

Índice de vulnerabilidad al cambio climático y plan de adaptación para la ciudad de

LOJA

ECUADOR

RESUMEN EJECUTIVO

Índice de vulnerabilidad al cambio climático y plan de adaptación para la ciudad de

LOJA

ECUADOR

RESUMEN EJECUTIVO

Título

Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático y Plan de Adaptación para la ciudad de Loja, Ecuador

Depósito Legal: DC2021000060

ISBN: 978-980-422-204-7

Esta publicación es resultado de los estudios realizados en el marco de la Iniciativa UE LAIF CAF – AFD sobre ciudades y cambio climático*

Editor: CAF

Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible (VDS).
Julián Suárez, Vicepresidente.

Dirección de Sostenibilidad, Inclusión y Cambio Climático (DSICC). Edgar Salas, Director.

Autor: FIC (Fundación para la Investigación del Clima), Lavola S.A. y Universidad Técnica Particular de Loja.

Revisión equipo CAF: Martha Castillo, Carolina Cortés, Juan Felipe Caicedo.

Diseño gráfico: Good, Comunicación para el Desarrollo Sostenible

El presente resumen ejecutivo incluye imágenes bajo la licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 internacional.

Las imágenes que se encuentran bajo esta licencia en el presente resumen ejecutivo contienen los créditos individuales en cada una de ellas.

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF. Este documento se encuentra en: scioteca.caf.com. Todos los derechos reservados.

* CAF – Banco de Desarrollo de América Latina y AFD - Agencia Francesa de Desarrollo, institución financiera francesa pública de desarrollo, como resultado de una cooperación en el tema de ciudades y cambio climático, en el marco de una donación de la Unión Europea, promueven la iniciativa "Ciudades y Cambio Climático" mediante la cual se proporciona a los gobiernos locales de la región asistencia técnica en el tema de cambio climático, apoyo en la elaboración de planes de acción y financiamiento de los estudios de factibilidad de proyectos con impacto positivo en términos de mitigación y/o adaptación al cambio climático.

Declaraciones

Renato Paredes Pozos, jefe de Gestión Ambiental del municipio de Loja

Primeramente, aprovecho la oportunidad para agradecer al equipo consultor: FIC, Lavola y la UTPL, así como también a la Iniciativa UE LAIF AFD-CAF sobre Ciudades y Cambio Climático por financiar la consultoría, ya que la considero un gran aporte de carácter técnico-científico, que hoy nos permite tener a la mano información relevante como es el Índice de Vulnerabilidad frente al cambio climático para la ciudad de Loja. Hoy en día, todos los países del mundo estamos viviendo cambios radicales, y si no tomamos correctivos oportunos, tendremos consecuencias de carácter irreversible.

Para el Gobierno local este tipo de información es muy pertinente, ya que nos será de utilidad para la elaboración de herramientas de planificación, como son los Planes Operativos Anuales (POA) y los Planes de Uso y Gestión del Suelo (PUG) a nivel ciudad. Por eso, es muy importante partir de un diagnóstico confiable de la realidad de nuestra ciudad de Loja y, con base en ello, plantear soluciones estratégicas debidamente priorizadas y de carácter técnico-ambiental. Además, estos indicadores (índices) serán la base para ir monitoreando la evolución de los mismos y tomar correctivos, de ser el caso, con decisiones acertadas y debidamente planificadas.

Diego Ramón Mendieta, director de la Unidad de Regeneración Urbana del municipio de Loja

Las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antrópico han ocasionado alteraciones climáticas severas, como aumento de temperatura media global, cambios de patrones de precipitación e incremento del nivel del mar. Estas alteraciones meteorológicas amenazan la producción de alimentos e incrementan el riesgo de inundaciones. Si no tomamos medidas tempranas, será más difícil y costoso adaptarse a estos efectos en el futuro. En este sentido, se requiere la atención de políticas públicas desde una óptica global hasta un compromiso individual.

Gracias al apoyo del Banco de Desarrollo de América Latina – CAF y al compromiso de la administración del Ing. Jorge Bailón Abad, se logró desarrollar el estudio “Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la ciudad de Loja”, el cual tuvo como objetivo identificar y priorizar medidas concretas de adaptación frente al cambio climático en la ciudad de Loja. Esta gran experiencia permitió disponer de herramientas técnicas para fomentar un modelo de desarrollo urbano sostenible y competitivo, a través de la participación ciudadana, metodología de doble vía y de capacitación, involucrando varias entidades del Estado central, lo cual permitió cumplir con el objetivo establecido, precisando una visión clara y definida de trabajar para alcanzar una resiliencia al cambio climático.

Contenido

	Glosario	9
	Presentación	12
1.	Contexto	16
2.	Metodología	20
3.	Resultados Obtenidos	26
3.1.	Información Climática	27
3.1.1.	Análisis climático histórico	27
3.1.2.	Proyecciones futuras	28
3.2.	Amenazas analizadas	32
3.2.1.	Amenaza por deslizamiento de tierras	32
3.2.2.	Amenaza por inundaciones fluviales	33
3.2.3.	Amenaza por aumento de precipitaciones extremas	36
3.2.4.	Amenaza por aumento de noches tropicales	38
3.2.5.	Amenaza por aumento de la intensidad de la ola de calor	39
3.3.	Indicadores para el cálculo de la Vulnerabilidad de Loja	41
3.3.1.	Índice de Exposición al Cambio Climático en Loja	42
3.3.2.	Índice de Sensibilidad Socioeconómica y Ambiental en Loja	44
3.3.3.	Capacidad Adaptativa en la Ciudad de Loja	48
3.4.	Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático	50
4.	Objetivos de adaptación y medidas propuestas	52
4.1.	Los objetivos de Adaptación en Loja	53
4.2.	Las Medidas de Adaptación	53
4.2.1.	Programa I: Loja Ciudad Resiliente	55
4.2.2.	Programa II: Loja Territorio Adaptado Basado en Ecosistemas	55
4.2.3.	Programa III: Infraestructuras Resilientes para Loja	56
4.2.4.	Programa IV: Transversal de Capacitación y Monitoreo del Plan de Adaptación	56
5.	Recomendaciones de Implementación	78
5.1.	Recolección y actualización de información	79
5.2.	Fortalecimiento institucional	80
5.3.	Argumentación técnica para la financiación	80
5.4.	Monitoreo y evaluación	81
5.5.	Concientización y capacitación	82
6.	Consideraciones finales	84
7.	Principales referencias analizadas	86

Listado de figuras

Figura 1. Vista de la Ciudad de Loja.	14
Figura 2. Formación de Mesas de Trabajo Local.	15
Figura 3. Mapa de Ubicación General de la Ciudad de Loja y Área de Estudio.	17
Figura 4. Esquema del proceso.	21
Figura 5. Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático a escala barrial en la Ciudad de Loja.	23
Figura 6. Estaciones meteorológicas en el valle de la ciudad de Loja	27
Figura 7. Gráfico anual de incrementos esperados de temperatura máxima.	29
Figura 8. Incrementos esperados de la temperatura máxima para el siglo XXI.	30
Figura 9. Incrementos anuales esperados de la temperatura mínima para el siglo XXI.	30
Figura 10. Incrementos anuales esperados.	31
Figura 11. Mapa de Amenaza por movimientos en masa en el área urbana de Loja	32
Figura 12. Porcentaje de Personas Expuestas a Inundaciones.	34
Figura 13. Detalle de las riberas del río Zamora Huayco a su paso por la Ciudad de Loja.	36
Figura 14. Amenaza climática por aumento de días con precipitación extrema.	37
Figura 15. Amenaza climática por aumento del número de noches tropicales a largo plazo.	38
Figura 16. Amenaza climática por Aumento de la intensidad de la ola de calor a largo plazo.	40
Figura 17. Esquema de construcción de indicadores.	41
Figura 18. Resumen de Indicadores de Exposición frente al Cambio Climático en la Ciudad de Loja.	42
Figura 19. Resultados del Índice de Exposición al Cambio Climático en la Ciudad de Loja	43
Figura 20. Resumen de Indicadores de Sensibilidad frente al Cambio Climático en Loja.	44
Figura 21. Resultados del Índice de Sensibilidad al Cambio Climático en la Ciudad de Loja.	46
Figura 22. Indicadores de Capacidad Adaptativa.	48
Figura 23. Componentes del Índice de Vulnerabilidad	50
Figura 24. Resultados del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Ciudad de Loja	51
Figura 25. Movimientos en masa en los sectores periféricos de la ciudad de Loja	53
Figura 26. Esquema Metodológico para formular el Plan de Adaptación	54
Figura 27. Elaboración de talleres participativos en Loja.	57

Listado de tablas

Tabla 1. Resultados del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Ciudad de Loja	24
Tabla 2. Listado de Estaciones meteorológicas	28
Tabla 3. Listado de Modelos Climáticos	28
Tabla 4. Valores de exposición poblacional frente a inundaciones	35
Tabla 5. Herramientas de gestión de riesgos	49
Tabla 6. Medidas programa Loja Ciudad Resiliente	55
Tabla 7. Medidas programa Loja Territorio Adaptado Basado en Ecosistemas	55
Tabla 8. Medidas programa Infraestructuras Resilientes para Loja	56
Tabla 9. Medidas programa Transversal	56
Tabla 10. Acceso a las fuentes de financiamiento para cada Medida	80

Glosario

El presente glosario recoge la terminología del de los Grupos de trabajo II y III del IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), presentada en el Anexo II: Glosario, del 5.º Informe de Evaluación¹.

