presenta baja cartera morosa, inclusive más baja que el impuesto predial). Es un tributo legítimo desde el punto de vista ciudadano e inclusive empresarial y, contrario a lo que se piensa, es bien recibido por comunidades de bajos recursos las cuales suelen tener más urgencia por las obras e infraestructuras que otras áreas mejor provistas de la ciudad. Sin embargo es necesario cuidar la metodología de distribución (siempre imperfecta) y de proceso burocrático-técnico de cobro y atención al ciudadano.

Son debates comunes a estos instrumentos la justicia espacial. ¿Es justo y equitativo que aquellos propietarios que se benefician directamente de las obras públicas financien su construcción y mantenimiento? ¿Es justo que solo algunos propietarios asuman los costos, especialmente si los beneficios no son claramente proporcionales a la contribución?

Una cuestión fundamental de debate se centra en la metodología empleada para determinar el valor de los beneficios percibidos por los propietarios y calcular la contribución correspondiente. La correcta evaluación del beneficio individual de cada propietario puede presentar un desafío, ya que diferentes enfoques pueden arrojar resultados divergentes. Esta situación plantea interrogantes acerca de la objetividad y precisión de la valoración de los beneficios. Sin embargo, el beneficio social ha superado las fragilidades técnicas del instrumento manteniéndolo vigente.

BIBLIOGRAFÍA

Aulestia, D., & Rodríguez, V. (2014) Incentivos para el cobro de Contribución Especial de Mejoras y el financiamiento de la infraestructura pública de Ecuador. Lincoln Institute of Land Policy. Recuperado de [Incentivos para el cobro de Contribución Especial de Mejoras y el financiamiento de la infraestructura pública en Ecuador | Lincoln Institute of Land Policy](#)

Borrero, O. (s.f). Evaluación de la contribución de valorización en Colombia. Lincoln Institute of Land Policy. Recuperado de [Evaluación de la contribución de valorización en Colombia | Lincoln Institute of Land Policy](#)

Duarte, J., & Baer, L. (2013). Recuperación de plusvalías a través de la contribución por mejoras en Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires-Argentina. Documento de Trabajo del Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, Massachusetts. Recuperado de https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/duarte-wp14jd1sp-full_0.pdf

Furtado, F. y Acosta C.

Hernández, J. 2007. "La contribución de valorización: desarrollo urbano en todas las escalas La experiencia de Bogotá (Colombia) en el período 1987–2004 y prospectiva". En *Movilización Social de la Valorización de la Tierra: Casos latinoamericanos*, ed. Maria Clara Vejarano. 187–219. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy. (CDROM). <https://www.lincolninst.edu/publications/other/movilizacion-social-lavalorizacion-la-tierra>

Lincoln Land Policy. (6 de octubre de 2021). Contribución por Valorización 100 años. Sesión 3 – Nuevos desafíos [Video]. Youtube. [\(16\) CV100 Sesión 3 – Nuevos desafíos - YouTube](#)

Ministerio De Vivienda, Ciudad Y Territorio, Universidad Nacional De Colombia Y Asociación Colombiana De Ciudades Capitales - ASOCAPITALES. (2019). Instrumentos para facilitar la toma de decisiones sobre la financiación del desarrollo urbano y territorial. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia.

Ministerio del Interior, Obras públicas y Vivienda. (2018). La Contribución por Mejoras - Análisis General y Normativo. Aplicación prácticas en los municipios de Argentina. Argentina. Recuperado de: [Contribucion-por-mejoras-Analisis-normativo-y-casos-practicos.pdf \(mininterior.gov.ar\)](#)