



Análisis de vulnerabilidad y riesgos climáticos para la ciudad de El Progreso

Informe de país: Honduras

Autores: Michiel van Eupen, Manuel Winograd y William Rodriguez

Revisión: Lili Ilieva, María Paula Viscardo

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

COPECO	Comisión Permanente de Contingencias
INE	Instituto Nacional de Estadística
ZIP	Zonas Industriales de Procesamiento para Exportaciones
SbN	Soluciones basadas en la Naturaleza
OMS	Organización Mundial de la Salud

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2. Principales actores identificados para la planificación y ordenamiento territorial en El Progreso	12
Figura 3. Cobertura del suelo e inundaciones históricas en La Lima y El Progreso	13
Figura 4. Cobertura del suelo y dinámica urbana 2000 – 2020 en El Progreso	14
Figura 13. Zonas de riesgo de deslizamiento (A) y escenario en caso de deforestación alta en las áreas de ladera (B) en El Progreso.	27
Figura 15. Puntos críticos para la ciudad de El Progreso identificados por los actores	29
Figura 16. Cascada de impactos climáticos por inundaciones y deslizamientos en El Progreso.	33
Figura 17. Zonas prioritarias para la acción (A) y acciones prioritarias de SbN para implementación (B) definidas e identificadas por los actores en la ciudad de El Progreso (Fuente: elaboración propia sobre la base de las conclusiones del taller Noviembre, 2023).....	35

LISTADO DE IMAGENES

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en El Progreso	9
Tabla 2. Componentes para la evaluación	9
Tabla 3. Efectos de diferentes eventos climáticos extremos en Honduras.....	16

ÍNDICE

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	2
LISTADO DE FIGURAS	2
LISTADO DE IMAGENES	2
No table of figures entries found.	¡Error! Marcador no definido.
LISTADO DE TABLAS	2
Tabla 3. Efectos de diferentes eventos climáticos extremos en Honduras.....	16
.....	2
ÍNDICE	2
1. INTRODUCCIÓN	4

2. OBJETIVO	5
Público Objetivo	5
3. METODOLOGÍA	5
4. CONTEXTO DE LA CIUDAD DE EL PROGRESO	9
Contexto socioeconomico.....	10
Actividad productiva.....	11
Actores e iniciativas clave.....	11
Características físico-ambientales.....	12
5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMATICO EN EL PROGRESO.....	14
Condiciones climáticas actuales.....	14
Peligros climáticos	15
Impactos observados.....	15
Tormenta ETA y huracan IOTA	18
Causas de los impactos.....	19
Tendencias y proyecciones climáticas futuras	20
6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS.....	23
Indicadores y métrica	23
.....	24
Figura 10. Componentes, variables e indicadores para la evaluación en Nature4Cities para El Progreso	24
Vulnerabilidad y riesgos climáticos	24
Vulnerabilidad y riesgo a inundaciones fluviales y pluviales	24
Vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos	26
Isla de calor resultado de aumento de temperatura y limitado arbolado urbano.	27
Sequia.....	28
Detección de puntos críticos.....	28
Servicios Ecosistémicos	30
Infraestructuras.....	30
Cascada de impactos	32
7. USO DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE EL PROGRESO	33
8. REFERENCIAS.....	35
ANEXO 2. IDENTIFICACIÓN DE CONSECUENCIAS DE RIESGOS CLIMÁTICOS POR PARTE DE EXPERTOS LOCALES CONSULTADOS EN LA CIUDAD DE EL PROGRESO.....	32

1. INTRODUCCIÓN

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

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

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

La función principal de este tipo de evaluaciones es la de disponer de información útil para la exploración e identificación de las SbN, el conocimiento de las escalas y niveles de decisión implicados y también como insumo para el intercambio y validación en la definición, implementación e integración de SbN en el contexto de la planificación urbana. El propósito de este documento no es el de realizar un nuevo diagnóstico, el propósito es el de poner a disposición de todas las personas e instituciones involucradas la información existente y necesaria para la integración de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos en la planificación urbana y en la toma de decisiones de la ciudad.

2. OBJETIVO

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

En este contexto, el presente análisis tiene como objetivos:

1. Compilar los datos e información disponible en las ciudades, con el fin asegurar la integración de los conocimientos y capacidades ya existentes en las instituciones locales, evitándose así la dualidad de diagnósticos. Al mismo tiempo se utilizan una serie de herramientas apropiadas para cada etapa de la evaluación y que permiten la elaboración de los productos necesarios (ver Anexo 1).
2. Identificar, en función de las problemáticas urbanas, los principales riesgos e impactos climáticos para la identificación posterior de puntos, áreas y grupos críticos para la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN).

Público Objetivo

La presente evaluación está dirigida principalmente a personal técnico, asesores y consultores de los gobiernos locales y otros actores clave a nivel de la ciudad tanto del sector público, la sociedad civil y el sector privado. Al mismo tiempo, los métodos y hallazgos de la evaluación integran y aseguran sinergias con otras iniciativas existentes en las ciudades. Al mismo tiempo, a nivel local y nacional, los gobiernos e instituciones se pueden beneficiar para mejorar y crear capacidades e integrar las metodologías y hallazgos para su replicación y escalamiento a otras ciudades.

3. METODOLOGÍA

Marco metodológico

Las evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo constituyen un elemento esencial para afrontar los desafíos complejos y apoyar a los tomadores de decisiones en la exploración e implementación de soluciones creativas, que sean rentables, aceptadas por las comunidades, técnicamente realizables y que brinden múltiples beneficios. Para facilitar su uso, estas deben identificar los riesgos de la población y de los servicios ecosistémicos a la variabilidad climática actual y futura (ej. provisión, soporte y regulación), para facilitar el análisis de las problemáticas (sus causas y consecuencias), con el fin de identificar puntos críticos donde es necesario explorar la implementación de posibles SbN piloto, integrando las perspectivas y las formas de accionar de todos los actores en la ciudad. Esto debe incluir la evaluación de los riesgos observados presentes y futuros sobre la base de las proyecciones basadas en la información que proveen los Modelos de Circulación General (MCG) sobre cambios en la temperatura, precipitaciones y eventos extremos principalmente, para los escenarios alternativos de RCP utilizados por el IPCC. De esta manera se podrá seleccionar y priorizar un conjunto de acciones estratégicas y su posible escalonamiento en la ciudad. El enfoque ilustrado en la Figura 1 está basado en los diferentes marcos metodológicos¹ internacionalmente reconocidos y adaptado para las necesidades del proyecto Nature4Cities.

Como se ilustra en la Figura 1, en función del contexto de cada ciudad, los componentes principales para definir la métrica para la evaluación son:

¹ IPCC, 2014; IPCC; 2022; GIZ, 2018

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

La metodología utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgos está construida en siete etapas que incluyen:

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

Etapa 2: Esta etapa consiste en identificar y evaluar los principales peligros climáticos y niveles de exposición de personas e infraestructura crítica para así analizar la sensibilidad socioeconómica. Esto permite conocer en las áreas urbanas, periurbanas y rurales de las ciudades, las afectaciones por peligros climáticos y al mismo tiempo permite evaluar la localización de las áreas y sectores más amenazados (incluidas infraestructuras, personas, grupos y servicios ecosistémicos) (ver Figura 1, columnas rojas).

Etapa 3: Esta etapa consiste en la evaluación y análisis de los principales impactos sobre los ecosistemas y la sociedad en función de los peligros climáticos, la sensibilidad y capacidad de adaptación (ver Figura 1, columnas naranjas).

Etapa 4: Esta etapa se enfoca en la evaluación de la sensibilidad de los principales componentes sociales y económicos (ver Figura 1, columna amarilla).

Etapa 5: Es la capacidad de adaptación, que aborda la identificación y exploración de las posibles opciones y tipos de respuestas ante la variabilidad y el cambio climático (ver Figura 1, columna verde). No obstante, como uno de los objetivos del proyecto es realizar las evaluaciones en el marco de procesos participativos, esta etapa se realiza en talleres con actores locales para explorar y priorizar las opciones y acciones de adaptación en función de las necesidades de cada ciudad y los procesos en curso (focalizando sobre todo en aquellas acciones orientadas a Soluciones basadas en la Naturaleza). De esta manera, se facilita la integración de los conocimientos, puntos de vista y necesidades de todos los actores en el contexto del ordenamiento y planificación urbana y la toma de decisiones en las ciudades.

La etapa 6: Consiste en identificar y analizar la vulnerabilidad desde las perspectivas sociales, ecológicas y económica (ver Figura 1, columna azul claro) que sumada la capacidad de adaptación

permite analizar y validar en la **etapa 7**: los riesgos para la población, los ecosistemas y las infraestructuras en función del contexto de cada ciudad (ver Figura 1, columna azul oscuro).

Etapa:	1. Contexto según tipo de ciudad	2. Peligros		3. Impactos		4. Sensibilidad	5. Capacidad de Adaptación		6. Vulnerabilidad	7. Riesgos
	a. Amenazas	b. Exposición	a. Ecológicos	b. Socio-económicos	Socio-económica	a. Estructural	b. No estructural			
	El Progreso (Valle - Ribereña - Laderas)	Temperatura Precipitación Balance hídrico Eventos extremos	Población Grupos Infraestructuras Medios de vida Recursos naturales Servicios ecosistémicos	Regulación hídrica Control erosión Disponibilidad de agua Biodiversidad Producción de alimentos	Viviendas Servicios básicos Mortalidad Morbilidad Accesibilidad Grupos afectados Seguridad alimentaria Enfermedades	Acceso a servicios Nivel de ingresos Estructura de la población Tipo de viviendas Nivel educativo Cabezas de hogar Desempleo	Infraestructuras grises/verdes/azules Adaptación basada en ecosistemas Reforestación Protección Restauración Conectividad Movimiento y adaptación de cultivos	Gestión de desastres Seguros climáticos Transferencias condicionadas Seguridad social Reubicación planificada Políticas públicas Instrumentos urbanísticos	Social y población Servicios ecológicos y uso de tierras Infraestructuras y servicios básicos	Inundación pluvial Deslizamientos Sequia Islas de calor
Producto:	- Mapeo de actores - Talleres virtuales	- Recopilación de datos - Consulta y elaboración de información		- Producción de informe inicial		- Talleres exploración y priorización de opciones para la adaptación		- Integración y validación evaluación de vulnerabilidad y riesgos		

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

Como resumen, la Figura 1 ilustra, en función del contexto de cada ciudad, las variables principales para definir los indicadores y métrica para la evaluación ⁽¹⁾:

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

- **Los peligros** climáticos (y como variables las amenazas por ej. inundaciones, temperaturas extremas y la exposición por ej. infraestructuras y población);
- **Los impactos** (principales efectos sobre los ecosistemas y la sociedad como consecuencia de los peligros por ej. efectos sobre la regulación hídrica, la p[rovisión de alimentos o el soporte de suelos);
- **La sensibilidad** (principales variables socioeconómicas relacionados con por ej. el acceso a servicios, las necesidades básicas, nivel de ingresos y estructura de la población);
- **La capacidad de adaptación** (principales variables relacionadas con medidas y acciones estructurales y no estructurales en el contexto de cada ciudad, por ej. implementación de acciones de reforestación y restauración de ecosistemas o sistemas de gestión de desastres y alerta temprana);
- **La vulnerabilidad** (principales grupos sociales y población, servicios ecológicos y recursos naturales e infraestructuras y servicios básicos propensos a ser afectados);
- **Los riesgos** (principales consecuencias de la interacción entre los peligros, la sensibilidad, los impactos y capacidad de adaptación en el contexto de cada ciudad, por ej, áreas e infraestructuras inundadas).

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

(1) Para una definición de términos se puede consultar la página del IPCC en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Annex-II.pdf

Etapas 1: Definir el contexto y la línea de base

¿Cuáles son los principales problemas de la ciudad?

¿Quiénes son los actores involucrados en el ordenamiento territorial, urbano y la gestión de riesgos?

Etapas 3: Evaluación de los impactos

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

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

Etapas 4: Evaluar la sensibilidad socioeconómica

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

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

Etapas 5: Analizar la capacidad de adaptación

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

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

Etapas 6: Evaluar la vulnerabilidad:

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

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

Etapas 7: Evaluar los riesgos

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

¿Como se manifiestan y distribuyen los riesgos?

Datos

La evaluación utiliza datos primarios y secundarios recopilados a través de métodos mixtos. En la primera etapa de la investigación, se realizaron estudios analíticos de información existente y consultas a actores clave para identificar los riesgos climáticos, y la exposición de las infraestructuras, grupos sociales y servicios ecosistémicos con mayor peligro ante eventos relacionados con el cambio climático. Esto con el fin de delimitar las zonas y los puntos críticos donde hay mayor vulnerabilidad y riesgos para las personas, grupos sociales, infraestructuras y servicios de ecosistemas.

Dado que existe limitada disponibilidad, poca consistencia, dispersión en las bases de datos, diversidad en su fecha de actualización sobre muchas de las variables socioeconómicas (demografía, salud, vivienda, servicios y género) y formatos diferentes, solo se pudo utilizar para el ejercicio de la evaluación algunos datos del Censo de Población y Vivienda (INE 2013), consultas con las autoridades municipales y conteo físico en barrios vulnerables. Se agregó, en la medida de lo posible, información cualitativa sobre los sistemas de apoyo social y de estadísticas ya sea a nivel de barrio/colonia, consejo popular, municipio o provincia/departamento o se recurrió a indicadores proxis (Tabla 1). En el caso de variables biofísicas fue necesario completar los datos con información primaria y de proxis (ej. índices de vegetación, temperatura de superficie o nivel de humedad) dado que la evaluación se realiza por primera vez a escala de la ciudad (Tabla 1).

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

Ciudad	Vulnerabilidad y riesgo													Vulnerabilidad y riesgo futuros				
	Mapeo de actores	Peligros		Impactos		Sensibilidad		Riesgos		Escala	Formato	Fecha	Accesible	Escenarios	Riesgos	Escala	Formato	Accesible
	Encuesta	B	SE	B	SE	SE	B	SE										
El Progreso	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	P	Dep	SHP PDF	2000-2020?	SI						
									Mun	AUTOCAD	2000-2020?	SI	SI	SI	Depto 025x025 0.50x0.50	SHP	SI 2020	
										Vectorial, Raster								
Ciudad	Otros datos										Datos Mitigación			Datos Capacidad de adaptación				
	Indices (NDVI, NLight, STem)	Escala	Huella urbana	Escala	Densidad de población	Escala	MDT	Escala	Inventario GEI	Acciones	SbN	POT/PGR	SbN	Evaluación Servicios Ecos.	PMACC			
El Progreso	SI	30-10 mts	SI	30 mts	SI	250 mts	SI	30-10 mts	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO			

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

Tabla 1. Inventario de datos para la evaluación de vulnerabilidad en El Progreso

Un aspecto crucial en este tipo de evaluaciones, que apoye a los actores involucrados en la planificación urbana y territorial, es el de tomar en cuenta las escalas territoriales implicadas en los diferentes niveles de la toma de decisiones. Por esto, como en función de la escala, el análisis ha tomado en consideración el elemento a ser evaluado, este debe corresponder con el nivel de la decisión y la acción a ser implementada, explorada o evaluada. La Tabla 2 presenta un ejemplo de la consideración de escalas territoriales de algunos elementos analizados en relación con el nivel de decisión y el tipo de acciones de adaptación necesarias. En la práctica esto implica que, a nivel de la cuenca y región, los elementos importantes son las redes hidrológica y ecológica de paisajes, mientras que a nivel de las ciudades los elementos claves son la conectividad en y entre las zonas periurbanas y urbanas, y en los barrios y comunas el elemento clave son los diferentes tipos de infraestructuras.