- **Adaptación frente al cambio climático:** proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos
- **Cambio climático:** modificación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad del clima atribuible a causas naturales. Véase también detección y atribución.
- **Capacidad de adaptación:** capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.
- **Desarrollo sostenible:** desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987).
- **Desastre:** alteración grave del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a fenómenos físicos peligrosos que interactúan con las condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales, y que puede requerir apoyo externo para la recuperación.
- **Escenario de emisiones:** representación plausible de la evolución futura de las emisiones de sustancias que podrían ser radiativamente activas (p. ej., gases de efecto invernadero y aerosoles), basada en un conjunto coherente de supuestos sobre los factores que las impulsan (p. ej., el desarrollo demográfico y socioeconómico, el cambio tecnológico, la energía y el uso del suelo) y las principales relaciones entre ellos. Los escenarios de concentraciones, obtenidos a partir de los escenarios de emisión, se introducen en un modelo climático para obtener proyecciones climáticas.

En el presente análisis, se han seleccionado de la literatura publicada del IPCC las siguientes cuatro trayectorias de concentración representativas, elaboradas a partir de modelos de evaluación integrados como base para las predicciones y las proyecciones climáticas presentadas en GTI IE5 capítulos 11 a 14 (IPCC, 2014):

- **RCP 2,6:** Trayectoria en la que el forzamiento radiativo alcanza el valor máximo a aproximadamente 3 W/m² antes de 2100 y posteriormente disminuye (la correspondiente trayectoria de concentración ampliada en el supuesto de que las emisiones sean constantes después de 2100).

¹ IPCC, 2014: Anexo II: Glosario [Mach, K.J., S. Planton y C. von Stechow (eds.)]. En: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, págs. 127-141.

- **RCP 4,5 y RCP 6,0:** Dos trayectorias de estabilización intermedias, en las cuales el forzamiento radiativo se estabiliza a aproximadamente 4,5 W/m² y 6,0 W/m² después de 2100 (la correspondiente trayectoria de concentración ampliada en el supuesto de que las concentraciones sean constantes después de 2150).
- **RCP 8,5:** Trayectoria alta para la cual el forzamiento radiativo alcanza valores >8,5 W/m² en 2100 y sigue aumentando durante un lapso de tiempo (la correspondiente trayectoria de concentración ampliada en el supuesto de que las emisiones sean constantes después de 2100 y las concentraciones sean constantes después de 2250).
- **Exposición:** la presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.
- **Gestión de riesgos (risk management):** planes, medidas o políticas aplicados para reducir la probabilidad o las consecuencias de los riesgos o para responder a sus consecuencias.
- **Impactos (consecuencias, resultados):** efectos sobre los sistemas naturales y humanos. En el presente análisis, el término impactos se emplea principalmente para describir los efectos sobre los sistemas naturales y humanos de episodios meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático. Los impactos generalmente se refieren a efectos en las vidas, medios de subsistencia, salud, ecosistemas, economías, sociedades, culturas, servicios e infraestructuras debido a la interacción de los cambios o fenómenos climáticos peligrosos que ocurren en un lapso de tiempo específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos.
- **Modelo climático (en espectro o en jerarquía) (climate model: spectrum or hierarchy):** representación numérica del sistema climático basada en las propiedades físicas, químicas y biológicas de sus componentes, en sus interacciones y en sus procesos de retroalimentación, y que recoge todas o algunas de sus propiedades conocidas. El sistema climático se puede representar mediante modelos de diverso grado de complejidad; en otras palabras, para cada componente o conjunto de componentes es posible identificar un espectro o jerarquía de modelos que difieren en aspectos tales como el número de dimensiones espaciales, el grado en que aparecen representados explícitamente los procesos físicos, químicos o biológicos, o el grado de utilización de parametrizaciones empíricas. Los modelos de circulación general atmósfera-océano (MCGAO) acoplados proporcionan la más completa representación del sistema climático actualmente disponible.
- **Peligro:** acaecimiento potencial de un suceso o tendencia físico de origen natural o humano, o un impacto físico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios, ecosistemas y recursos ambientales. En el presente informe, el término peligro se refiere generalmente a sucesos o tendencias físicos relacionados con el clima o los impactos físicos de este.
- **Proyección climática (climate projection):** respuesta simulada del sistema climático a diversos escenarios de emisiones o de concentraciones futuras de gases de efecto invernadero y aerosoles, frecuentemente basada en simulaciones mediante modelos climáticos. Las proyecciones climáticas se diferencian de las predicciones climáticas por su dependencia del escenario de emisiones/concentraciones/forzamiento radiativo utilizado, basado en supuestos relativos, por ejemplo, a un devenir socioeconómico y tecnológico que puede o no materializarse.
- **Resiliencia (resilience):** capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales para afrontar un fenómeno, tendencia o perturbación peligroso, respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conserven al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.
- **Riesgo:** consecuencias eventuales en situaciones en que algo de valor está en peligro y el desenlace es incierto, reconociendo la diversidad de valores. A menudo, el riesgo se representa

como la probabilidad de acaecimiento de fenómenos o tendencias peligrosos, multiplicada por los impactos en caso de que ocurran tales fenómenos o tendencias. En el presente informe, este término se suele utilizar para referirse a las posibilidades, cuando el resultado es incierto, de que ocurran consecuencias adversas para la vida; los medios de subsistencia; la salud; los ecosistemas y las especies; los bienes económicos, sociales y culturales; los servicios (incluidos los servicios ambientales) y la infraestructura.

- **Sensibilidad al cambio climático:** indica el grado de propensión al daño que presentan los sistemas expuestos. Es decir, informa sobre el conjunto de debilidades o incapacidades de los sistemas que hacen que un mismo evento pueda ser sentido con mayor intensidad.
- **Variabilidad climática:** denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa). Véase también cambio climático.
- **Vulnerabilidad:** la propensión o predisposición a verse adversamente afectado. La vulnerabilidad abarca una variedad de conceptos y elementos que incluyen sensibilidad o susceptibilidad al daño y falta de capacidad para enfrentar y adaptarse. Un amplio conjunto de factores, como la riqueza, el estatus social y el género, determina la vulnerabilidad y la exposición al riesgo relacionado con el clima.



This file is licensed under the Creative Commons Attribution 2.5 (CC BY 2.5 IT)

<https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.evwind.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012%2F08%2Fe%25C3%25B3lica-Uruguay.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.evwind.com%2F2012%2F08%2F27%2Feolica-en-ecuador-parque-eolico-con-aerogeneradores-chinos-cubrira>

PRESENTACIÓN

El objetivo del estudio consiste en la identificación de medidas de adaptación frente al cambio climático en la ciudad de Loja (provincia de Loja, Ecuador) con base en un análisis de vulnerabilidad y riesgo climático sectorial y zonal, considerando las dimensiones ambiental, económica y social. Con ello se persigue fortalecer la resiliencia de la ciudad de Loja ante eventos hidrometeorológicos extremos derivados del cambio climático y la variabilidad climática, facilitando una adecuada planeación que minimice la vulnerabilidad y el riesgo final sobre las personas, su modo de vida y el medioambiente.

El estudio se enmarca dentro del **programa LAIF sobre Ciudades y Cambio Climático en América Latina**. Esta iniciativa de la Unión Europea, implementada por la AFD – Agencia Francesa de Desarrollo y CAF – Banco de Desarrollo de América Latina, tiene como objetivo la promoción de un desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático en las ciudades de países de América Latina. A tal efecto, la definición y distribución espacial de zonas prioritarias de intervención y control, considerando la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental frente a los conductores de cambio climático, sirve de apoyo a las acciones encaminadas a conseguir modelos territoriales resilientes, al manejo adecuado de los recursos y, en definitiva, al proceso de adaptación al cambio climático a nivel local.

Los **objetivos específicos** del estudio fueron los siguientes:

- **Fortalecer las capacidades** locales de afrontar impactos negativos derivados de eventos hidrometeorológicos adversos en el contexto de cambio climático.
- **Contribuir al conocimiento sobre el cambio climático** y su influencia en la peligrosidad de fenómenos adversos para la elaboración de estrategias de prevención y preparación.
- **Desarrollar herramientas de apoyo a la toma de decisiones** fundamentadas en el conocimiento científico-técnico y en metodologías avaladas por los marcos institucionales de referencia internacional.
- **Identificar áreas geográficas y sectores de actividad altamente expuestos** a amenazas hidrometeorológicas y desarrollar los indicadores de vulnerabilidad y riesgo actuales y futuros asociados a los sistemas humanos y natural sobre la ciudad de Loja y su área de influencia directa.
- **Garantizar aproximaciones participativas** y adaptativas en la ejecución de la evaluación de la vulnerabilidad e integrar perspectivas, conocimientos y experiencias de científicos, tomadores de decisiones, gestores y actores claves en el ámbito local.
- **Promover una concienciación comunitaria** sobre la importancia de preservar nuestro entorno y protegerlo de una forma sostenible.