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

Tabla 2. Componentes para la evaluación (elaboración propia)

4. CONTEXTO DE LA CIUDAD DE EL PROGRESO

Contexto geográfico

El Municipio de El Progreso, se encuentra al oeste del departamento de Yoro entre el río Ulúa y la sierra de Mico Quemado en la región del Valle de Sula con una extensión territorial de 534.12 km² (Sinit, 2006). Limita al norte con los Municipios de Puerto Cortés y Tela; al sur, con los Municipios de Santa Rita y Potrerillos; al este, con El Negrito; y, al oeste, con los Municipios de La Lima, San Manuel, Pimienta, Choloma y Puerto Cortés. De acuerdo con su división política tiene 50 aldeas y 234 caseríos (INE, 2013). Tiene un total de 188,365 habitantes según censo del 2013 (INE). Más del 60% de esa

población se ubica en el centro urbano de El Progreso, que cuenta además con la principal cantidad de infraestructura residencial, comercial y de servicios (un hospital, 4 centros de salud y 74 centros educativos). El resto de la población se encuentra ubicada a lo largo de las principales carreteras, en la parte norte del valle y en la parte sur del valle; y en la zona montañosa se ubican asentamientos dispersos menores de 500 personas.

Contexto socioeconómico

Según las proyecciones del INE, la población total para el 2018 era de 197.000 en el municipio, siendo la mayor población en el departamento de Yoro y el sexto de mayor población en el país, de los cuales 93.000 eran hombres, 104.000 mujeres; 147.000 ubicados en áreas urbanas y 50.000 en áreas rurales. Se registraron 62,423 personas de 0 a 14 años (33 %); 115,545 personas de 15 a 64 años (61 %); y, 10,398 personas de 65 años o mayores (6 %). La tasa de crecimiento inter-censal para el período 1988-2001 fue de 2.50% (Censo INE, 2001), y del 2001 al 2013 fue de 1.52 %, lo que significa que ha habido una reducción de la tasa de crecimiento en los últimos 12 años.



Gráfico 1. Población en El Progreso.



Gráfico 2. Porcentaje de población urbana y rural en El Progreso.

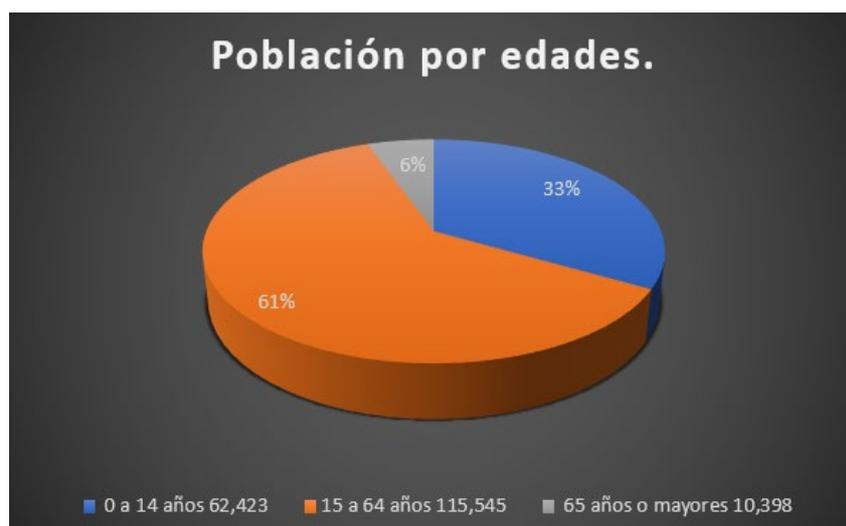


Gráfico 3. Porcentaje de edades en el municipio.

Los principales asentamientos humanos se encuentran ubicados en las zonas bajas a lo largo de la carretera principal; concentrando el mayor volumen de la población el centro urbano de El Progreso con más de 170,000 personas (más del 60 % de la población de todo el municipio), el resto son asentamientos que están vinculados a la actividad productiva en fincas y campos dedicados a la agricultura. En la zona montañosa al este del municipio, los asentamientos dispersos son menores de 500 personas y dedicados principalmente a la agricultura y ganadería en ladera.

Actividad productiva

Las principales actividades en el municipio son la agricultura para exportación (aceite de palma africana, banano, cacao, café, limones); para consumo a nivel nacional (palma africana, caña de azúcar, cítricos, verduras y hortalizas); para consumo local (maíz, frijol, arroz, plátano, yuca, papaya, piña, entre otros). Además, existe, explotación maderera para exportación; ganadería (consumo nacional); piscicultura (producción de langostinos para exportación y tilapia a nivel nacional); minería (banco de materiales, arena entre otros). Además, una de las principales fuentes de empleo es la industria maquiladora, la mayoría ubicadas en la Zona Industrial de Procesamiento (ZIP) El Porvenir.

Se requiere de un estudio regional sobre los efectos del cambio y la variabilidad climática en el ciclo hidrológico y su posible impacto en las fuentes de agua, cultivos y biodiversidad en la Región del Valle de Sula. Según datos obtenidos durante entrevistas, talleres y visitas de campo, el 100% del agua que utiliza la ciudad de El progreso proviene de la zona de la Sierra de Mico Quemado, donde un 45% es de aguas superficiales y el 55% restante de aguas subterráneas

Actores e iniciativas clave

A través de la recolección de información en el municipio se identificaron actores relacionados directa o indirectamente al proceso planificación urbana, la gestión de riesgos y la formulación de planes de ordenamiento territorial. Estos actores se clasificaron como se ilustra en la Figura 2 según el sector, en: gubernamental, privado, organizaciones no gubernamentales y de apoyo.

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

- Plan Municipal de Gestión de Riesgos (2006 y 2017).
- Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (2006) y
- Plan de Desarrollo Municipal con enfoque de Ordenamiento Territorial (2012).

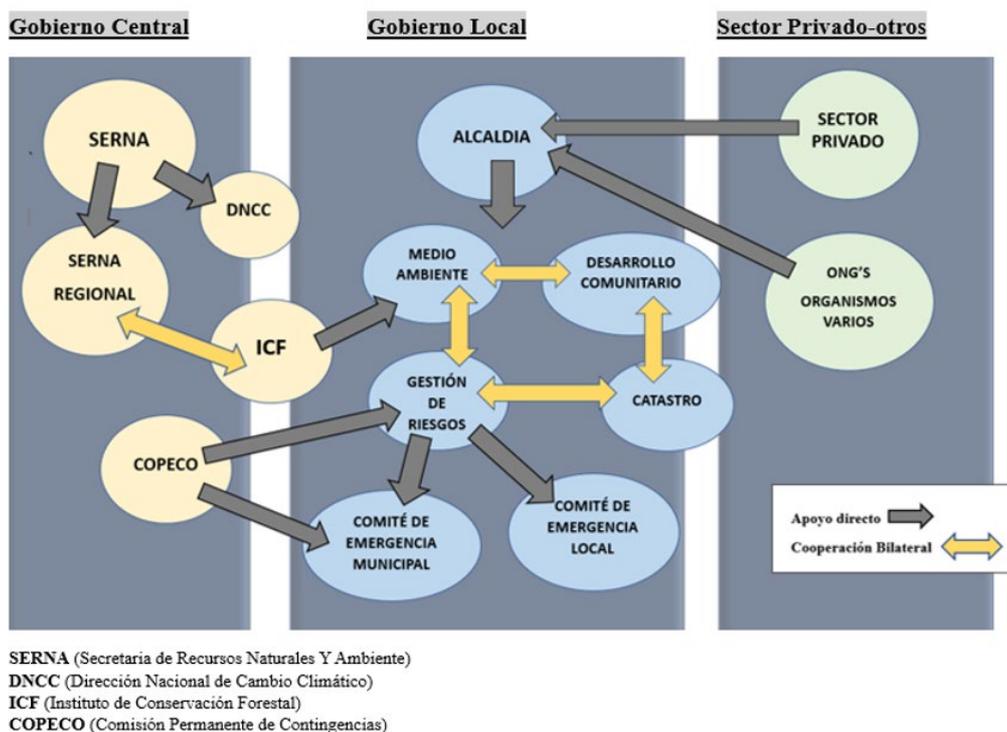


Figura 1. Principales actores identificados para la planificación y ordenamiento territorial en El Progreso

Características físico-ambientales

El municipio de El Progreso se ubica entre cuencas hidrográficas de gran magnitud como las cuencas de Río Ulúa; de mediana magnitud como Río Guaymitas, y otras pequeñas entre ellas: Río Pelo, Río Camalote, Quebrada Seca, Quebrada Corocol, Quebrada Arena Blanca, Quebrada La Mina, Quebrada Guacamaya, Quebrada Agua Blanca, entre otras.

El deterioro de los boques por deforestación e incendios, causado por la presión agrícola (agricultura y ganadería extensivas y monocultivos como la palma africana) y la combinación con las lluvias recurrentes en la zona, han deteriorado el territorio, contribuyendo a una mayor susceptibilidad a deslizamientos e incluso eventos de flujos de lodos y detritos de gran importancia que requieren de estudios a detalle.

Tomando en cuenta que dentro del área de geográfica de implementación del proyecto Nature4Cities en Honduras se encuentra la ciudad de El Progreso, que es colindante a la ciudad de La Lima y ambas ubicadas en el Valle de Sula, es importante el análisis en el contexto del Valle para comprender la dinámica territorial y urbana, los cambios en el uso del suelo y los efectos generados. La Figura 3 muestra la localización de las dos ciudades y los principales usos del suelo en el Valle del Sula que generan las condiciones para que las inundaciones se constituyan en el principal factor que modela el territorio y factor de presión más importante en la región. Es así como los usos agrícolas y su localización crean las condiciones para la falta de regulación hídrica y la deforestación en las partes altas de la cuenca.

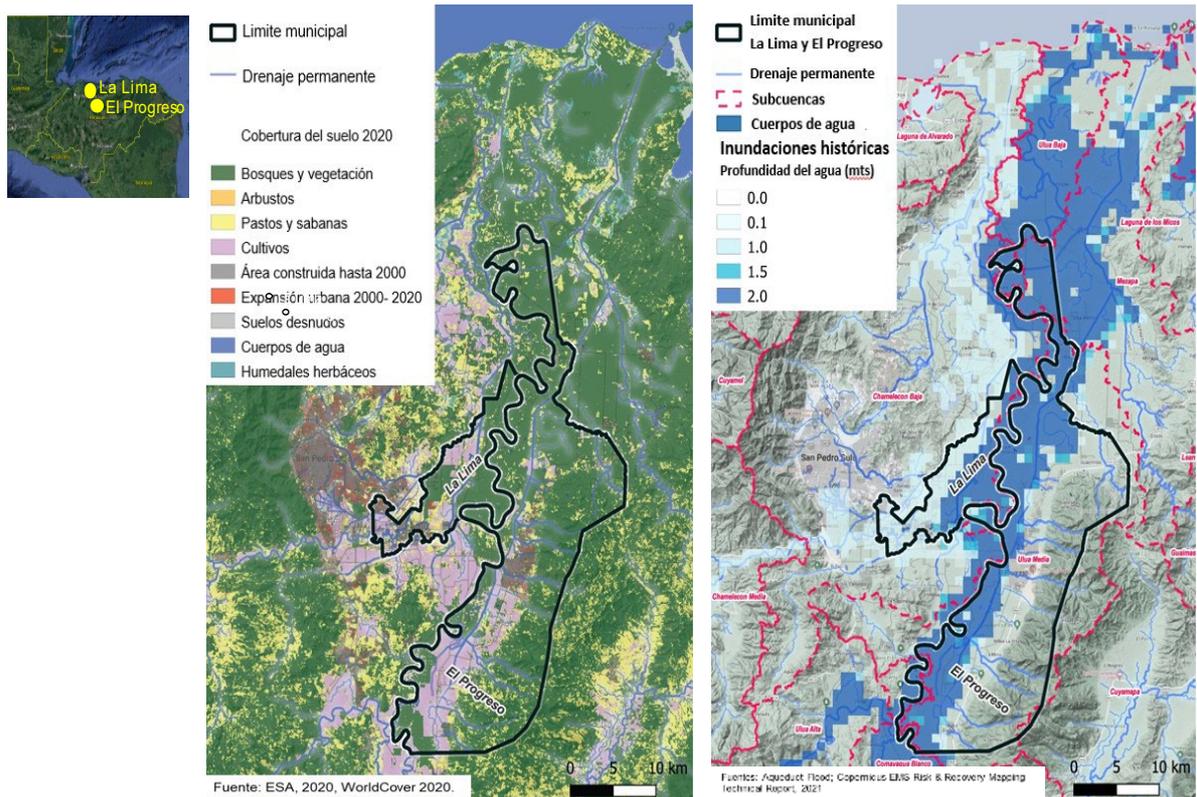


Figura 2. Cobertura del suelo e inundaciones históricas en La Lima y El Progreso

Características del crecimiento de la huella urbana y el cambio de uso del suelo

En cuanto a la dinámica de crecimiento urbano, se ha identificado que la expansión urbana se está desarrollando al norte y sur de la actual zona urbana de la ciudad, aunque el aumento de asentamientos humanos se da en forma continua en diversas áreas del municipio. Como ilustra la Figura 4 la dinámica de la huella urbana en los últimos 20 años ha sido muy activa con avances sobre áreas agrícolas y forestales. Esta dinámica se relaciona también con las vías de comunicación con los principales polos de desarrollo a través de la carretera internacional CA-13 (San Pedro Sula, Tela) y la Ruta 21, carretera pavimentada que conecta Santa Rita-Yoro-Atlántida, como parte del Corredor Turístico concesionado por el gobierno y la alta movilidad entre las ciudades de El Progreso y San Pedro Sula por trámites, trabajo, educación y salud.

El municipio se caracteriza por un uso de suelo en su mayoría productivo, con una dedicación a pastos, y agricultura tradicional y tecnificada de más del 60 % del territorio. Aunque se identifica un remanente de bosques y vegetación secundaria de más del 27 %, estas áreas están siendo presionadas para el cultivo agrícola en ladera y la ganadería.

Características de los servicios de los ecosistemas

Las características ambientales y los cambios en el uso del suelo permiten entender la diversidad de ecosistemas y de servicios ecológicos que se generan en la ciudad y su área de influencia y de los cuales dependen en gran medida en la ciudad de El Progreso. Cabe mencionar por ejemplo la provisión de agua subterránea y la regulación hídrica y de suelos de la Cordillera de Mico Quemado o la provisión de materiales y alimentos de todas las áreas rurales de la ciudad (Figura 5).

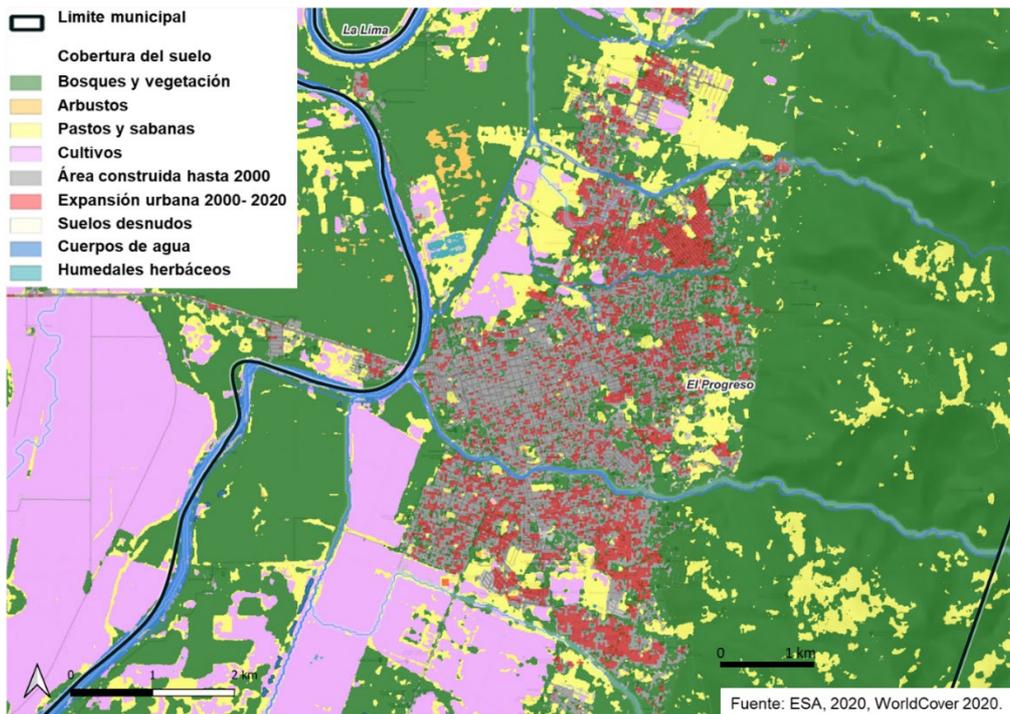


Figura 3. Cobertura del suelo y dinámica urbana 2000 – 2020 en El Progreso

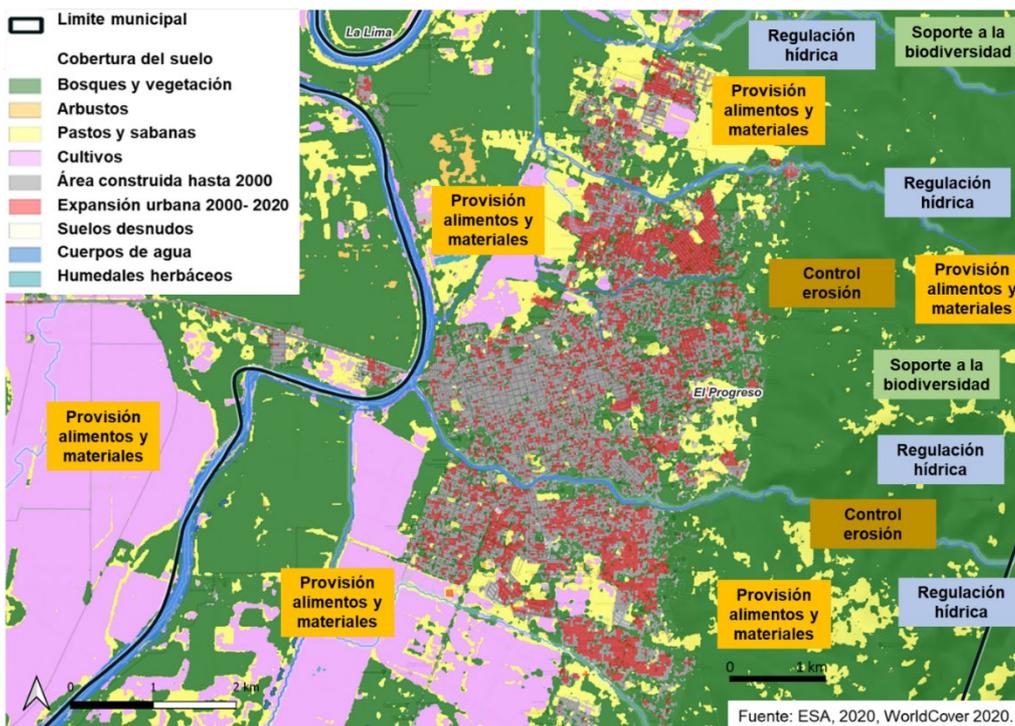


Figura 5. Localización de los servicios de los ecosistemas en la ciudad de El Progreso

5. CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PROGRESO

Condiciones climáticas actuales

El clima en la ciudad de El Progreso está catalogado como tropical lluvioso. Los meses más lluviosos corresponden a octubre y noviembre, de los cuales octubre es el más lluvioso. Los meses con menores precipitaciones son marzo y abril, siendo abril el mes más seco. La temperatura promedio anual es de 26°C. Los ciclones tropicales son los fenómenos climáticos que más afectan la ciudad, estos producen

lluvias torrenciales que a su vez ocasionan inundaciones y deslizamientos esto debido a la posición geográfica que tiene Honduras. Como ya se mencionó algunos huracanes y tormentas han afectado de manera significativa la ciudad, como el huracán Mitch en 1998 y las tormentas Eta y Iota en 2021.

Peligros climáticos

Dada la localización de la ciudad de El Progreso, en las cercanías de la costa del Caribe, los principales peligros climáticos que se identifican son los cambios en la temperatura y precipitación, así como el balance hídrico y los eventos extremos (como sequías, lluvias intensas, huracanes y tormentas). Esto se traduce en una exposición y sensibilidad marcada a las **inundaciones pluviales y fluviales (por desborde de ríos), las lluvias intensas, los eventos extremos y los deslizamientos**. En menor medida existen problemas ligados a **islas de calor y sequía** por ausencia de lluvias en meses de verano, aunque la evidencia demuestra que esta situación se está incrementando.

Las **inundaciones** se concentran en la zona urbana cerca del río Ulúa y el río Guaymitas y a largo de los ríos y quebradas que atraviesan la ciudad de este a oeste como los ríos Pelo y río Camalote. Las lluvias intensas generan inundaciones y acumulación de sedimentos en ríos, calles y alcantarillados. Dada la urbanización creciente, la ciudad empieza a experimentar fenómenos de islas de calor en los barrios de la ciudad, con pérdida de confort térmico. Además, se identificó que los peligros de inundación se incrementan dado la problemática en la ciudad con un deficiente estado de drenajes para residuos sólidos y la falta de limpieza del sistema de alcantarillo y aguas lluvias en algunas zonas de la ciudad. Es así como en El Progreso existe un riesgo alto a inundaciones localizadas en las zonas de valle, la mayor parte ubicada en el sector oeste, abarcando aproximadamente un 66.34% del área total del municipio.

Los **deslizamientos** se producen generalmente en las zonas de mayor pendiente en el lado este del municipio en la Sierra de Mico Quemado. Aunque con menor cantidad de incidencias, los deslizamientos han provocado daños importantes incomunicando comunidades y provocando el represamiento de quebradas como La Mina y Agua Blanca Sur. La deforestación en la Sierra de Mico quemado, causada por la presión agrícola en combinación con las lluvias recurrentes en la zona, han deteriorado el territorio, contribuyendo a un mayor riesgo de deslizamientos.

Dada la urbanización creciente, la ciudad empieza a experimentar fenómenos de **islas de calor** en barrios de la ciudad, con pérdida de confort térmico. Con menor frecuencia, la sequía puede en algunos periodos, como durante el Niño, afectar buena parte del territorio del municipio (hasta un 93%), sin embargo, no hay datos consistentes que permitan determinar de qué forma la reducción de las precipitaciones promedio afecta los caudales de los ríos, quebradas y principales fuentes de agua que abastecen al municipio.

En la región se conocen cuatro eventos de **sequía** que afectaron parte del Valle del Sula (1983, 1991, 1994, 1997), sin embargo, la amenaza a sequía no aparece en el PDM-OT (COPECO, 2017) como relevante en cuanto a importancia de afectación a los pobladores del municipio, ya que su impacto no ha sido considerable.

Impactos observados

El municipio se caracteriza por un uso del suelo en su mayoría productivo, con una dedicación a pastos, y agricultura tradicional y tecnificada de más del 60 % del territorio. Aunque se identifica un remanente de bosques y vegetación secundaria de más del 27 %, estas áreas están siendo presionadas para el

cultivo agrícola en ladera y la ganadería (ver Figura 3). Tomando en cuenta que el eje o vial principal (Ruta 21 y carretera internacional CA-13) separa dos grandes zonas en el municipio, se divide en:

1. Parte montañosa, con una cobertura de bosque que representa el 17% del territorio, parcialmente incluida dentro del área protegida de Mico Quemado y las Guanchías, pero con tendencia a la modificación hacia usos agrícolas o ganaderos.
2. Parte fértil de valle utilizada especialmente para la agricultura tecnificada (más del 17%), para cultivo de palma africana (más del 15%), pastos y cultivos (29% del territorio, tanto en valle como en ladera) irrigados por el Río Ulúa.

Los diferentes usos del suelo permiten entender algunos de los principales impactos observados, como las inundaciones fluviales en la ciudad y los deslizamientos en las zonas de ladera que ocasionan que la escorrentía superficial que proviene de la montaña se incremente. La Figura 6 muestra el NDVI, que es un buen indicador del estado de la vegetación, y muestra las zonas con más exposición y susceptibilidad a peligros climáticos como lluvias, con los consecuentes efectos en las inundaciones y deslizamientos, en particular en la zona este de ladera los bordes de ríos y quebradas. En contraste, el valle irrigado está en muchos puntos canalizado con fines productivos y con obras de mitigación para protección de los principales centros urbanos, pero son insuficientes para las importantes inundaciones y la susceptibilidad de estas zonas bajas (en total del 66% del municipio según análisis geomorfológico). Al mismo tiempo el NDVI permite identificar zonas potenciales para conservar, restaurar y asegurar el aprovisionamiento en agua y la regulación de los ciclos hidrológicos como la zona este rural de la ciudad (en particular el área de la Sierra de Mico Quemado).

Existe evidencia de movimientos de laderas y deslizamientos, que se producen generalmente en las zonas de mayor pendiente en el lado Este del municipio - en particular deslizamientos superficiales (suelos lateríticos), caídas de bloques (esquistos) especialmente en taludes de carreteras y caminos, y de tipo rotacional en la Sierra de Mico Quemado. Aunque con menor cantidad de incidencias, los deslizamientos han provocado daños importantes, como incomunicación de comunidades y el represamiento de quebradas como La Mina y Agua Blanca Sur.

En las zonas planas las inundaciones han impactado al municipio periódicamente con eventos como el Huracán Fifi en 1974, Tormenta Tropical Gert 1993, Huracán Mitch en 1998, Huracán Mathew en el 2010, y la tormenta tropical Eta y el huracán Iota en 2020, provocando muertos, heridos, familias damnificadas e infraestructuras dañadas, especialmente en la cabecera municipal de El Progreso, donde se concentra la mayor cantidad de personas. Existe una amplia literatura y análisis cuantitativos sobre los impactos de Fifi, Mitch, Eta y Iota, a nivel de los departamentos y ciudades importantes (Tegucigalpa, San Pedro Sula) pero no para ciudades intermedias y pequeña como El Progreso (Tabla 3).

Efectos de huracanes Fifi y Mitch

	Año	Muertos	Población afectada	Daños
Huracán Fifi	1974	8 000	600 000	2 799 832
Huracán Mitch	1998	14 600	2 112 000	5 949 769
Totales		22 600	2 712 000	8 749 601
Proporción		0,84	0,40	0,86

Efectos de tormenta Eta y huracán Iota

	Público	Privado	Total
Daños	6 989	15 686	22 675
Pérdidas	791	26 289	27 080
Costos adicionales	1 269	1 075	2 344
Total	9 049	43 050	52 099

Fuente: BID y CEPAL, 2021

Tabla 3. Efectos de diferentes eventos climáticos extremos en Honduras

En el Municipio de El Progreso se identifican problemas de sequía de fuentes hídricas que la población relaciona con monocultivos. Se requiere de un estudio regional sobre los efectos del cambio y la variabilidad climática en el ciclo hidrológico y su posible impacto en las fuentes de agua, cultivos y biodiversidad en la Región del Valle de Sula. Según datos obtenidos durante entrevistas, talleres y visitas de campo, el 100% del agua que utiliza la ciudad de El Progreso proviene de la zona de la Sierra de Mico Quemado, donde un 45% es de aguas superficiales y el 55% restante de aguas subterráneas.

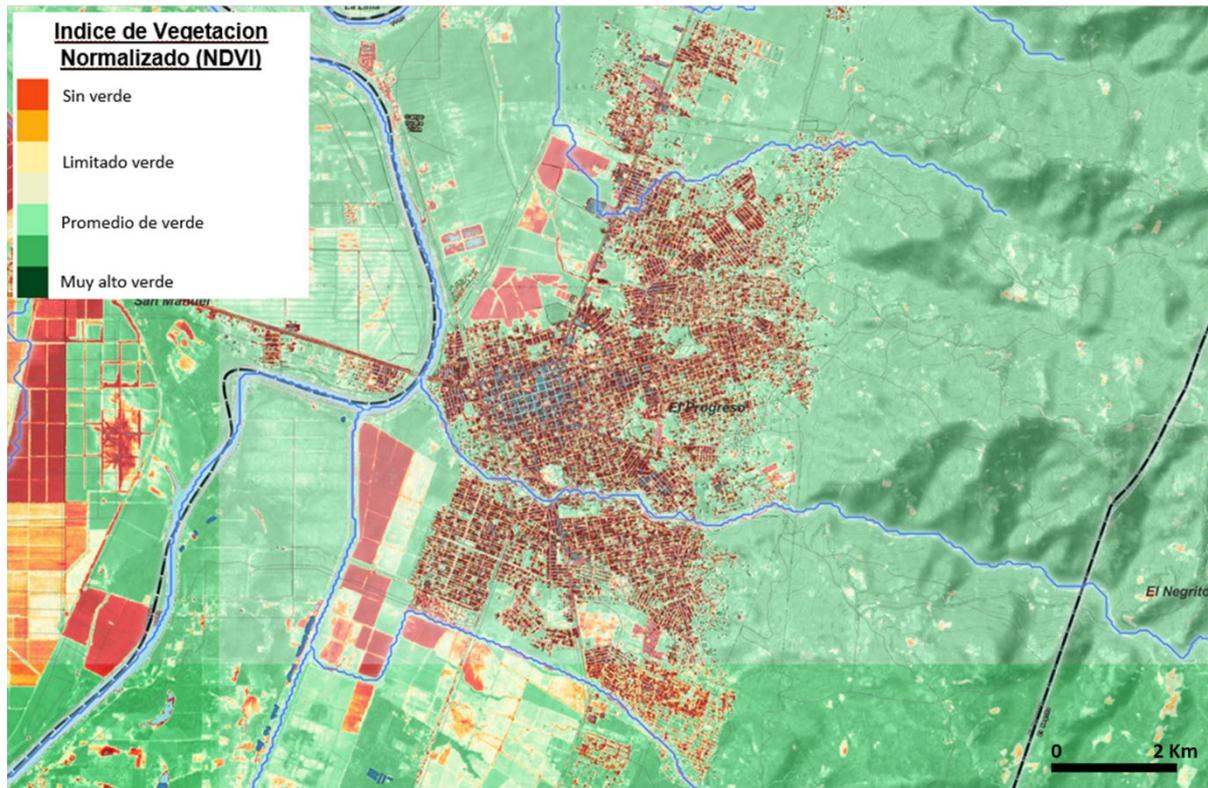


Figura 6. Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) en las áreas urbanas, periurbanas y rurales de El Progreso (Fuente: elaboración sobre la base de MODIS y SENTINEL).