El **Índice de Vulnerabilidad frente al Cambio Climático en la ciudad de Loja** indica el nivel de susceptibilidad al daño o grado de incapacidad para hacer frente a fenómenos climáticos adversos sobre las personas, sus bienes o el medioambiente en el horizonte temporal actual y futuro. Para alcanzar este resultado, el estudio contó con los siguientes componentes base:

- Análisis de las **condiciones de exposición** frente a las amenazas hidrometeorológicas derivadas del cambio climático y la variabilidad climática, que inciden de manera específica en el contexto de peligrosidad de la ciudad de Loja.
- Análisis de las **causas y factores de sensibilidad socioeconómica y ambiental** que reflejan el grado de debilidad o la forma en que cada elemento expuesto puede verse afectado por un estímulo relacionado con el clima o la variabilidad climática, atendiendo a un enfoque social, económico y ambiental.

- **Estudio de la capacidad de adaptación** del municipio, que permite conocer las capacidades sociales, institucionales y territoriales para afrontar o aprovechar las oportunidades para hacer frente a las consecuencias del cambio climático.

Figura 1. Vista de la ciudad de Loja



Fuente: FIC, 2019.

Base participativa del estudio

Buena parte del éxito del estudio realizado se basó en la valiosa participación local en las actividades de socialización, identificación, sensibilización y apropiación de resultados.

Todos los talleres presenciales contaron con la participación de más de 30 representantes de entidades estatales, regionales y locales, entre ellas: *Municipio de Loja, Secretaría Nacional de Gestión del Riesgo, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Ministerio de Salud Pública, Cuerpo de Bomberos de Loja, Ministerio de Ambiente, Emergencias Ecuador, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Policía Nacional, Secretaría del Agua, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Gobernación Provincial de Loja, Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, Universidad Técnica Particular de Loja y Universidad Nacional de Loja.*

Nuestro agradecimiento a su generosa y valiosa participación, clave en las siguientes sesiones realizadas con diversos **formatos de trabajo participativo**:

- **Lanzamiento y apertura oficial del estudio** (febrero de 2019). El encuentro permitió presentar los objetivos, el alcance y las metodologías previstas en el estudio. Se identificaron los actores locales, así como los puntos focales de las entidades colaboradoras.
- **Mesas de trabajo técnico.** En una primera reunión presencial (febrero de 2019) y tres posteriores no presenciales (vía webinar, entre febrero y mayo de 2019), estas mesas fueron claves para identificar y validar resultados preliminares, consensuar próximos pasos y definir estrategias de análisis participativo.
- **Taller presencial de validación de resultados del Índice de Vulnerabilidad** al cambio climático de la ciudad de Loja (junio, 2019). La apertura de espacios de diálogo abierto entre los actores claves invitados sobre los resultados presentados permitió derivar importantes insumos, que se incorporaron al estudio.
- **Taller presencial de priorización y caracterización de las medidas de adaptación** frente al cambio climático (junio de 2019). Con este esfuerzo de aportes multidisciplinarios, fue posible identificar las prioridades y consensuar las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de cada medida.

- **Taller presencial de validación de las medidas de adaptación** frente al cambio climático y presentación del Plan de Adaptación (octubre de 2019). Los insumos aportados por los actores clave invitados permitió confirmar la idoneidad de las medidas y reforzar su definición.
- **Evento de cierre oficial del estudio y entrega** de resultados al Gobierno Autónomo Municipal de Loja (noviembre de 2019).

Por último, vinculadas a los talleres, se desarrollaron sesiones presenciales de capacitación técnica sobre las temáticas:

- **Cambio climático**
- **Vulnerabilidad y riesgo climático**
- **Modelos de desarrollo urbano sostenible**
- **Construcción del Plan de Adaptación**

Además, una sesión de capacitación *online* sobre **Metodología FICLIMA** para la generación de escenarios locales de cambio climático.

Figura 2. Formación de Mesas de Trabajo Local.



Fuente: [Juan Felipe Caicedo, 2019.](#)

Las áreas de urbanismo (izquierda), riesgos y cambio climático (centro) e infraestructuras y servicios (derecha), durante el taller de apertura del proyecto en la Casona Cultural Municipal Bernardo Valdivieso (ciudad de Loja; 2019).

Autor imagen: Anthony Surace



This file is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic license.

<https://www.flickr.com/photos/anthony-surace/50913281051/>

1

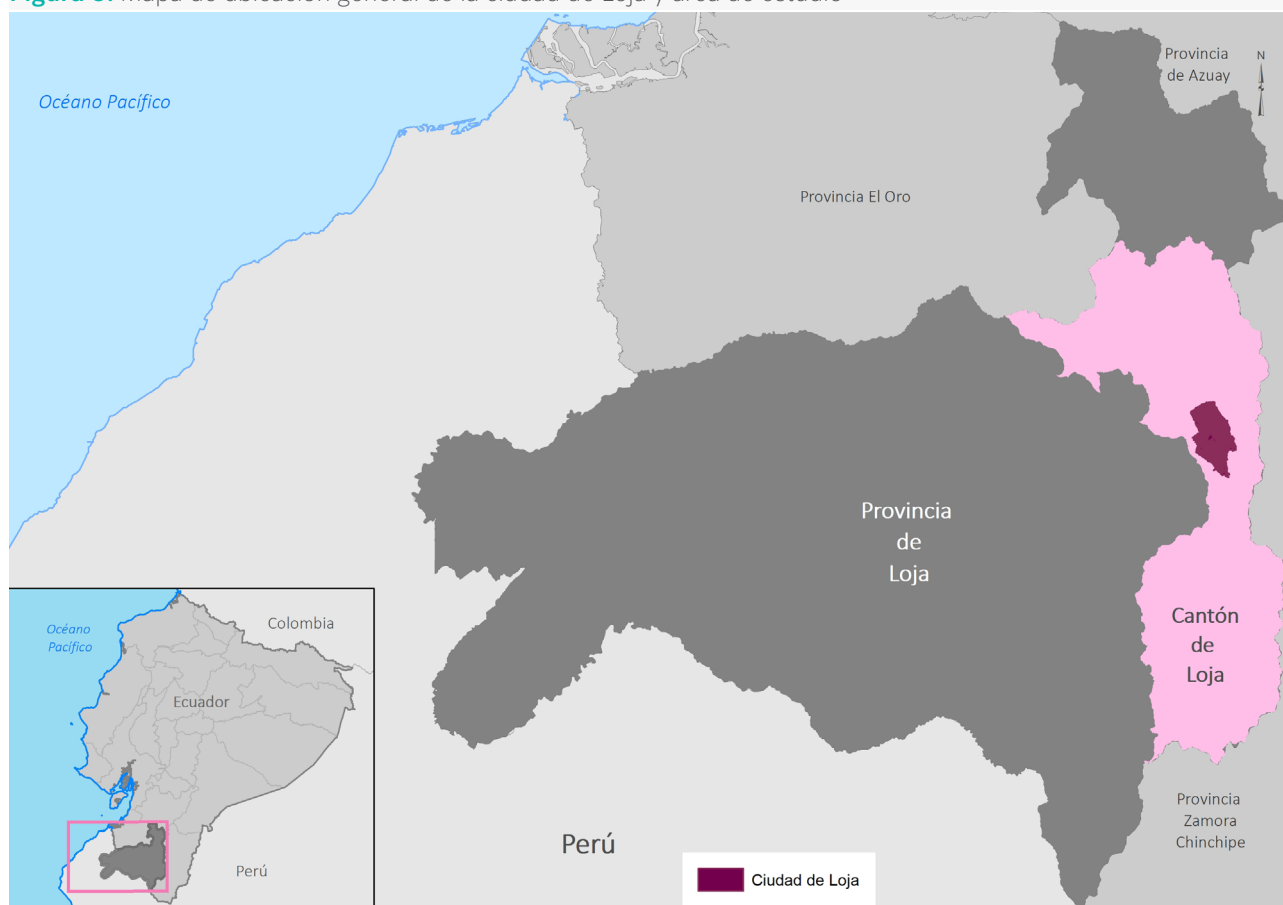
CONTEXTO



Los resultados del presente estudio de vulnerabilidad climática se han realizado para la ciudad de Loja, situada en la cabecera parroquial del cantón de Loja y capital de la provincia de Loja, ubicada al sur de la Región Interandina (Sierra) de la República del Ecuador (Sudamérica). El cantón Loja es el mayor en área de los 16 cantones, y cubre una extensión de 1.883 km², equivalente al 17 % del territorio de la provincia.