Tormenta ETA y huracán IOTA

La temporada de huracanes de 2020 fue la más activa de la historia de la región, con un total de 30 tormentas, de las cuales 13 fueron huracanes y 6 de ellos obtuvieron un mayor grado, lo cual es más del doble del promedio anual. La tormenta ETA tuvo su formación el sábado 31 de octubre, el 2 de noviembre se declaró el Estado de Emergencia algunos departamentos del país y el 6 del mismo mes en todo el territorio nacional. El fin del evento climático extremo tuvo lugar el 13 de noviembre, caracterizado por un comportamiento errático y presentando numerosas variaciones en su intensidad. Se estimó que dejó un total de 380 a 635 mm en casi todo el territorio hondureño (ver Tabla 3).

Por su parte, el huracán IOTA catalogado bajo las categorías 4 y 5 de huracán, debilitándose al tocar tierra firme, se formó el viernes 13 de noviembre. El 18 de noviembre se modificó el Decreto Ejecutivo Número PCM-109-202 y algunos artículos del decreto PCM-113-2020, para ampliar las acciones descritas a fenómenos climáticos que ocasionaran daño a la infraestructura productiva del país a nivel nacional". Se estimó que dejó una precipitación total de 500 a 750 mm en la parte norte del país.

Con el impacto de los fenómenos climatológicos Eta e Iota que golpearon al país por dos semanas consecutivas en noviembre de 2020 y en un contexto ya de por sí muy complicado por los drásticos efectos de la pandemia de la COVID-19, quedó nuevamente evidenciada la elevada vulnerabilidad de Honduras frente al cambio climático, y en términos de sacrificio humanitario, social y económico.

Existen algunas evaluaciones detalladas de infraestructura dañada para la ciudad de El Progreso realizadas por parte de la municipalidad luego de estos eventos naturales, pero según BID/CEPAL (2021) a consecuencia de Eta e Iota 5 personas perdieron la vida en el departamento del Yoro (de un total para el país de 95 personas). Con relación a las infraestructuras, 19 de las 96 infraestructuras de salud del departamento del Yoro fueron afectadas, y el evento dañó infraestructuras educativas, viales, de acueducto y alcantarillado y viviendas.



Imagen 1. Efectos de los Huracanes Eta e Iota



Imagen 2. Efectos de los Huracanes Eta e Iota



Imagen 3. Efectos de los Huracanes Eta e Iota

Causas de los impactos

La principal causa de los impactos ambientales y socioeconómicos se debe en particular a los cambios del uso del suelo, especialmente la expansión de la huella urbana en zonas de bordes de ríos y el avance de la agricultura en zonas de ladera con alta exposición a las amenazas climáticas por lluvias. Esto ocasiona una alta vulnerabilidad y riesgo de las personas, las infraestructuras y actividades económicas ante las inundaciones y deslizamientos (ver Figura 4 y 5). Esto se acompaña de una degradación de ecosistemas muy sensibles a los efectos del clima debido a la deforestación que acentúan los riegos ocasionados por las lluvias en épocas de invierno y durante eventos extremos, como huracanes y tormentas en las laderas y valles.

Como se ilustra en la Figura 5, existe una estrecha correlación entre la deforestación consecuencia de los cambios del uso del suelo y el incremento en los riesgos de inundación a lo largo de ríos y a deslizamientos en las zonas de ladera. Además, la localización de algunas zonas de urbanización y de invasión implican un alto riesgo de inundación (Figura 5). El mantenimiento de bordes de ríos y algunas obras de mitigación como bordos y canales de evacuación de aguas y el alcantarillado es deficiente y muestran sus límites cuando los ríos Ulua y Pelo tienen crecidas anormales, como durante los huracanes Mitch e Iota (BID y CEPAL, 2021). En el El Progreso, la degradación de los ecosistemas (por deforestación de bosques y vegetación ribereña) y a lo largo de toda la cuenca del Valle del Sula, en particular a lo largo del el Río Ulua, tiene efectos que acentúan los peligros y exposición a los riegos ocasionados por las lluvias en épocas de invierno y durante eventos extremos.

Por otra parte, se evidencia una capacidad de respuesta limitada ante los eventos adversos debido a la falta de personal, medios y equipos adecuados para hacer frente a los mismos; así como también una falta de planes de alerta temprana eficaces y la aplicación de los PDOT definidos para una actuación en las fases anteriores y posteriores a un evento adverso. No obstante, hay esfuerzos por parte del municipio para controlar la deforestación y extracción ilegal de madera en las zonas boscosas hacia la Cordillera de Mico Quemado, que tiene impactos positivos en el control de estas actividades ilegales.

Tendencias y proyecciones climáticas futuras

Las tendencias climáticas de los últimos 20 a 30 años no muestran aun importantes cambios en la temperatura media y precipitación anual (Figura 7) ni en la recurrencia de eventos extremos (BID y CEPAL, 2021). Sin embargo, las proyecciones de los impactos del cambio climático para los escenarios 2030 y 2050 muestran que existirán cambios importantes para el Departamento del Yoro y la cuenca del río Ulua, sobre todo en relación con las lluvias y eventos extremos (ver Figuras 7a y 7b para el Departamento del Yoro y Figura 8. para la cuenca del río Ulua):

- Precipitación: entre -5% a +5% según el escenario de RCP considerado (1).
- Temperatura media: aumento entre + 1 C y 2 C según escenario de RCP considerado.
- Temperatura máxima: aumento entre 0.1 C y 2.25 C según escenario.

Dentro de los eventos extremos esperados para el municipio, se pueden considerar: más olas de calor, más lluvias extremas o sequías (entre junio y octubre), más efectos extremos por huracanes (entre agosto y octubre). Estos cambios, se pueden traducir en modificaciones en las inundaciones por lluvias intensas, en función del comportamiento de los ríos del Valle del Sula (en particular los ríos Ulua y Pelo) y por los cambios en la ocurrencia de eventos extremos. Sumado a factores como los cambios en el uso de suelos, el elevado escurrimiento superficial y subsuperficial y el limitado drenaje de los suelos, así como las modificaciones antropogénicas inapropiadas de las redes fluviales, se pueden ocasionar posibles efectos en cadena, como durante los huracanes Mitch e Iota, con inundaciones, desbordamientos de ríos, saturación de los suelos y deslizamientos importantes. La Evidencia Muestra que, el incremento en la intensidad y frecuencia de eventos extremos se va a traducir en un incremento en la intensidad de lluvias extremas o sequías extremas y la intensidad de huracanes y tormentas tropicales categoría 4 y 5 (entre agosto y octubre) (World Bank, Climate Knowledge Portal). No obstante, a nivel de la dinámica de la anomalía mensual de precipitación anual para el periodo 1950-2100 para el departamento del Yoro el nivel de incertidumbre es alto (Figura 7b).

Por otra parte, aunque en términos absolutos, el incremento de las temperaturas no parece muy significativo, puesto que se puede traducir en aumentos de las temperaturas medias de +1°C para el 2030, 2°C para el 2050 y hasta 4°C en el 2070, estos aumentos se traducen en un incremento significativo en los días con temperaturas superiores a 35°C, con efectos importantes en el incremento de las islas de calor en las áreas urbana densas (World Bank, Climate Knowledge Portal).

Con este contexto de cambio climático, los principales peligros y riesgos para la ciudad de El Progreso se pueden incrementar en particular a nivel de las inundaciones y de los eventos extremos. La Figura 9 muestra la posible magnitud potencial de inundación en la cuenca del Valle del Sula para el 2050 con un incremento en la probabilidad de inundaciones catastróficas como las ocurridas en 1998 y 2020. Este mapa se basa en la información sobre la inundación real consecuencia de las tormentas Eta y huracán Iota en 2020 (Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping Technical Report; 2021) y de las proyecciones de inundación fluvial para el 2050 con una tasa de retorno de 100 años y para un escenario pesimista (RCP 8.5 sobre la base del modelo GFDL) (WRI, Aqueduct Flood Risk Tools).

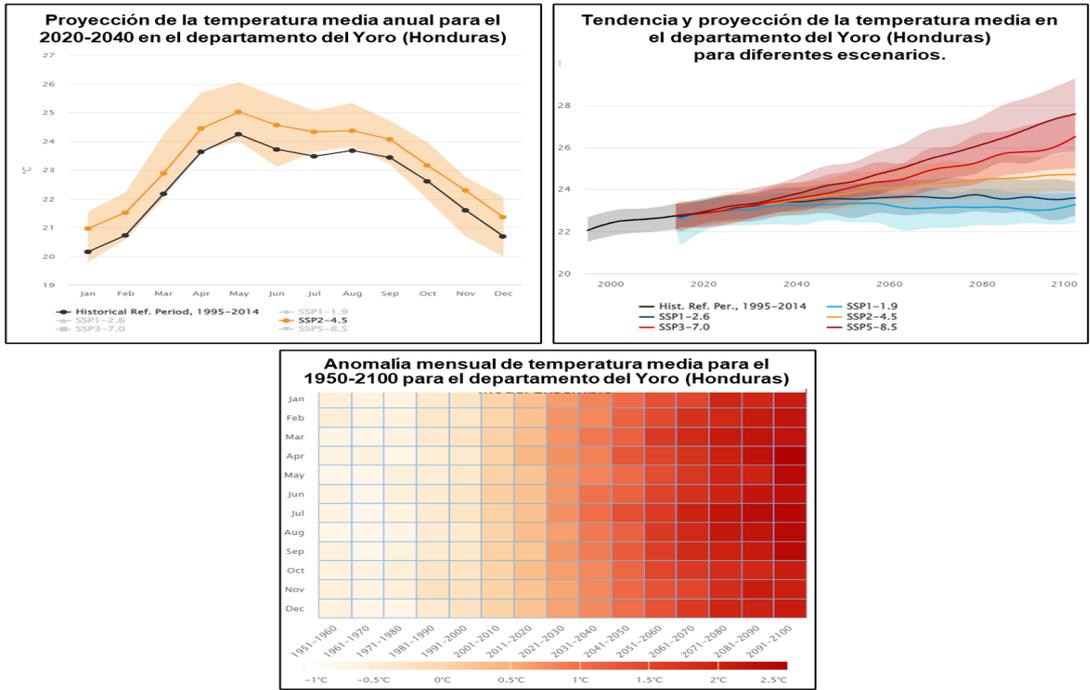


Figura 7a. Tendencias y proyecciones en la temperatura media para el periodo 2000-2100 en el departamento del Yoro
Fuente: Climate Knowledge Portal

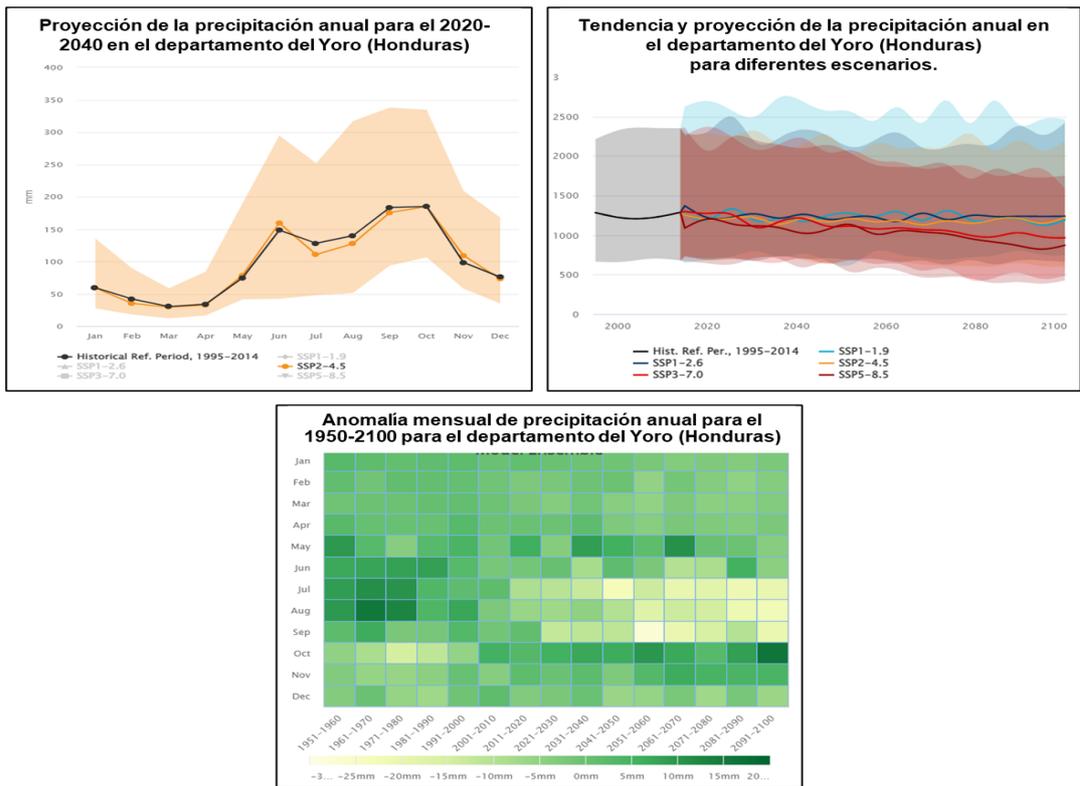
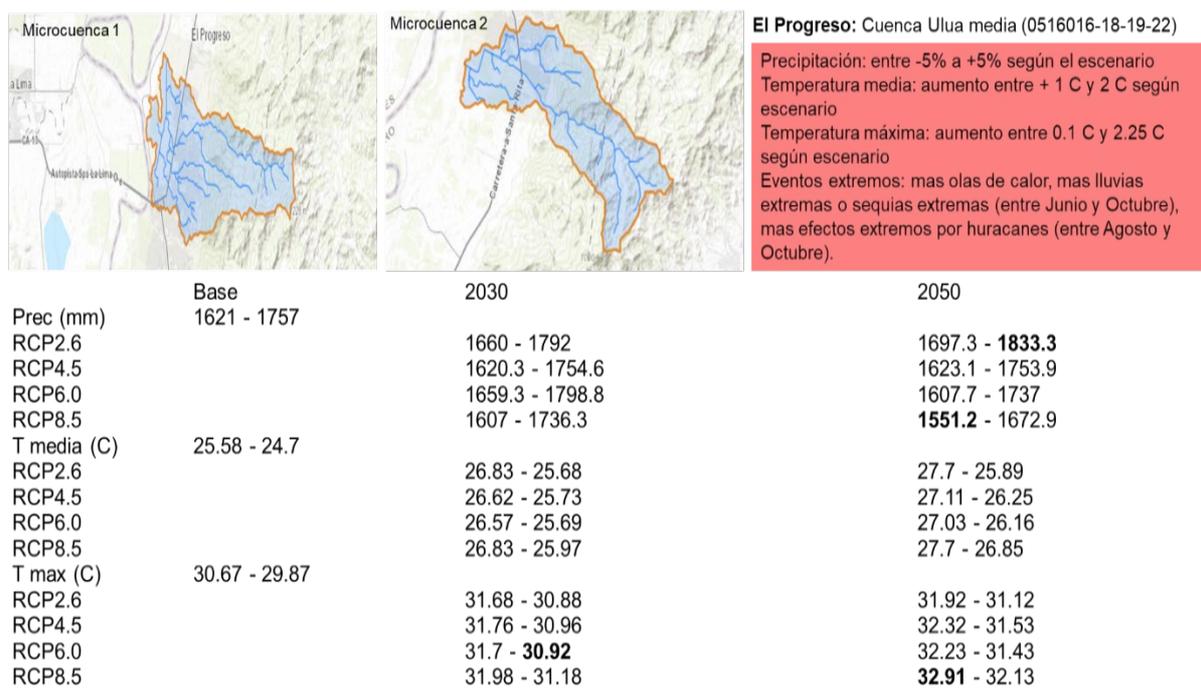


Figura 7b. Tendencias y proyecciones en la precipitación anual para el periodo 2000-2100 en el departamento del Yoro
Fuente: Climate Knowledge Portal

Figura 7. Tendencias y proyecciones climáticas para el periodo 2000-2100 en el Departamento de Yoro (Honduras)

(1) Los RCP (por sus siglas en inglés) son las Trayectorias de Concentración Representativas que son trayectorias de concentración de gases de efecto invernadero (no emisiones) adoptada por el IPCC. Desde el último informe del IPCC de 2022 se utilizaron 7 trayectorias para la modelización del clima que describen diferentes futuros climáticos, todos los cuales se consideran posibles dependiendo del volumen de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos en los próximos años. Estos RCP actuales son, de mayor a menor fuerza radiativa, RCP 1.9, RCP 2.6, RCP 3.4, RCP 4.5, RCP 6, RCP 7 y RCP 8.5 (IPCC, 2014; IPCC, 2022)



Fuentes: Escenarios Cambio Climático, <https://aguadehonduras.gob.hn/>
 Navarro Racines, Carlos E.; Monserrate, Fredy, 2018, "30-seconds (1 Km2) gridded Future Climate Change Scenarios for Honduras", <https://doi.org/10.7910/DVN/E3C1KB>,
 Harvard Dataverse, V130-seconds (1 Km2)

Figura 8. Proyecciones climáticas para la cuenca Ulua media para el periodo 2030-2050 en relación con la línea de base

Dada la ausencia de datos actualizados confiables sobre exposición y riesgo de inundación y de deslizamiento para la ciudad de El Progreso que permitan estimar los límites del riesgo sobre la base del MDT, la hidrología, el tipo y uso de suelos y flujos de ríos, se ha tomado como base para la estimación de los riesgos:

1. para inundación, la delineación de áreas inundadas en 2020 y su calado en metros, calculadas sobre la base de las inundaciones consecuencia de la tormenta Eta y el huracán Iota por ESA (Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping Technical Report; 2021).
2. para deslizamientos, se estima el riesgo en función del tipo y grado de pendiente y el tipo de cobertura vegetal (UNISDR, 2017).

Por esto, es importante anotar que independientemente del escenario escogido, El Progreso está bajo un alto riesgo de inundación en las zonas urbanas en los bordes del Río Ulua, y en riesgo medio en las áreas del río Pelo y otras quebradas que atraviesan la ciudad. Además, según Aqueduct Flood Risk Tool, en las zonas al borde del río Ulua, bajo un escenario tendencial pesimista, las zonas inundadas estarán bajo una profundidad promedio de más de 2 mts, alcanzando eventualmente algunas áreas próximas al centro de la ciudad (ver Figura 9).

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

- Inundaciones debido a la interacción compleja de diferentes factores en los ríos que atraviesan la ciudad de El Progreso, en época de lluvias intensas.
- Incremento en los deslizamientos en las zonas de laderas, consecuencia del aumento en las lluvias intensas.
- Incremento de la posibilidad de aparición del fenómeno de islas de calor en la ciudad con efectos de mayor vulnerabilidad en grupos en riesgo (mayores, niños, enfermos).

Esto tiene importantes implicaciones en el tipo de acciones de adaptación en relación con el tipo de construcciones, sus diseños y sobre todo su localización, para reducir los riesgos de inundación, de deslizamientos y la incidencia de las altas temperaturas.

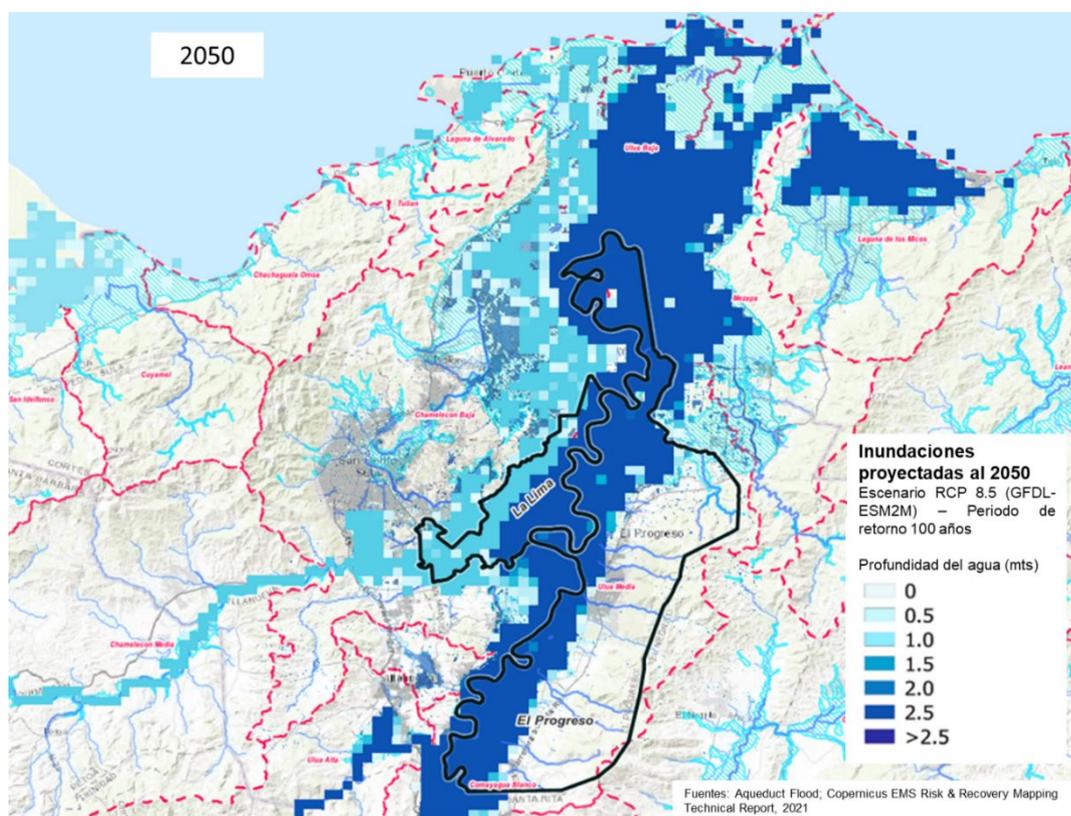


Figura 9. Potencial de inundación en el Valle de Sula para el 2050 para un periodo de retorno de 100 años - Escenario modelo GFDL - ESM2 RCP 8.5

6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS

Indicadores y métrica

En el caso de Nature4Cities los análisis de vulnerabilidad y riesgo en las ciudades son específicos al contexto socioeconómico y ambiental de cada ciudad, y en consecuencia a las causas y resultados generados por la variabilidad y cambio climático en relación con las acciones de planificación y gestión territorial local. Por esto, el uso, la incorporación y la interpretación de los indicadores debe tomar en cuenta el contexto de la ciudad y la disponibilidad de información. Se debe realizar un adecuado proceso de evaluación para la identificación de puntos críticos y la exploración de opciones de adaptación y mitigación al cambio climático, así como también en las necesidades y capacidades de los actores.

En el caso de El Progreso, en función de los componentes (por ejemplo, peligros, impactos, sensibilidad y capacidad de adaptación) y las variables (por ej. amenazas y exposición; ecológicos y socioeconómicos; estructurales y no estructurales) y de la información disponible y las necesidades para la planificación y ordenamiento urbano, se seleccionó un conjunto de indicadores para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgos (Figura 10).

2. Peligros		3. Impactos		4. Sensibilidad	5. Capacidad de Adaptación		6. Vulnerabilidad	7. Riesgos
a. Amenazas	b. Exposición	a. Ecológicos	b. Socio económicos	Socio económica	a. Estructural	b. No estructural		
Temperatura media (cambio)	Localización de población				Zonas verdes		Población afectada Servicios de ecosistemas afectados Infraestructuras afectadas	Áreas inundadas
Temperatura de superficie (cambio)	Localización de equipamientos - Escuelas - Hospitales - Centro de salud	Servicios de ecosistemas - Regulación hídrica - Regulación temperatura - Soporte a suelos	Barrios afectados Servicios básicos afectados	Acceso a servicios Estructura de la población	Zonas de protección Índice de vegetación normalizado (NDVI)	Gestión de desastres Reubicación planificada PDOT		Áreas con deslizamientos Áreas con islas de calor Infraestructuras inundadas
Precipitación anual (cambio)								Infraestructuras afectadas por deslizamiento
Eventos extremos (lluvias, temperatura de superficie) (cambio / ocurrencia)	Localización infraestructuras - Vías - Puentes				Reforestación			Áreas e infraestructuras afectadas por islas de calor
								Áreas deforestadas

Figura 10. Componentes, variables e indicadores para la evaluación en Nature4Cities para El Progreso

Vulnerabilidad y riesgos climáticos

En función de los peligros (incluidas las amenazas climáticas y la exposición de la población y las infraestructuras) se evalúan y analizan los impactos ecológicos y socioeconómicos, así como la sensibilidad de la población. En este contexto los principales efectos climáticos en El Progreso se relacionan con la vulnerabilidad de la población, las infraestructuras y los servicios de los ecosistemas que implican riesgos en buena parte de la ciudad e infraestructuras principalmente por inundaciones pluviales y por desbordamiento, deslizamientos por inestabilidad de suelos debido a las lluvias intensas y eventos extremos, y en menor medida por islas de calor en la zona urbana densa.

Vulnerabilidad y riesgo a inundaciones fluviales y pluviales

Los datos de investigaciones y los impactos de los eventos de inundaciones históricas, como las de 1998 y 2020, muestran el alto grado de vulnerabilidad y riesgo de la ciudad. El conjunto de datos utilizado indican que el riesgo de inundación potencial futuro es como mínimo similar a las áreas inundadas en 2020 y su calado en metros similar al de la tormenta Eta y el huracán Iota, (Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping Technical Report; 2021). Se estima que más del 70 % de la población en el municipio se ubica en zonas con algún riesgo a inundaciones (Figuras 11 y 12) pero solamente el 20% de las manzanas fueron inundadas durante el huracán Eta/Iota en 2020 y se estima que para un escenario pesimista (RCP 8.5) para el 2050 no más del 22% de las manzanas están en riesgo de inundación. El análisis a escala municipal refleja que para El Progreso, existe un riesgo alto a inundaciones sobre todo en el área ubicada al norte del centro urbano, en el cauce del canal Boquerón, que se conecta con el Río Ulúa y otros afluentes (Río Pelo, Camalote y Quebrada Seca) (ver Figuras 11 y 12). Aunque dentro de la zona en riesgo de inundación se encuentra buena parte de los barrios que concentran población y equipamiento del municipio, solamente un número limitado de los 190 centros educativos y de los 9 centros de salud se ven afectados en casos de inundación (puntos verdes en la Figura 12 fuera del área inundable). Existen 39.75 km de red vial pavimentada (carretera CA-13 y ruta 21 Santa Rita-Yoro-Atlántida) y 731.32 km de red vial no pavimentada que están expuestos a alto riesgo de inundación (áreas bajo más de 0,5 mts. de calado), lo que tiene consecuencias negativas en la accesibilidad y comunicación hacia la cabecera municipal y otros municipios de la región (estrellas amarillas en Figura 11).

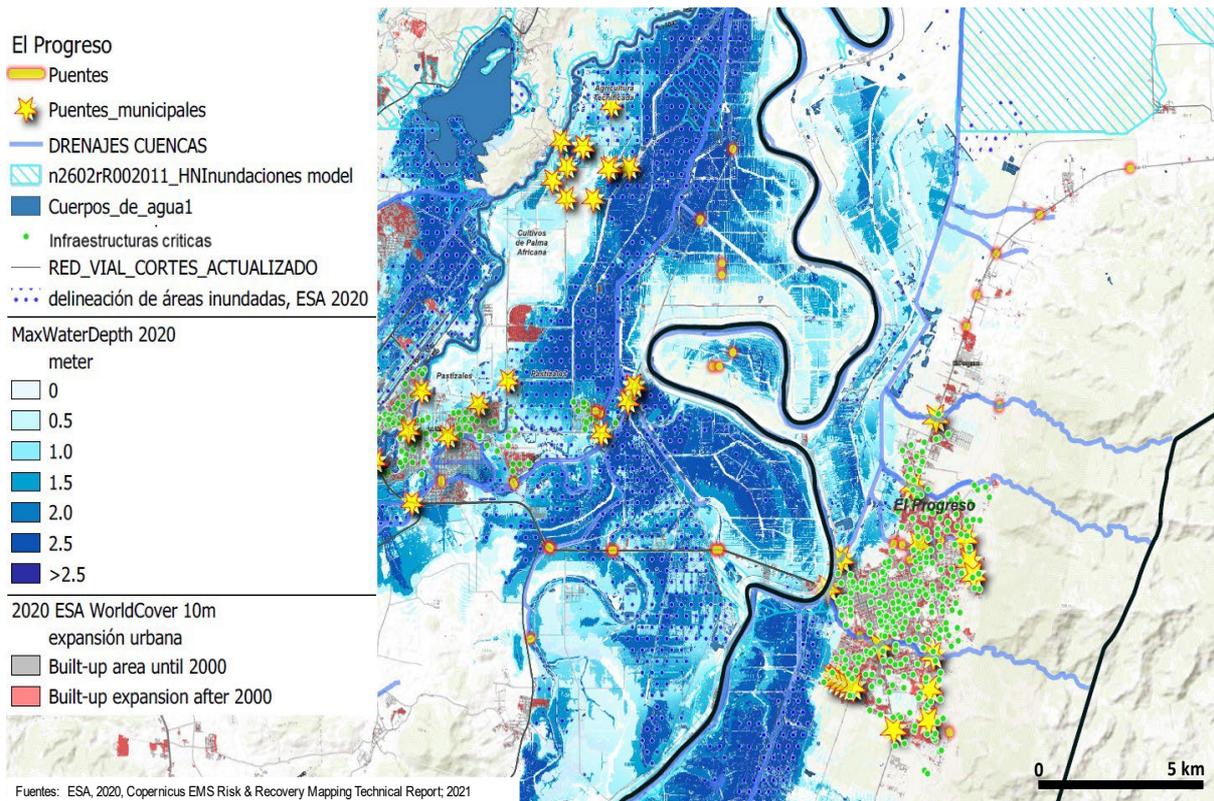


Figura 11. Riesgo de inundación en El Progreso y principales impactos sobre las infraestructuras críticas (carreteras, puentes y escuelas).