La ciudad de Loja se ubica dentro de la Zona de Planificación 7, conformada por las Provincias El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Es una de las regiones más biodiversas del Ecuador y del mundo, y su ordenamiento territorial está descentralizado en la Coordinación Zonal 7 de la Secretaría Nacional de Planificación “Planifica Ecuador” y cuya herramienta de planificación y desarrollo territorial es la Agenda Zonal 7 (2013-2017), que, en el momento de la realización del presente estudio, se encuentra en proceso de actualización.

Figura 3. Mapa de ubicación general de la ciudad de Loja y área de estudio



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL, 2019.

La ciudad de Loja presenta una extensión total de 57 km², y tiene aproximadamente 200.000 residentes. En la actualidad, puede adscribirse al grupo ciudades intermedias que ha tenido un significativo flujo migratorio y en las que el ciclo de la migración campo-ciudad empieza a dar muestras de agotamiento (Carrión, 2013).

El déficit de infraestructura de saneamiento a nivel rural y la concentración de los servicios educativos y de salud en centros urbanos han provocado un crecimiento desordenado con tendencia a la urbanización y con gran incidencia sobre las áreas periféricas y faldas de cerros que limitan con la ciudad. La ocupación no ordenada del suelo no se ha correspondido con la capacidad de acogida real del territorio. Esto ha conllevado situaciones de concentración de activos económicos en áreas densamente pobladas sobre zonas geográficas abruptas y expuestas a eventos peligrosos, tales como deslizamientos o inundaciones fluviales.

Esta situación ha generado también conflictos ambientales y sociales, la degradación de bienes naturales y, en definitiva, un incremento de la exposición y vulnerabilidad de la población frente a la ocurrencia de eventos potencialmente adversos.

La ciudad de Loja está sometida a alteraciones asociadas a los cambios del clima y sus efectos, que constituyen, sin duda, una problemática importante para la sociedad en general, pudiendo convertirse en verdaderos retos y escollos que requieren superarse con miras a asegurar su desarrollo económico sostenible y la aplicación de conceptos como el buen vivir.

La ocurrencia de fenómenos amenazantes para las diversas dimensiones y enfoques de estudio tienen potencial de acentuarse en el futuro cercano y, por ende, se torna imperativo generar respuestas sostenibles que sean, además, replicables y socioambientalmente aceptables. Los eventos históricos registrados por la Secretaría Nacional de Gestión del Riesgo entre 2012 y 2017, y por el Sistema de Inventario de Desastres (Desinventar) entre 2008 y 2018, ponen de manifiesto un aumento paulatino de la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas en las diferentes escalas territoriales, mientras que diversos factores socioculturales relacionados con el uso de la tierra terminan por exacerbar el impacto final esperado para las mismas, dando cabida a previsibles daños humanos, económicos o ambientales previsibles, cuyo análisis e intervención requiere de un interés creciente.





2

METODOLOGÍA

Con base en un análisis de vulnerabilidad y riesgo climático zonal, considerando las dimensiones ambiental, económica y social, el objetivo del estudio *Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático* es identificar y priorizar medidas concretas de adaptación frente al cambio climático en la ciudad de Loja. Este objetivo está asociado a la necesidad creciente de aumentar la resiliencia de la ciudad ante los eventos extremos del cambio climático y/o variabilidad climática, entre los que destacan los deslizamientos e inundaciones causados por lluvias intensas.

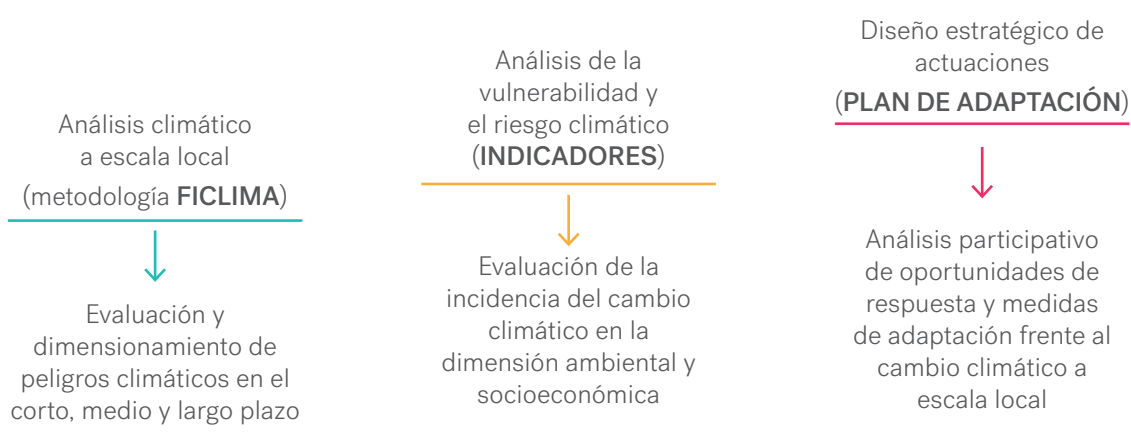
En el análisis, se consideraron tanto los asentamientos urbanos consolidados de la ciudad, como los informales, periféricos o áreas de crecimiento urbano marginales, derivados en gran medida de procesos migratorios de la población rural hacia la ciudad. Además, la metodología consideró elementos y procesos situados fuera del perímetro urbano de la ciudad que han resultado de impacto para el diagnóstico base de vulnerabilidad climática. El área de influencia de la ciudad analizada se corresponde con la cabecera cantonal (aproximadamente 284 km²).

Todos los resultados del estudio se integran y presentan a nivel barrial. La ciudad de Loja se compone de 66 barrios que abarcan una superficie de 57,8 km², distribuidos en seis parroquias urbanas, unidades finales de administración urbana en la ciudad.

Para alcanzar el objetivo del estudio, se han abordado tres fases principales necesarias para afrontar la adaptación al cambio climático:

- **Evaluar la incidencia del clima futuro en la ocurrencia e intensidad** de fenómenos hidrometeorológicos adversos, para lo que es necesario disponer de *escenarios locales de clima futuro*.
- **Evaluar el impacto** de ese clima futuro en cada uno de los sectores afectados.
- **Diseñar políticas de adaptación**, buscando minimizar los impactos negativos y aprovechar las oportunidades de adaptación.

Figura 4. Esquema del proceso



Fuente: FIC, 2020.

El índice de vulnerabilidad frente al cambio climático en la ciudad de Loja está basado, en primer lugar, en el análisis de variables climáticas a escala local a través de la aplicación de metodologías de *downscaling* estadístico² de alta robustez (*FICLIMA*³) sobre escenarios de cambio climático globales y regionales de carácter oficial.

Se analizó el escenario climático intermedio y pesimista (RCP 4,6 y RCP 8,5) y el período más reciente (2010-2040), para centrar la atención en la información más relevante para las políticas de los próximos años. Posteriormente, el análisis se repitió con las proyecciones del período más lejano (2071 y 2099) para no perder la visión a largo plazo, donde los cambios esperados son más acusados.

El resultado del análisis climático y su variabilidad fue empleado posteriormente para determinar la influencia, tendencia y nivel de peligrosidad actual y futura de las amenazas hidrometeorológicas prioritarias para la ciudad. Los mapas de peligro climático se utilizaron para evaluar los activos potencialmente expuestos a eventos climáticos extremos en las dimensiones social, económica y medioambiental. Los resultados integrados determinaron el indicador de exposición como primer componente del índice de vulnerabilidad, que sería finalmente completado con indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación al cambio climático. Para ello, se emplearon enfoques participativos y de mejora adaptativa en el ámbito local, lo que supone un insumo necesario para fundamentar las medidas concretas de adaptación al cambio climático en la ciudad de Loja.

En su expresión final, el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático (IVCC) queda definido como el “grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación”.

Partiendo de estos estudios, se identificaron cuarenta (40) medidas de adaptación potenciales, de las cuales se priorizaron doce. Esta selección se realizó con base en la relevancia y urgencia otorgadas por los participantes en los talleres de priorización celebrados en Loja en junio de 2019.

Para la caracterización detallada de dichas medidas, se aplicó un análisis FODA en talleres de trabajo grupal, donde participó un amplio número de actores locales claves. Así mismo, con el fin de configurar un Plan de Adaptación estructurado y jerarquizado, estas 10 medidas prioritarias fueron analizadas con mayor detalle bajo tres puntos de vista:

- Análisis de la incidencia en el *índice de vulnerabilidad* de cada medida, comprobando su grado de eficacia.
- Estudio del *potencial de financiamiento* de las medidas.
- *Análisis multicriterio*, incorporando variables sociales, económicas, de factibilidad y el lineamiento de cada medida con potenciales programas de financiamiento, así como con los ODS.

El resultado de estos análisis permitió avanzar en su jerarquización y realizar un agrupamiento de las medidas, sumando sinergias entre ellas, en cuatro Programas de Adaptación diferentes.