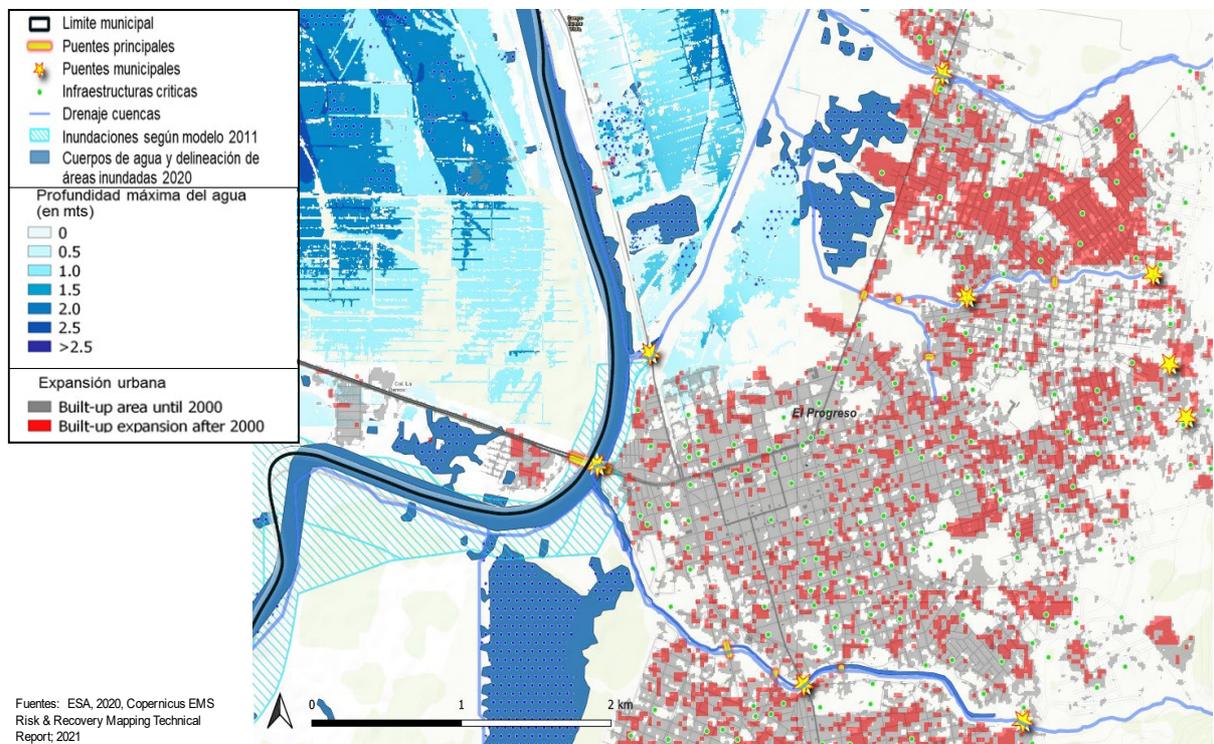


Figura 12. Detalle de riesgo de inundación en el centro de El Progreso en función de las zonas de expansión urbana y las infraestructuras críticas (carreteras, puentes y escuelas)..

Vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos

Debido a la topografía montañosa y las características geológicas, existen peligros de deslizamientos que, aunque eventuales, han tenido gran impacto en la población por daños en la infraestructura vial y viviendas, en particular en las zonas rurales y peri-urbanas, así como el represamiento de quebradas que han provocado cascadas de impactos. Los deslizamientos que se registran en el municipio han sido detonados en su mayoría, por las intensas lluvias que se generan en la época de invierno que, en suelos deforestados de las laderas con pendientes medias y altas al oeste de la ciudad, forman el terreno propicio para el incremento de estos riesgos. El uso del suelo puede considerarse como el factor detonante, ya que cambian las condiciones de equilibrio naturales de las laderas. Dada la información disponible, se considera que el riesgo de deslizamiento en el área de ladera de El Progreso es función de la pendiente, el uso y cobertura del suelo. Bajo este supuesto el 9% del área municipal presenta un peligro a deslizamientos alto (ver Figura 13 A, zonas violetas con pendiente media y alta). Las zonas con alto riesgo corresponden a sitios con pendientes muy fuertes y en las que el suelo se deforestó, básicamente con fines agrícolas, y que están localizadas en las zonas rurales poco pobladas y con pocas infraestructuras básicas de la ciudad, pero que constituyen áreas de recarga de los acuíferos, según definieron los técnicos de la municipalidad (Figura 13A).

Para poder visualizar el potencial de pérdida de los bosques en las áreas peri urbanas y rurales de la ciudad, la Figura 13B, muestra claramente el servicio que prestan los bosques en el control de la erosión y los deslizamientos, mostrando cuales serían las áreas sujetas a deslizamientos en caso de no existir la cobertura boscosa, ya sea por deforestación completa o por cambios en el uso del suelo (zonas violetas con media y alte pendiente). Por esto uno de los principales impactos que está teniendo el cambio climático en la ciudad se debe a los cambios en el régimen de pluviosidad. Esto trae como consecuencia más lluvias extremas y por la impermeabilización de los suelos urbanos, los cambios en el uso de los suelos y la gran pluviosidad en cortos periodos de tiempo, la gran parte de la lluvia se va en escorrentía de manera muy rapida causando inundaciones y sin contribuir a la recarga de acuíferos por falta de tiempo de infiltración. Esto se puede incrementar en un escenario de deforestación creciente como el actual en las zona de ladera de la ciudad en particular en la zona de cordillera de Mico Quemado.

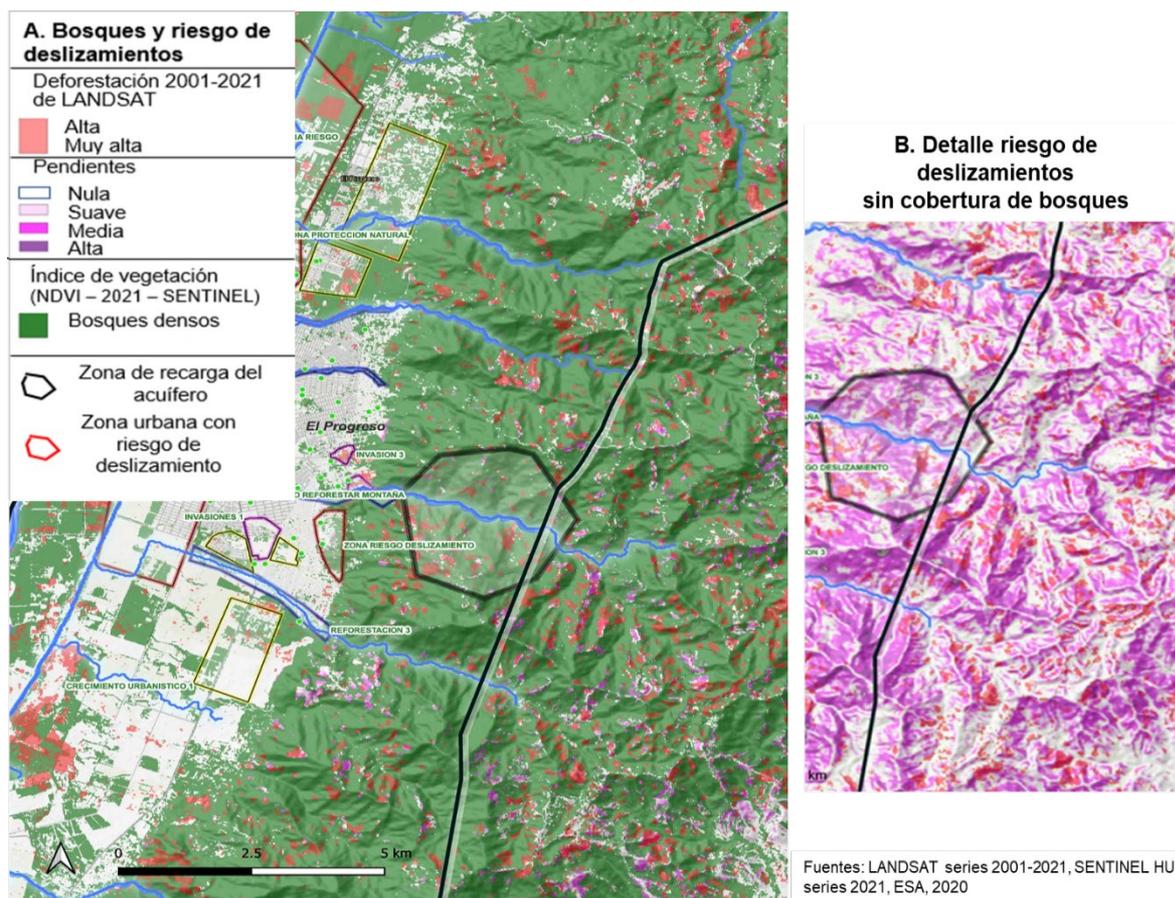


Figura 4. Zonas de riesgo de deslizamiento (A) y escenario en caso de deforestación alta en las áreas de ladera (B) en El Progreso.

Isla de calor resultado de aumento de temperatura

Es claro que el cambio de uso del suelo en las zonas urbanas, peri-urbanas y rurales de las ciudades tienen importantes impactos sobre la temperatura de la superficie, creando las islas de calor que crean pérdidas de confort térmico. Es así como consecuencia de la urbanización creciente y descontrolada en El Progreso, el riesgo a las islas de calor aumenta, en particular al sur del centro de la ciudad (colonias como Fraternidad, Bendeck y Municipal) y al norte de la ciudad (barrios Lulua, Mercedes y El Progreso) y la zonas céntrica (Figura 14) donde la temperatura está por encima de los 32/33 grados C, sobrepasando la zona de confort térmico (Figura 14). Estos fenómenos de islas de calor se incrementan con el cambio climático (aumento de la temperatura), sumado a la expansión y densificación urbana. Como se ilustra en la Figura 14, las temperaturas en la ciudad pueden variar entre 5 a 10 grados centígrados según el tipo de cobertura del suelo, la densidad y el tipo de construcción de las viviendas. Si añadimos el peligro de las islas de calor a la sequía debido a falta de precipitación en periodos precisos del año, notamos que los impactos sobre la ciudad pueden tener como consecuencia, además de las altas temperaturas en calles y algunas infraestructuras básicas (hospitales, escuelas) y para grupos etarios (menores y mayores), una disminución en el aprovisionamiento de agua potable. Sin embargo, un análisis más completo y detallado no es posible debido a la ausencia de datos históricos y precisos sobre el peligro limitado de la sequía en la ciudad.

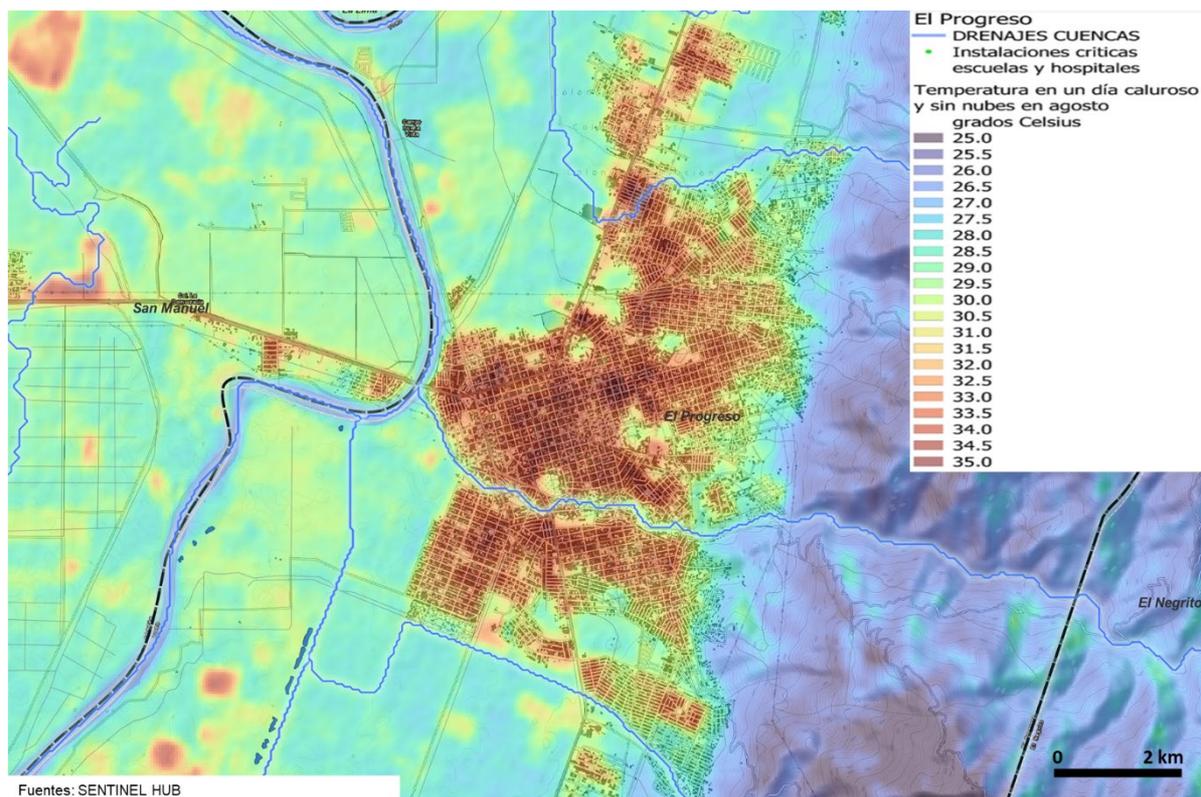


Figura 14. Islas de calor en las zonas urbanas del El Progreso.

Sequia

El riesgo de sequía meteorológica por la escasez de las precipitaciones durante un período de tiempo, y que varía en función de condiciones atmosféricas es ocasional en la ciudad, como consecuencia, esto no aparece reflejado en el PDM-OT (COPECO, 2017). En cuanto a incendios asociados a la sequía por falta de lluvias, el PDM-OT (COPECO, 2017) tampoco lo identifica como un riesgo significativo debido a las condiciones topográficas y el uso de suelo en la ciudad y su área de influencia. Solamente algunas comunidades rurales con cobertura boscosa densa presentan propensión a incendios forestales (COPECO, 2017). Los análisis de los mapas de Índices de Humedad para identificar la vegetación seca a muy seca no permitieron ver diferencias significativas en el periodo 2000-2020. Por esto es necesario un análisis más detallado para determinar de qué forma la reducción de las precipitaciones promedio afecta los caudales de los ríos, quebradas y principales fuentes de agua que abastecen al municipio, así como las afectaciones en los cultivos para así poder evaluar los riesgos reales y plantear medidas de adaptación ante los posibles impactos del cambio y la variabilidad climática durante la ocurrencia de fenómenos extremos como el NIÑO en la región.

Detección de puntos críticos

Los puntos críticos (hotspots) son áreas sobresalientes para las ciudades por su vulnerabilidad o alta concentración de riesgos ante los eventos relacionados con el clima. Son especialmente importantes para identificar las zonas, infraestructuras y servicios ecosistémicos que requieren de acciones de adaptación y/o la gestión de riesgos y manejo de los recursos naturales. Durante los talleres con los actores de la ciudad se definieron una serie de zonas críticas y áreas de expansión urbana en función de los riesgos y usos (Figura 15). Los principales puntos críticos en el área urbana son las zonas en bordes de ríos (azul en Figura 15), las zonas de inundación (rojo en la Figura 15) y las zonas de invasión (lila en la Figura 15). En las áreas periurbanas y rurales los puntos críticos son las zonas de recarga del acuífero (blanco en la Figura 15), las zonas de deslizamientos (rojo rayado en la Figura 15), las zonas

de urbanización y expansión urbana (amarillo en la Figura 15) y las zonas de conservación (verde en la Figura 15).