Resultado final del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la ciudad de Loja

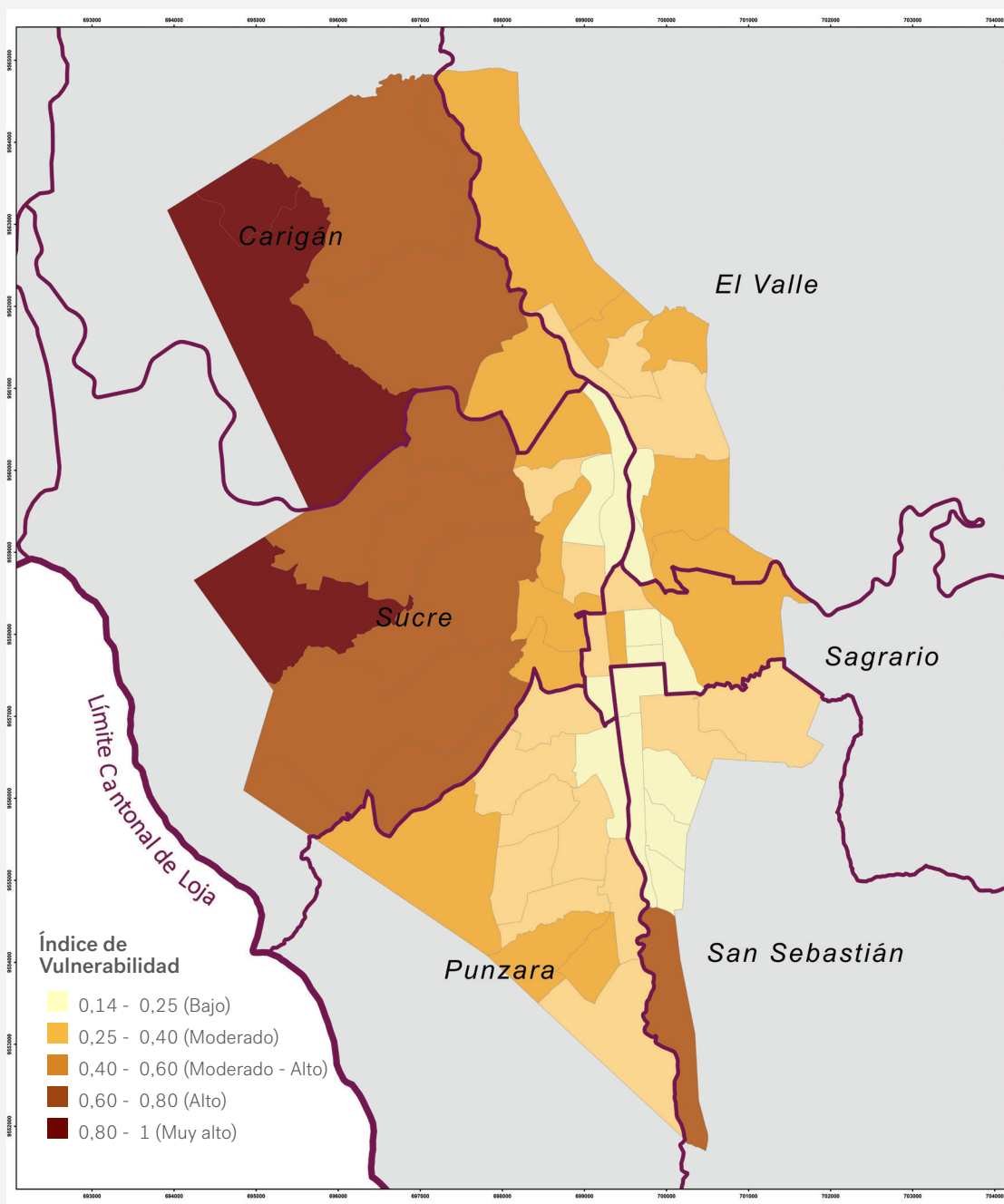
El conjunto de causas de exposición al cambio climático, junto con los factores de sensibilidad y capacidad de adaptación, hicieron posible la elaboración de 42 indicadores a escala barrial. Su integración normalizada permitió obtener finalmente el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la ciudad de Loja. Los resultados revelaron tendencias al aumento del daño esperado para el sector

2 Técnica de reducción de escala o regionalización de las proyecciones de cambio climático. En el *downscaling* estadístico (Wilby et al., 2004; Imbert and Benestad, 2005), los predictandos de alta resolución (las variables de superficie) se obtienen aplicando relaciones previamente identificadas en el clima observado entre estos predictandos y campos predictores de gran escala a las salidas de los GCM.

3 Ribalaygua, J., Torres, L., Pórtoles, J., Monjo, R., Gaitán, E., and Pino, M.R., 2013: Description and validation of a two-step analog/regression downscaling method. *Theoretical and Applied Climatology*. Doi: 10.1007/s00704-013-0836-x. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00704-013-0836-x>.

occidental de la ciudad, principalmente para las parroquias Sucre, Carigán y Bolonia. Los incrementos medios del nivel de daño futuro esperado oscilan en torno al 30 % respecto a la situación actual. Es decir, este es el incremento esperado en la probabilidad de afectación de personas y sus medios de vida como consecuencia de la influencia del cambio climático futuro en la ocurrencia (intensidad y frecuencia) de eventos hidrometeorológicos peligrosos, respecto a la situación base analizada para la ciudad de Loja.

Figura 5. Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático a escala barrial en la ciudad de Loja



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

A continuación, se presentan los resultados del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático obtenidos a nivel barrial en la ciudad de Loja:

Tabla 1. Resultados del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la ciudad de Loja

Parroquia	Barrio	Vulnerabilidad	Parroquia	Barrio	Vulnerabilidad
CARIGÁN	Pitas	0,42	PUNZARA	Daniel Álvarez	0,30
	Carigán	0,90		Tebaida	0,22
	Zalapa	1,00		San Pedro	0,33
	Sauces Norte	0,68		Isidro Ayora	0,28
	Motupe	0,79		Sol de los Andes	0,27
	La Banda	0,70		El Rosal	0,21
EI SAGRARIO	Perpetuo Socorro	0,21	SAN SEBASTIÁN	Yaguarcuna	0,21
	Santo Domingo	0,14		Pradera	0,24
	24 de Mayo	0,23		Los Geranios	0,14
	Ramón Pinto	0,34		Pucará	0,32
	18 de Noviembre	0,50		Máximo Agustín Rodríguez	0,21
	Barrio Central	0,18		Zamora Huayco	0,32
	Orillas del Zamora	0,57		Capulí	0,63
	Juan de Salinas	0,37		Menfis	0,65
EL VALLE	Santiago Fernández	0,42	SUCRE	Bolonia	0,90
	Las Palmas	0,20		El Pedestal	0,45
	San Cayetano	0,53		Celi Román	0,33
	San Juan del Valle	0,22		San Vicente	0,41
	Jipiro	0,40		Borja	0,69
	La Estancia	0,38		San José	0,22
	La Inmaculada	0,37		Plateado	0,77
	La Paz	0,49		Turunuma	0,43
	Amable María	0,60		Belén	0,66
	Chinguilanchi	0,52		Gran Colombia	0,19

Parroquia	Barrio	Vulnerabilidad	Parroquia	Barrio	Vulnerabilidad
PUNZARA	La Argelia	0,34		Chontacruz	0,80
	Ciudad Alegría	0,42		Tierras Coloradas	0,75
	Héroes del Cenepa	0,42		Miraflores	0,42
	San Isidro	0,26		Capulí Loma	0,64
	Juan José Castillo	0,33		Alborada	0,62
	Colinas Lojanas	0,55		Obrapía	0,65
	Santa Teresita	0,25		Clodoveo	0,40

Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).



3

RESULTADOS
OBTENIDOS

3.1. Información climática

Para la interpretación robusta del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático, es preciso estimar la vulnerabilidad con base en la información climática futura (variables climáticas), teniendo presentes los niveles de incertidumbre de las proyecciones climáticas asociadas a eventos extremos.

3.1.1. Análisis climático histórico

El análisis climático y los índices climáticos (tendencias) fueron determinados con base en la información de ocho estaciones meteorológicas automáticas instaladas alrededor de la ciudad de Loja.

Para caracterizar el clima de la ciudad, se utilizó la metodología FIC de *downscaling* estadístico, empleando como campos predictores los campos sinópticos provenientes del reanálisis “ERA-Interim” y “MPI-ESA” (Pistotnik et al., 2016), lo cual permitió alargar y completar la información diaria de todas las estaciones respecto al periodo 1979-2017. Adicionalmente, se aplicó un control de calidad a las series de datos obtenidos para eliminar valores atípicos. Respecto a la temperatura (Tmin y Tmax) se realizó un análisis de homogeneidad y se estableció un rango confiable de los valores, aplicando cuatro (4) desviaciones estándar (Hubbard et al., 2005; Rollenbeck et al., 2015).