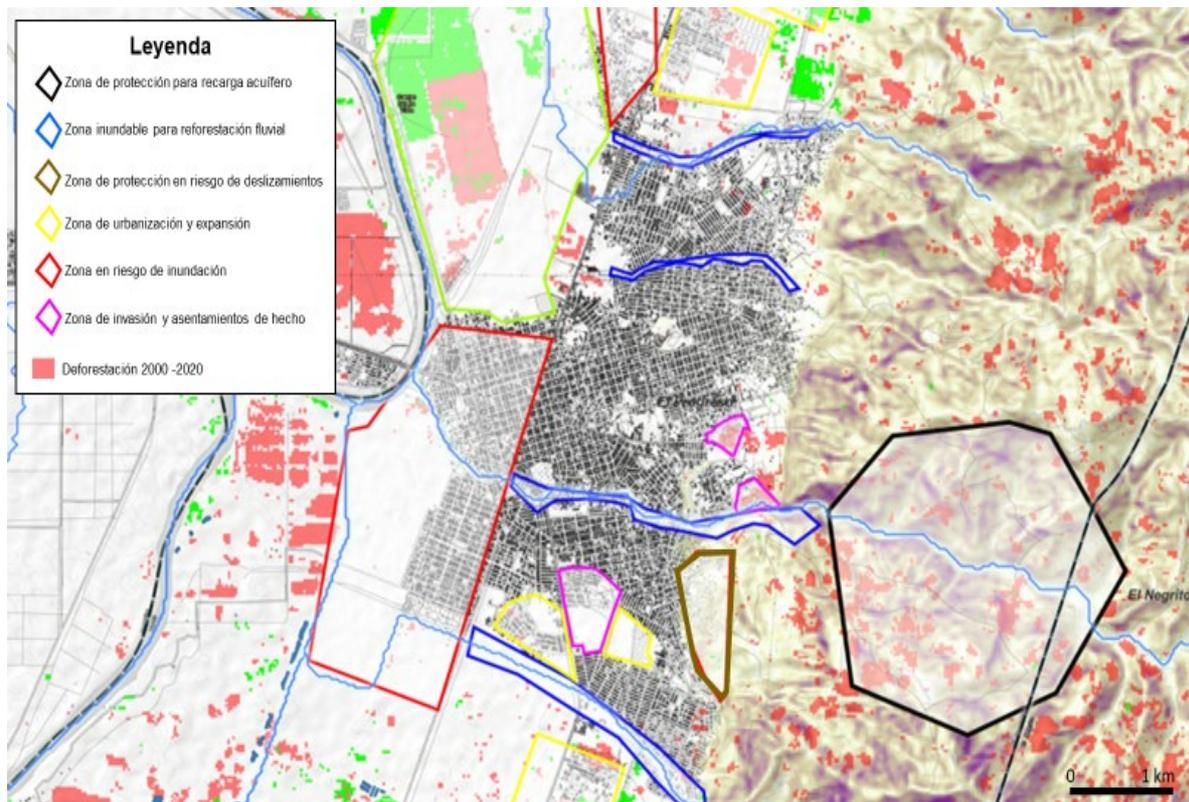


Figura 5. Puntos críticos para la ciudad de El Progreso identificados por los actores. Fuente: Unidad Municipal de Ambiente, Alcaldía Municipal de El Progreso,

Muchos barrios precarios están localizados en zonas de alto riesgo (ver cuadro de barrios y colonias Precarios) que, dadas las infraestructuras construidas sin planificación (ej. carreteras, puentes) y sin mantenimiento suficiente, son sujetos a inundaciones con pérdidas de viviendas, vidas y desplazamientos forzados (ej. Huracanas Mitch em 1998, Eta y Iota en 2020 y tormenta Ian en 2022).

<u>Barrios y colonias precarios en zona urbana de la ciudad de El Progreso, Yoro.</u>
Colonia-sector- Palermo (Bográn, San Antonio 1-2, La Nacional, Brisas del Valle
Colonia Policarpo Paz Garcia
Colonia Fátima
Colonia Centro Americana
Colonia San Martin
Barrio San Miguel
Barrio Pénjamo
Barrio Inva
Barrio Suyapa
Colonia Aurora
Quebrada Seca
Colonia Bendeck
Colonia 5 de diciembre

Colonia Alameda
Colonia 2 de Julio
Deslizamiento: Colonia Rodas Alvarado
Colonia 27 de octubre
Lotificación Gallardo
Colonia Kattan

(Fuente: Unidad Municipal de Ambiente, alcaldía Municipal de El Progreso, 2022)

Servicios Ecosistémicos

Aunque casi toda la ciudad de El Progreso está bajo algún tipo de riesgo, es importante anotar que los servicios de los ecosistemas pueden ser esenciales para adaptarse y mitigar los impactos del cambio climático. La Figura 13A muestra las zonas de riesgo de deslizamiento debido a la deforestación en contraste con la Figura 13B que muestra las zonas de riesgo en el caso de no existir cobertura boscosa. Esto permite visualizar la forma en que la cobertura forestal contribuye a la regulación hídrica (controlando los flujos y corrientes de aguas) y al soporte de los suelos (previniendo la erosión y los deslizamientos de tierra). Por esta razón, las áreas en rojo (deforestación) y púrpura (pendientes empinadas descubiertas) siguen siendo puntos críticos para la acción.

La zona de la cordillera de Mico Quemado asegura la regulación de los ciclos hidrológicos y de erosión de suelos de los que depende la ciudad para controlar las inundaciones y deslizamientos y para la provisión de agua. Por otra parte, como se muestra en la Figura 13, uno de los puntos críticos son las riberas y bordes de ríos y quebradas que contribuyen a la regulación y soporte de los ciclos hídricos, regulando los flujos de agua y evitando la erosión y sedimentación. Por esta razón, la restauración y reforestación han sido identificadas como acciones para puntos críticos en riesgo de inundación.

Infraestructuras

Las infraestructuras básicas en toda la zona urbanizada, la ausencia o falta de mantenimiento en alcantarillados, tratamiento y evacuación de aguas residuales, así como diques y bordos, contribuyen en gran medida al alto riesgo de inundación en carreteras, puentes, viviendas, escuelas y centros de salud en comunidades cerca de los ríos. En cuanto a los deslizamientos, las infraestructuras en riesgo son en particular las carreteras y vías secundarias. Como ilustran las Figuras 9 y 10 en las zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de El Progreso, existen algunas infraestructuras básicas como puentes y carreteras principales altamente vulnerables a las inundaciones.

Conjuntamente a las inundaciones pluviales, hay acumulación de agua en la zona urbana por la falta o deficiencia del sistema de alcantarillado y drenaje en algunos barrios de la ciudad. En consecuencia, resulta un problema de escorrentías y arrastre de basura, junto a desechos sólidos domiciliarios que acentúan las inundaciones y estancamiento de agua.

La Tabla 4 muestra las manzanas de la ciudad bajo riesgo de inundación como consecuencia de Eta/Iota en 2020 y según un escenario tendencial pesimista para RCP 8.5. En ambos casos un 20% de las manzanas de El Progreso están bajo riesgo de inundación. Cabe anotar que, en el caso del escenario tendencial pesimista, la profundidad de la inundación puede sobrepasar en algunas manzanas de 0.5 a más de 2 mts., en lugar de los entre 0.25 y 0.5 mts. como ocurrió durante las tormentas Eta/Iota.

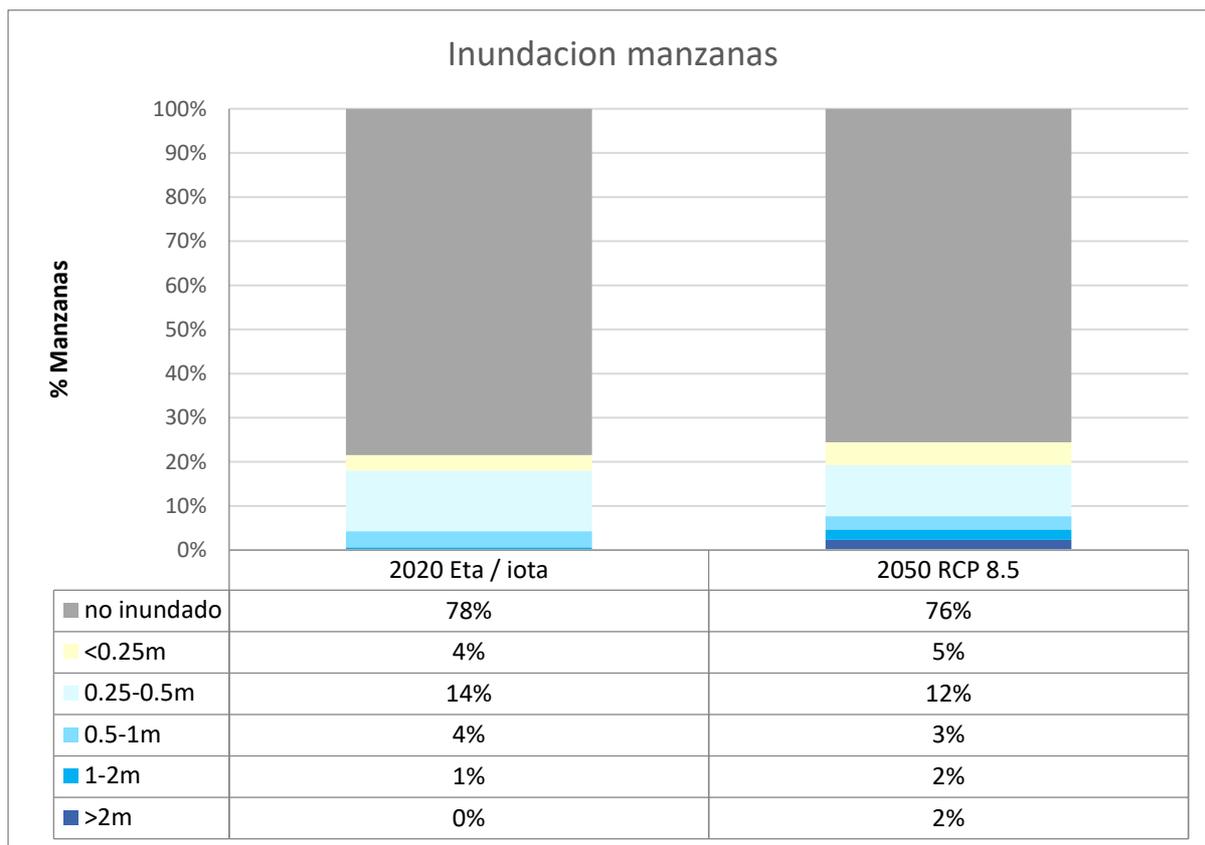


Tabla 4. Manzanas inundadas consecuencia de Eta/Iota en 2020 y según el escenario tendencial pesimista para RCP 8.5 en El Progreso

La Tabla 5 muestra el riesgo actual de deslizamientos para diferentes parámetros a ser tomados en cuenta en la planificación urbana local y de esta manera tener información sobre el número de manzanas en riesgo, el número de personas en riesgo, y el de casas en riesgo para la ciudad. En todos los casos, cerca del 50% de estos parámetros están en riesgo medio a extremo de deslizamientos.

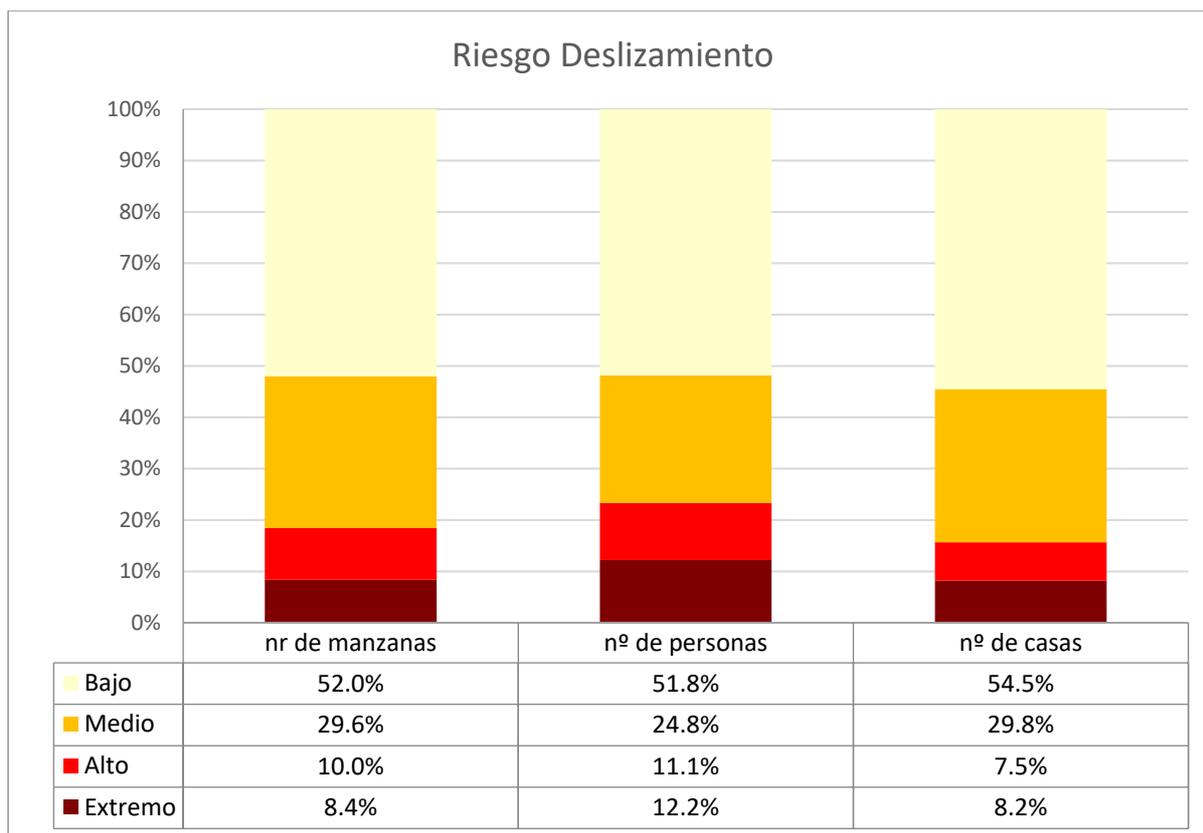


Tabla 5. Riesgo actual de deslizamiento por número de manzanas, por número de personas y por número de casas para El Progreso

Cascada de impactos

Las interdependencias entre las causas y consecuencias de la vulnerabilidad y riesgos en los sistemas naturales y socioeconómicos que están acoplados resultan en una serie de efectos e impactos en cascada. Los efectos combinados de estos factores que interactúan pueden afectar la capacidad de los actores, los gobiernos y los sectores público y privado para responder y adaptarse con suficiente tiempo previo a que ocurran daños generalizados irreversibles. En las áreas urbanas, la variabilidad y el cambio climático observados han causado impactos adversos en la salud humana, los medios de vida, los servicios de los ecosistemas y las infraestructuras básicas. Estos impactos en las infraestructuras urbanas, incluidos los sistemas de transporte, de distribución de agua, de saneamiento y energía, que se ven comprometidas por eventos extremos y de evolución lenta, con las consiguientes pérdidas económicas, interrupciones de los servicios e impactos diferenciales negativos, generan una serie o cascada de impactos adversos que en general se concentran entre los residentes urbanos económica y socialmente más marginados (IPCC, 2023).

Dada la ubicación de la ciudad de El Progreso, entre los bordes de los ríos Ulua y Pelo y atrás la Cordillera de Mico Quemado, los principales riesgos implicados en las posibles cascadas de impactos como se observó durante la tormenta Eta y el huracán Iota son las inundaciones en zonas bajas y los deslizamientos en zonas de ladera. Dada la mala planificación en algunas zonas críticas de la ciudad, y la ausencia de infraestructuras de mitigación de riesgos adecuadas, no es inusual que muchos de los eventos naturales se convierten en desastres. Como se ilustra en la Figura 16 la cascada de impactos por las inundaciones y deslizamientos tienen importantes efectos sobre la población y las infraestructuras básicas y en consecuencia sobre los servicios públicos. Es así como, en la ciudad de El Progreso, la combinación de los efectos del cambio climático (más eventos extremos y más

intensidad) añadidos a los efectos de la urbanización, la poca planificación en ciertos puntos críticos y el cambio en el uso de suelo, pueden tener importantes impactos en cascada.