Figura 6. Estaciones meteorológicas en el valle de la ciudad de Loja

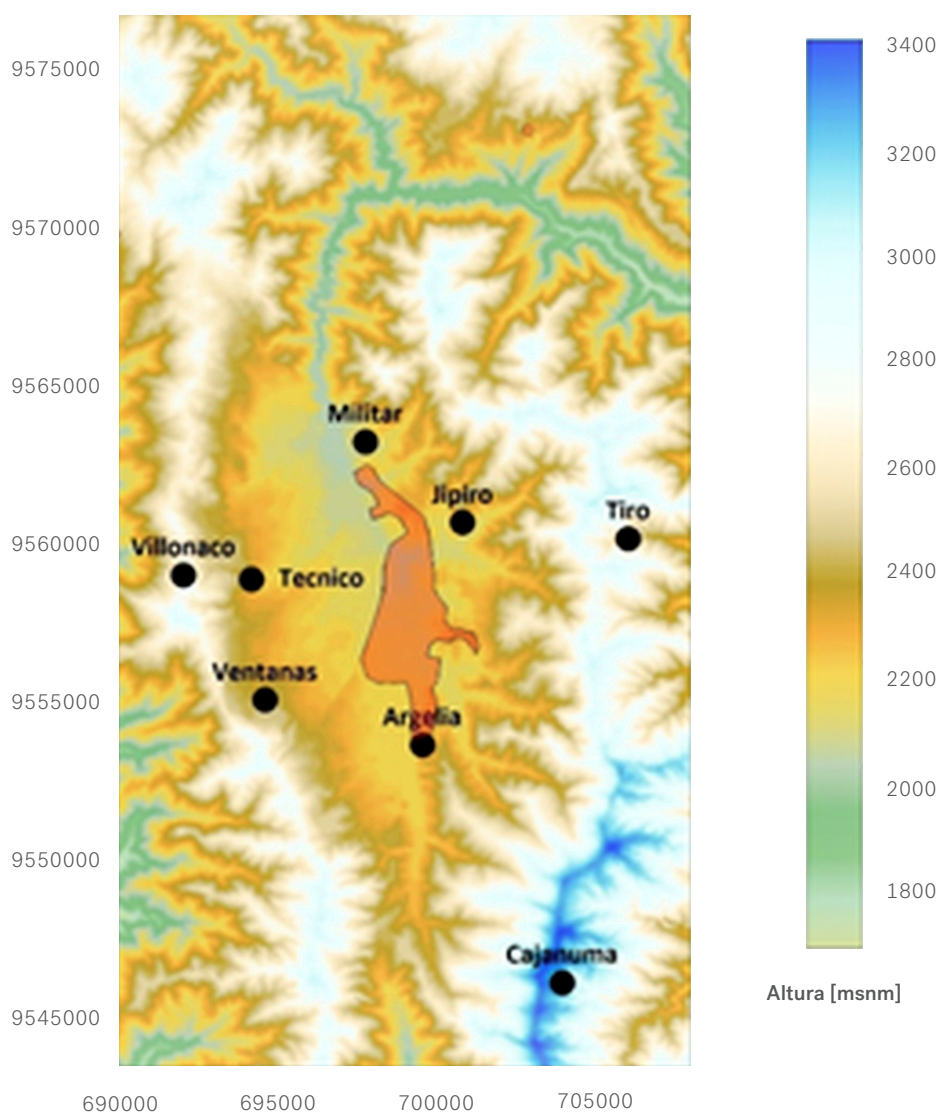


Tabla 2. Listado de estaciones meteorológicas

Estación	Altura	Periodo de datos	Operador
Militar	2033	2011-2017	UTPL
Argelia	2160	1965-2017	INAMHI
Jipiro	2218	2011-2017	UTPL
Técnico	2377	2011-2017	UTPL
Ventanas	2816	2011-2017	UTPL
Villonaco	2952	2011-2017	UTPL
Tiro	2850	1998-2016	DFG
Cajanuma	3410	1998-2015	DFG

Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL.

3.1.2. Proyecciones futuras

Se analizaron 10 modelos climáticos para dos escenarios de emisiones RCP 4,5 y RCP 8,5. La combinación de modelos utilizados y escenarios disponibles para cada uno de ellos ofrece un abanico de posibilidades compuesto por 20 evoluciones de clima futuro que predice variaciones de temperatura y precipitación en sus valores máximos, mínimos y medios.

Los Modelos Climáticos más utilizados por los distintos centros de investigación son los Modelos de Sistema Terrestre (MST – en inglés, *Earth System Model, ESM*). Estos modelos consideran un conjunto de ecuaciones que describen los procesos que tienen lugar dentro y entre la atmósfera, el océano, la criosfera y la biosfera marina y terrestre.

Tabla 3. Listado de modelos climáticos

Modelo climático	Resolución espacial	Centro de investigación	Referencias
GFDL-ESM2M	2°x2,5° daily	National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), EE. UU.	Dunne <i>et al.</i> (2012)
CanESM2	2,8°x2,8° daily	Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis (CC-CMA), Canadá	Chylek <i>et al.</i> (2011)
CNRM-CM5	1,4°x1,4° daily	CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques), Météo-France, Francia	Volodire <i>et al.</i> (2013)
BCC-CSM1-1	1,4°x1,4° daily	Beijing Climate Center (BCC), China Meteorological Administration, China	Xiao-Ge <i>et al.</i> (2013)
HADGEM2-CC	1,87°x1,25° daily	Met Office Hadley Center, Reino Unido	Collins <i>et al.</i> (2008)
MIROC-ESM-CHEM	2,8°x2,8° daily	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Atmosphere and Ocean Research Institute (AORI), and National Institute for Environmental Studies (NIES), Japón	Watanabe <i>et al.</i> (2011)
MPI-ESM-MR	1,8°x1,8° daily	Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M), Alemania	Raddatz <i>et al.</i> (2007)
MRI-CGCM3	1,2°x1,2° daily	Meteorological Research Institute (MRI), Japón	Yukimoto <i>et al.</i> (2011)
NorESM1-M	2,5°x1,9° daily	Norwegian Climate Centre (NCC), Noruega	Bentsen <i>et al.</i> (2012);

Fuente: FIC, 2019.

Con base en estas proyecciones, podemos contar con tres tipos de escenarios, dos de ellos en función de la temperatura de referencia (máxima y mínima) y un tercer escenario de precipitación:

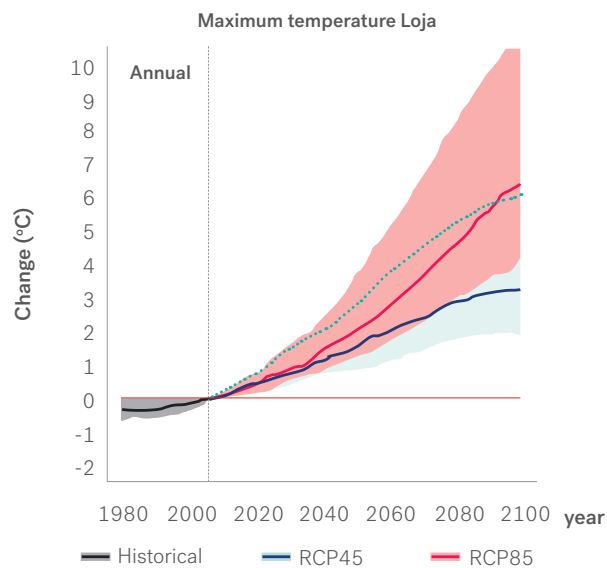
Escenarios de temperatura máxima

Los escenarios de clima futuro muestran un ascenso progresivo de las temperaturas máximas a lo largo de todo el siglo XXI. Los valores anuales medios esperados, considerando toda la región en conjunto, varían entre 3,1 °C (RCP 4,5) y 6,5 °C (RCP 8,5). (Figura 7. Gráfico anual de incrementos esperados de temperatura máxima).

Si se analizan los resultados por épocas del año, se observa que, para el periodo más lluvioso (de diciembre a mayo), se esperan ascensos de temperatura máxima menos acusados que aquellos esperados para los meses donde la precipitación es más leve (de junio a noviembre).

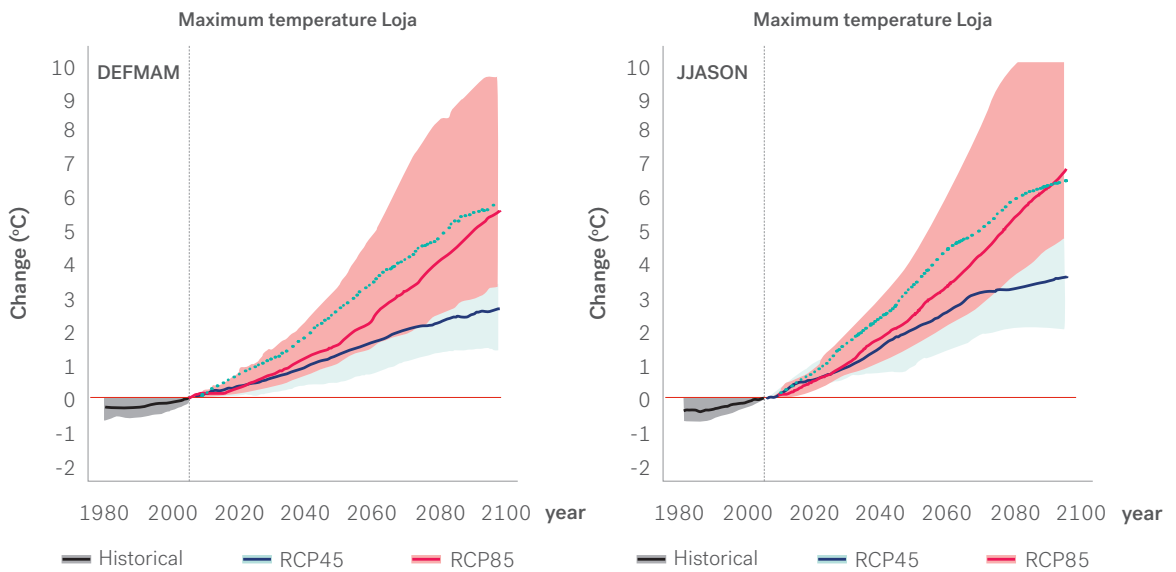
Incrementos anuales esperados de la temperatura máxima para el siglo XXI, representados como medias móviles de 30 años, según los RCP analizados (4,5 y 8,5) con respecto al promedio del periodo 1971-2000 (tomado como referencia). La línea discontinua marca el fin del experimento *Historical* y el comienzo de los RCP. Las áreas sombreadas muestran los resultados de las simulaciones de todos los modelos sobre todos los observatorios. Las líneas continuas muestran la mediana de todos los valores; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Figura 7. Gráfico anual de incrementos esperados de temperatura máxima



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

Figura 8. Incrementos esperados de la temperatura máxima para el siglo XXI



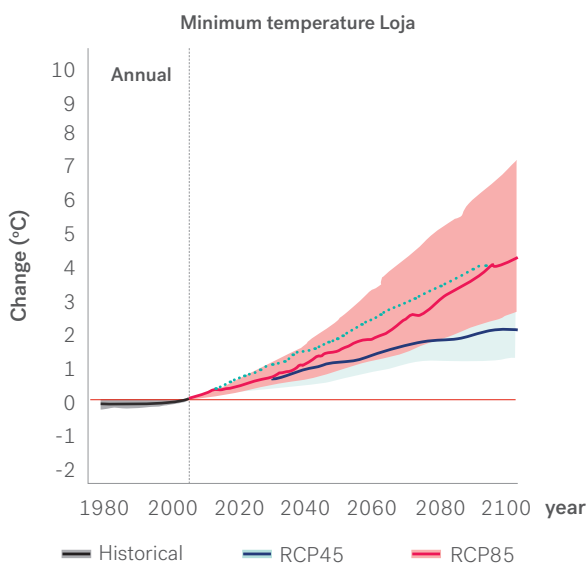
Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

Incrementos esperados de la temperatura máxima para el siglo XXI durante los meses de diciembre a mayo (izquierda) y de junio a noviembre (derecha), representados como medias móviles de 30 años, según los RCP analizados (4,5 y 8,5) con respecto al promedio del periodo 1971-2000 (tomado como referencia). La línea discontinua marca el fin del experimento Historical y el comienzo de los RCP. Las líneas continuas muestran la mediana de todos los valores; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Escenarios de temperatura mínima

En el caso de la temperatura mínima, se aprecia una tendencia similar a la que se obtuvo en la simulación de la temperatura máxima, pero con incrementos menos acusados. Los valores anuales medios esperados, considerando toda la región en conjunto, varían entre 2 °C (RCP 4,5) y 4 °C (RCP 8,5).

Figura 9. Incrementos anuales esperados de la temperatura mínima para el siglo XXI



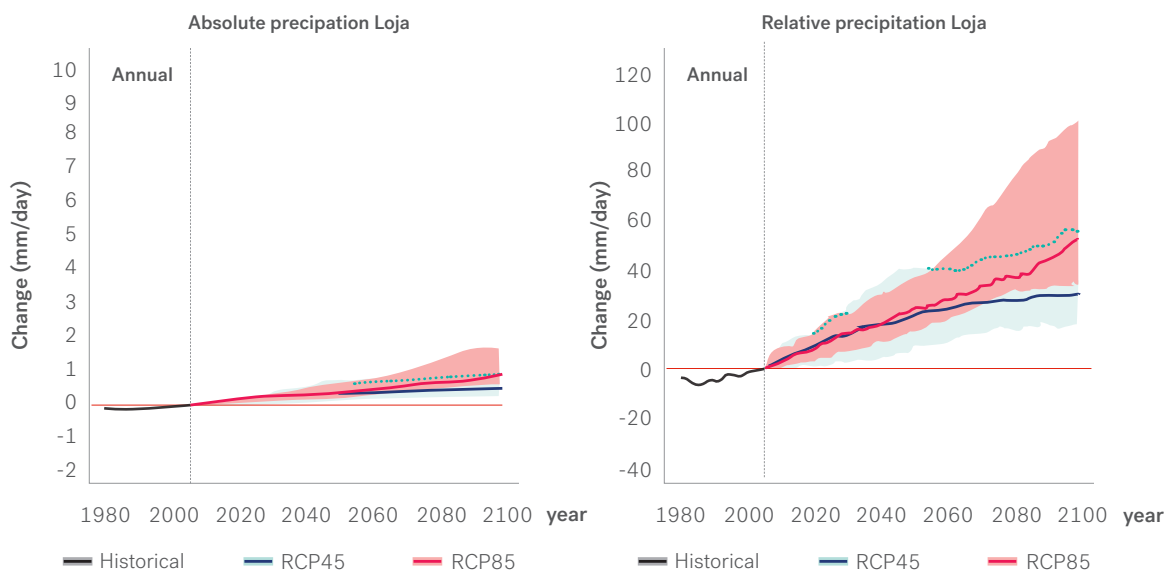
Incrementos anuales esperados de la temperatura mínima para el siglo XXI, representados como medias móviles de 30 años, según los RCP analizados (4,5 y 8,5) con respecto al promedio del periodo 1971-2000 (tomado como referencia). La línea discontinua marca el fin del experimento Historical y el comienzo de los RCP. Las líneas continuas muestran la mediana de todos los valores; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Fuente: Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

Escenarios de precipitación

Como se puede apreciar en la siguiente figura, se espera que la precipitación anual media diaria ascienda entre un 30 y un 55 %, según los RCP 4,5 y 8,5, respectivamente. Estos incrementos de precipitación suponen una variación de entorno a 1 mm/día. En la época más lluviosa del año, este incremento supone un cambio relativo de entre 20 y 40 %, mientras que, para la época menos lluviosa, la misma variación absoluta supondrá una variación en términos relativos de entre 60 y 80 %.