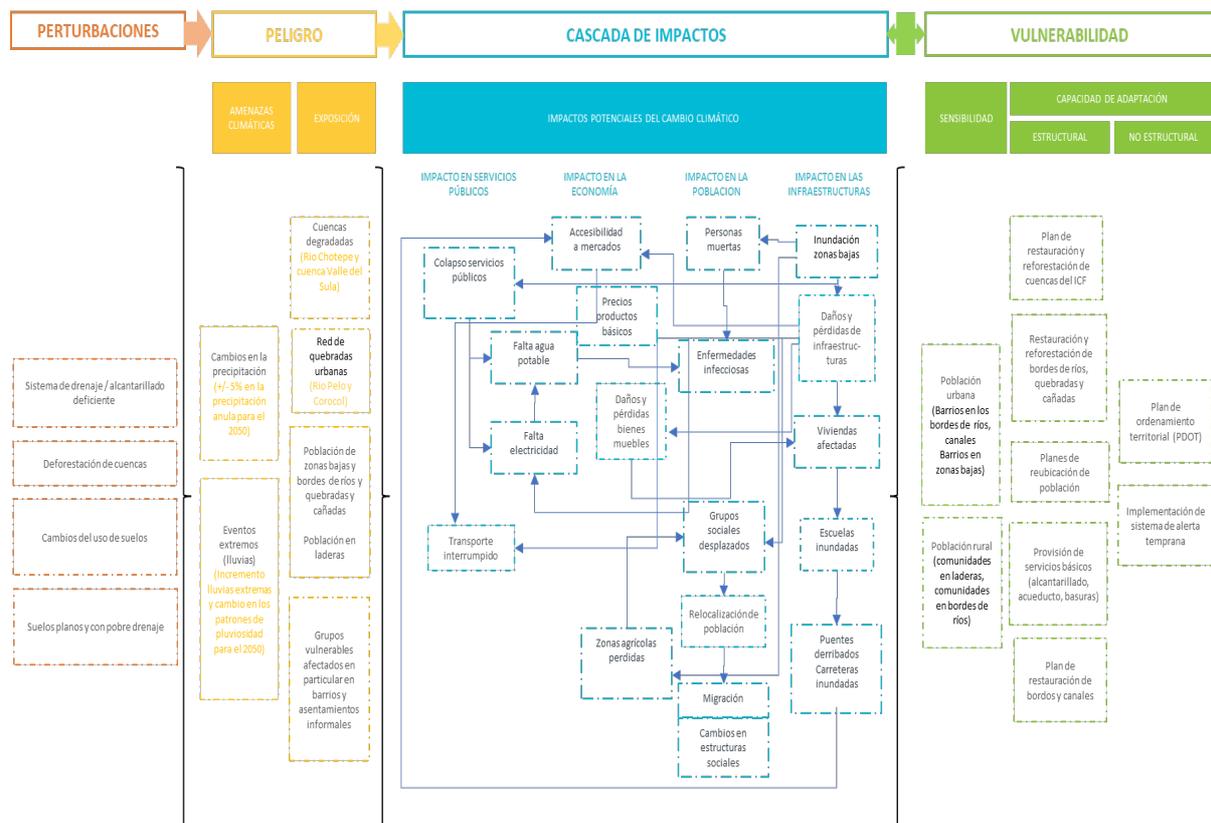


Figura 6. Cascada de impactos climáticos por inundaciones y deslizamientos en El Progreso.

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

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

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

Para el proceso de consulta con los actores, es necesario identificar las problemáticas (incluidas las causas y consecuencias) y producir información pertinente (incluidos datos ambientales, sociales y económicos, así como indicadores proxies en caso de ausencia de información) y proceder a la validación de resultados para su integración en la planificación urbana y apoyar otros procesos en curso.

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

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

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

En el caso de la ciudad de El Progreso, dadas las características y capacidades del municipio, el uso del análisis de vulnerabilidad permitió definir tres grandes zonas prioritarias que requieren medidas específicas: 1. las planicies bajas, 2. las zonas al borde de ríos y 3. las zonas en las laderas de la Cordillera Mico Quemado y las zonas altas de montaña que conforman el parque Mico Quemado (Figura 17). Las conclusiones del taller facilitaron el intercambio con los actores para definir las acciones prioritarias necesarias para la implementación, e ilustran el uso de la información generada para identificar problemas y definir medidas y acciones en las áreas urbanas, periurbanas y rurales (Figura 17).

Por esto, el proceso de evaluación de vulnerabilidad y riesgos toma particularmente en cuenta los datos y las capacidades disponibles, así como también la manera de integrar los conocimientos de los actores para poder evaluar la vulnerabilidad y los riesgos en función de las problemáticas reales de la ciudad, y de esta manera, asegurar la producción de información útil para la planificación y el apoyo en la toma de decisiones. En consecuencia, para desarrollar la presente evaluación, fue de suma importancia el proceso de consulta, el intercambio y validación con los actores, el uso de los datos y capacidades disponibles, así como el uso de herramientas y métodos apropiados (ver Anexo 1).

Los resultados de este análisis permiten ver que la ciudad, en el contexto de cambio climático, seguirá siendo muy vulnerable a las inundaciones y a los deslizamientos. Sin embargo, se debe reconocer que estos riesgos están muy localizados pues las manzanas en riesgo de inundación (consecuencia de eventos históricos o para un escenario futuro pesimista, RCP 8.5 para el 2050) son en todos los casos entre un 78 y 76% del total de la ciudad, y solo un 5% del total de manzanas está en zonas

inundables con una profundidad de más de 0.5 mts. En cuanto a los deslizamientos la situación es un poco más compleja puesto que cerca del 16% de las casas de la ciudad están en riesgo alto o extremo en el contexto del clima actual y otro 30% en riesgo medio. Con precipitación e incrementos en fenómenos extremos y la continuación de los cambios en el uso de suelos estos porcentajes se pueden incrementar de manera preocupante.

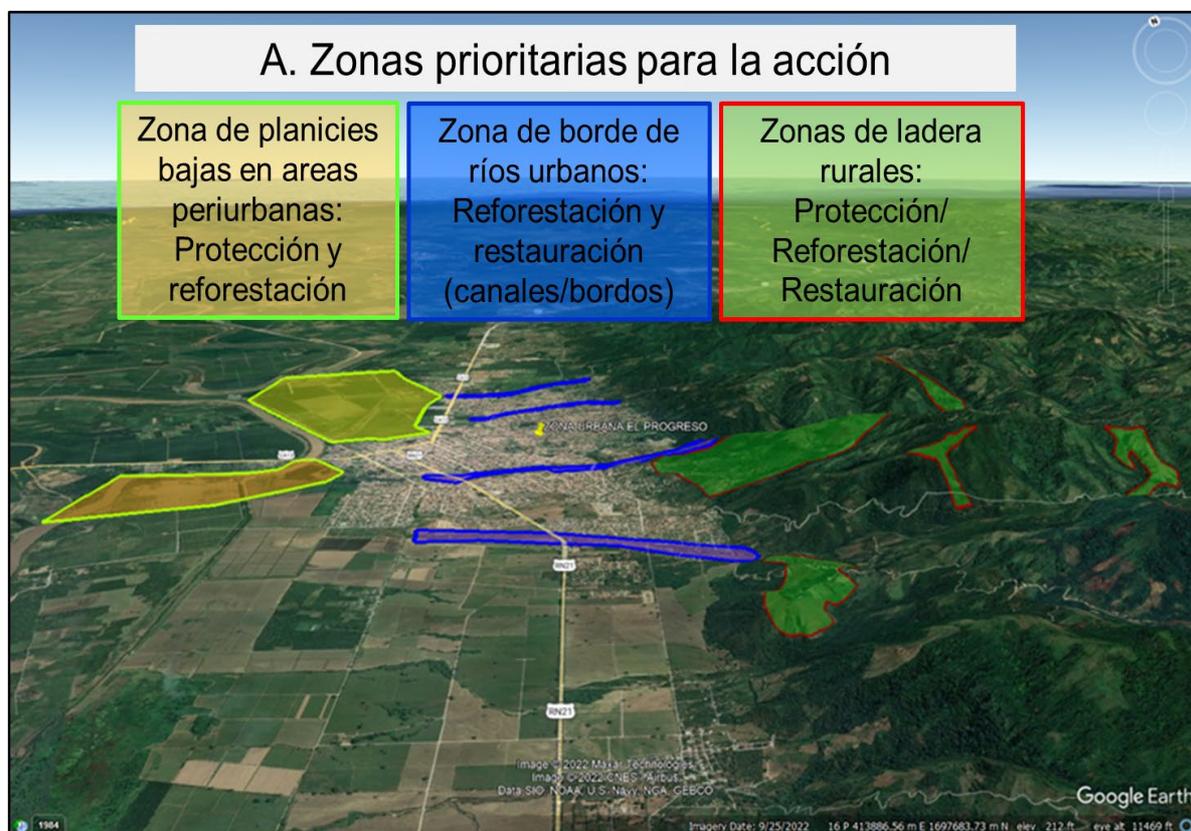


Figura 7. Zonas prioritarias para la acción y ejemplos de SbN para implementación definidas e identificadas por los actores en la ciudad de El Progreso (Fuente: elaboración propia sobre la base de las conclusiones del taller Noviembre, 2023).

8. REFERENCIAS

- BID y CEPAL. 2021. Evaluación de los efectos e impactos de la tormenta tropical Eta y el huracán Iota en Honduras.** Banco Interamericano de Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Nota técnica del BID.
- COPECO. 2017. Plan Municipal de Gestión de Riesgo y Propuesta de Zonificación Territorial Municipio de El Progreso Departamento de Yoro**
- Copernicus EMS Risk & Recovery Mapping Technical Report; 2021; EMSN084: ETA and IOTA hurricanes effects in Honduras.**
- ESA, 2020, World Cover 2020, consultado Julio y Agosto, 2022, <https://worldcover2020.esa.int/>**
- Evaluación de daños y pérdidas huracanes ETA e IOTA** Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Banco Mundial, Especialistas Sectoriales, OCR, FAO, UNESCO, OPS, UNICEF, PNUD et al 2020.
- GIZ-EURAC-UNU. 2018. El Libro de la Vulnerabilidad: Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad.** Autores: Kerstin Fritzsche,

Stefan Schneiderbauer, Philip Bubeck,
Stefan Kienberger, Mareike Buth, Marc
Zebisch y Walter Kahlenborn.

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

8. IPCC. 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp.5. IPCC, 2014

9. IPCC. 2023. SYNTHESIS REPORT OF THE IPCC SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6): Summary for Policymakers.
Acceso el 21/3/2023
https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_S_YR_SPM.pdf

10. Perfil Municipal Índice de Desarrollo Municipal El Progreso, Yoro Secretaría de Estado en los despachos de Gobernación, Justicia y Descentralización. 2022.

11. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA XVII CENSO DE POBLACIÓN Y DE VIVIENDA 2013, XVII Censo de Población y de Vivienda 2013 Tomo 291 Municipio de El Progreso 18-04, Departamento de Yoro. Características Generales de la Población y las Viviendas

12. SENTINEL Hub, <https://www.sentinel-hub.com/>
Acceso 11/09/2022

13. UNISDR. 2017. Chapter 3. Landslide Hazard and Risk Assessment, Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment
https://www.unisdr.org/files/52828_03landslidehazardandriskassessment.pdf
consultado: 10/10/2022

14. WRI, Aqueduct Flood Risk tool,
<https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/>
Consultado: 9/9/2022

15. World Bank, Climate Knowledge Portal,
<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>
Consultaod: 10/10/2022

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

Las siguientes herramientas se dan como ejemplos de aquellas que pueden ser utilizadas para las evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo. Aunque la lista no es exhaustiva y no todas las herramientas citadas se utilizaron en el presente estudio, se trata de ilustrar su uso para determinar el alcance de la evaluación, identificar y trabajar con los actores, seleccionar datos y co-crear información sobre los riesgos y vulnerabilidades, analizando y validando los estudios para crear así capacidades y conocer las escalas de recursos naturales y niveles de decisión a ser considerados, definiendo y priorizando los puntos, áreas y grupos críticos para la acción.

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

ANEXO 2. IDENTIFICACIÓN DE CONSECUENCIAS DE RIESGOS CLIMÁTICOS POR PARTE DE EXPERTOS LOCALES CONSULTADOS EN LA CIUDAD DE EL PROGRESO.

Impacto del CC	Resumen de datos y análisis con expertos locales
Sequías	<ul style="list-style-type: none"> • El alto consumo de agua por parte de la población es superior a la capacidad de abasto de la red hidráulica. • Según datos obtenidos durante entrevistas, talleres y visitas de campo, el 100% del agua que utiliza la ciudad de El progreso proviene de la zona de la Cordillera de Mico Quemado, donde un 45% es de aguas superficiales y el 55% restante de aguas subterráneas. • No existe tradición de construcción de sistemas de recolección de agua de lluvia. • Se propone habilitar franjas naturales de protección en márgenes de ríos y canales. • Existen asentamientos humanos que no están conectados a la red de acueductos y se abastecen de agua por pozos individuales o conexiones clandestinas. • Debido a la confluencia de áreas afectadas por sequía y sitios registrados por altas temperatura se generan incendios forestales y de pastizales en la zona periférica de la ciudad.
Lluvias intensas e inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Además de las Riveras de los ríos que atraviesan la ciudad, hay zonas que se inundan por precipitaciones al producirse lluvias intensas, debido a problemas de drenaje. • Resulta un problema las escorrentías y el arrastre de basura. • Acumulación de agua en la zona urbana por la falta o deficiencia del sistema de alcantarillado y drenaje en algunos barrios de la ciudad. • El alcantarillado presente en la ciudad es insuficiente o requiere de mejoras.

Islas de calor

- proponer soluciones que permitan modificar la imagen de la ciudad: uso de macetas y jardineras grandes, jardines verticales, plantas que brinden diseños paisajísticos adecuados. No existe tradición en tal sentido.
- Se hace necesario crear cultura sobre “verde urbano” para implementar SbNs, así como también es necesario introducir huertos colectivos, fomentar barreras forestales, protección a los márgenes de los ríos etc.
- Mejorar la selección de las especies a plantar en cuanto a altura, tipos requeridos y disponibilidad de estas.
- Debe elevarse la capacidad de producción de los viveros forestales ya que hay una falta de condiciones técnicas necesarias para la sostenibilidad de los viveros en términos de cultivo y riego.
- Realizar talleres con la población por localidades para impulsar el tema.
- Vincular el sector académico por medio de tesis de grado que involucren este tema en el desarrollo urbano de la ciudad.
- Crear campañas educativas para incrementar y mantener el arbolado y jardines en plazas de la ciudad e impulsar la agricultura urbana.
- Promover mantenimiento y restauración de los parques existentes.
- Cumplir con las normas de ocupación del suelo en las zonas de nueva urbanización y controlar la sustitución del verde diseñado por la invasión de viviendas u otros usos no compatibles.
- Fortalecer y actualizar Planes existentes para la recuperación de Áreas Verdes.
- Capacitación y divulgación de acciones para todos los actores de la sociedad y por diversos medios.