Figura 10. Incrementos anuales esperados



Fuente: Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

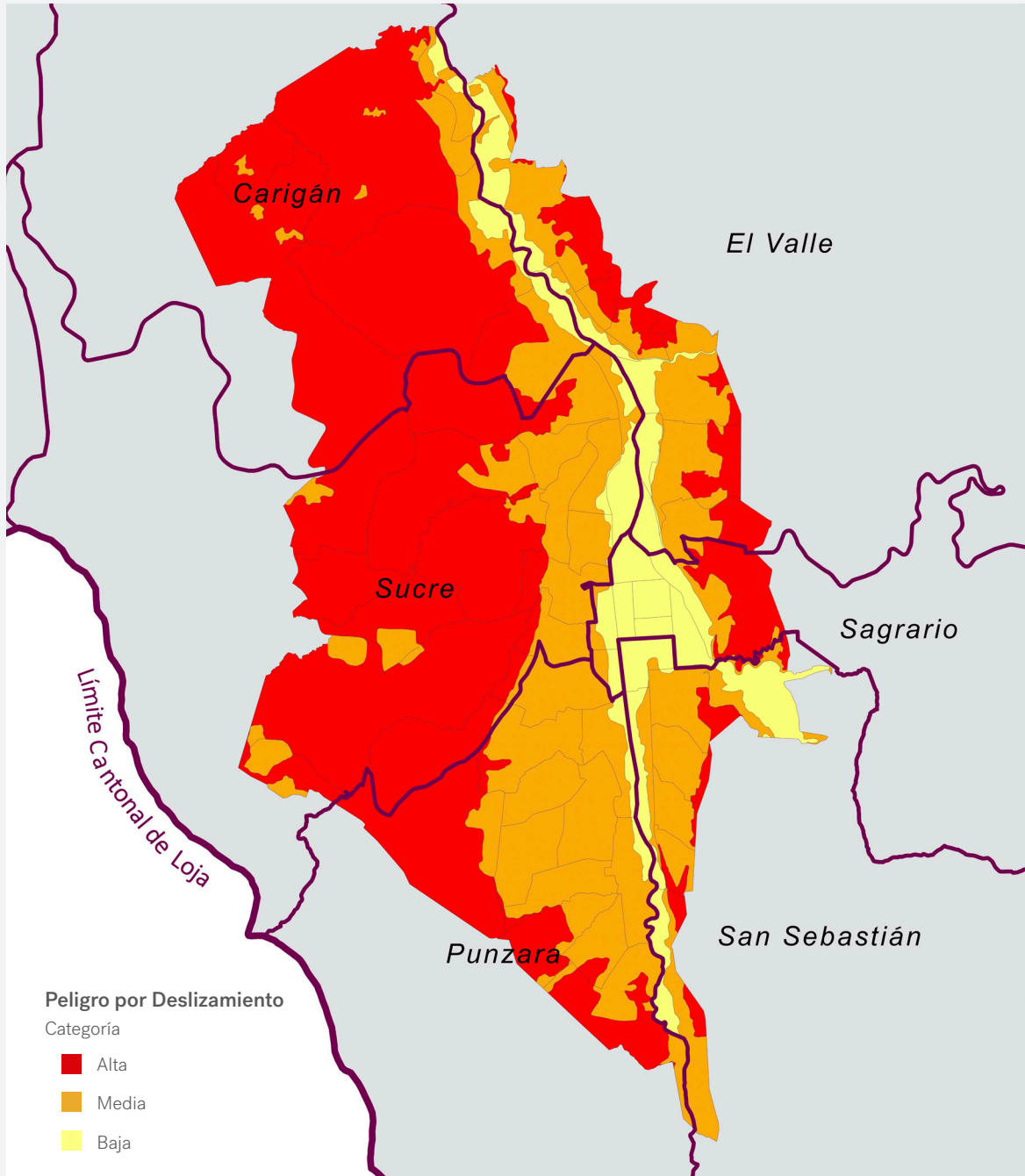
Incrementos absolutos anuales esperados para la precipitación durante la época húmeda para el siglo XXI, representados como medias móviles de 30 años, según los RCP analizados (4,5 y 8,5) con respecto al promedio del periodo 1971-2000 (tomado como referencia). La línea discontinua marca el fin del experimento Historical y el comienzo de los RCP. Las líneas muestran la mediana de todos los valores.

3.2. Amenazas analizadas

Con base en el criterio experto y en la información recabada sobre la percepción de amenazas en los talleres de socialización, se seleccionaron y analizaron las principales amenazas climáticas en la ciudad de Loja:

3.2.1. Amenaza por deslizamiento de tierras

Figura 11. Mapa de amenaza por movimientos en masa en el área urbana de Loja



Además, más de 6 km de red vial principal están expuestos a altos niveles de peligrosidad por deslizamientos dentro de los límites de la ciudad, junto con más de 166 km de la red vial cantonal.

Entre las instalaciones sociales e infraestructura crítica de la ciudad, ubicadas en áreas de amenaza alta, destaca la presencia de la central eléctrica y torres de comunicación, junto con varios albergues y cuatro centros de salud, entre otros.

Infraestructura expuesta a deslizamientos	Tipo/Unidad	Peligro alto
Red vial principal	Km	6,3
Red vial cantonal	km	166
Central eléctrica	Cantidad	1
Albergues	Cantidad	12
Centro de salud	Cantidad	4
Centro de educación	Cantidad	2
Estanques de agua	Cantidad	3
Puentes (paso de agua)	Cantidad	1
Torres de comunicación	Cantidad	2

Breve descripción de la amenaza

A partir de los análisis de susceptibilidad y de frecuencia y magnitud de los eventos conocidos, se ha elaborado el mapa de amenaza de la zona urbana de Loja. El mapa obtenido delimita tres clases:

- **Amenaza alta.** Zona de construcción NO recomendada e intervención inmediata y prioritaria.
- **Amenaza media.** Zona de alta restricción.
- **Amenaza baja.** Zona de baja restricción y sensibilización.

La amenaza alta se concentra principalmente en la mitad oeste de la zona urbana de Loja, siendo los barrios de Sucre y Carigán los más afectados en extensión (casi su totalidad) y en menor proporción el barrio de Punzara. Dichas áreas están habitadas por más de 50.000 personas en más de 12.000 hogares.

La amenaza media se concentra en la franja central de la zona urbana de Loja. Prácticamente la totalidad de su extensión corresponde a zona ya urbanizada de la ciudad de Loja. Las áreas de peligro medio abarcan una población de casi 85.000 personas y más de 22.220 hogares.

La amenaza baja corresponde principalmente a las áreas próximas al cauce de los ríos Zamora y Malacatos, así como la extensa llanura que se forma entre ambos. Actualmente, toda esta zona está ocupada con elevada densidad, en la que residen más de 35.000 personas y casi 10.000 hogares.

Las proyecciones climáticas obtenidas indican aumentos de la precipitación que, en el escenario más negativo, serían del 110 % a finales de siglo XXI. Es de esperar un aumento de la frecuencia de ocurrencia de deslizamientos y, por tanto, de la amenaza.

Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

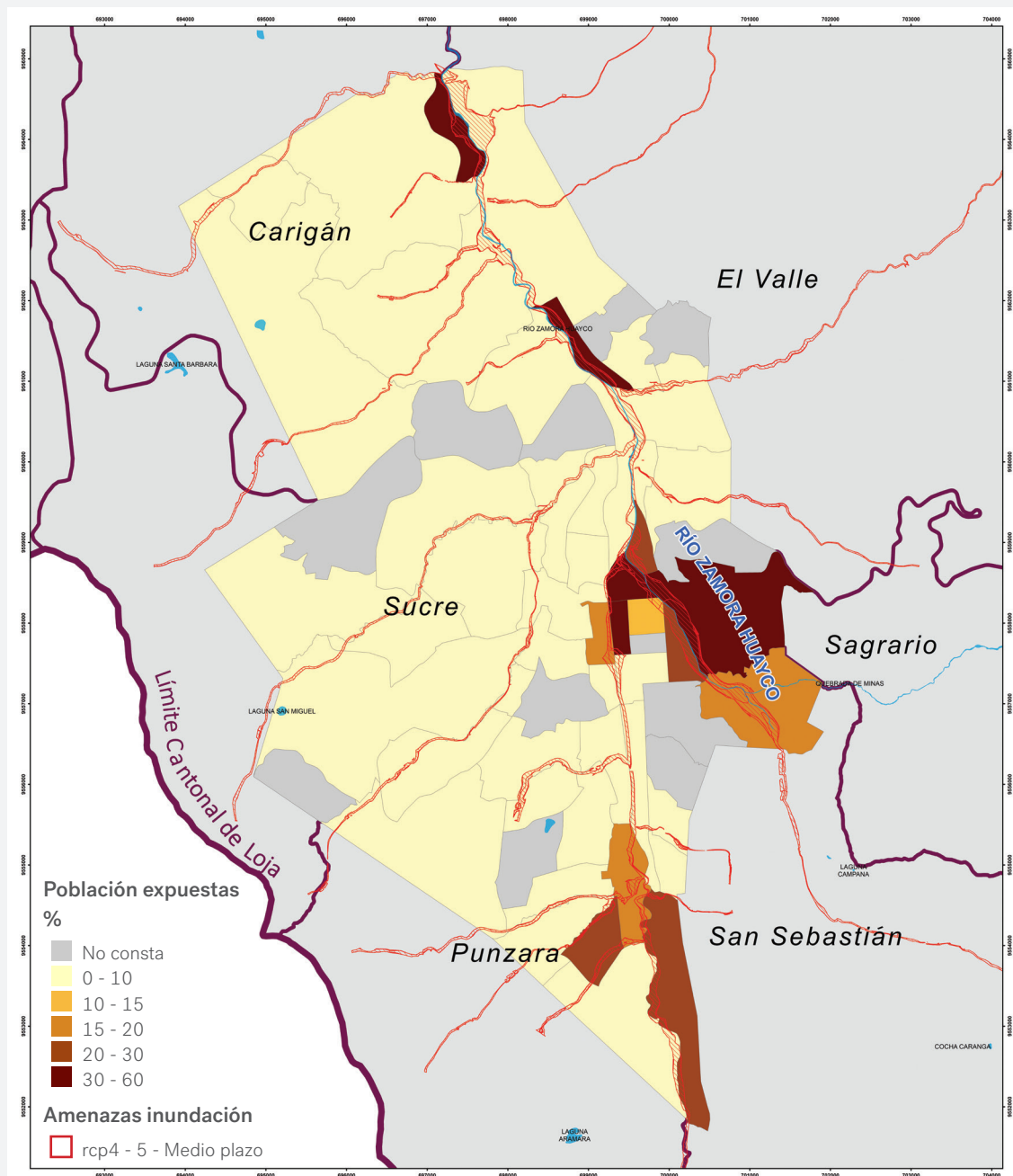
3.2.2. Amenaza por inundaciones fluviales

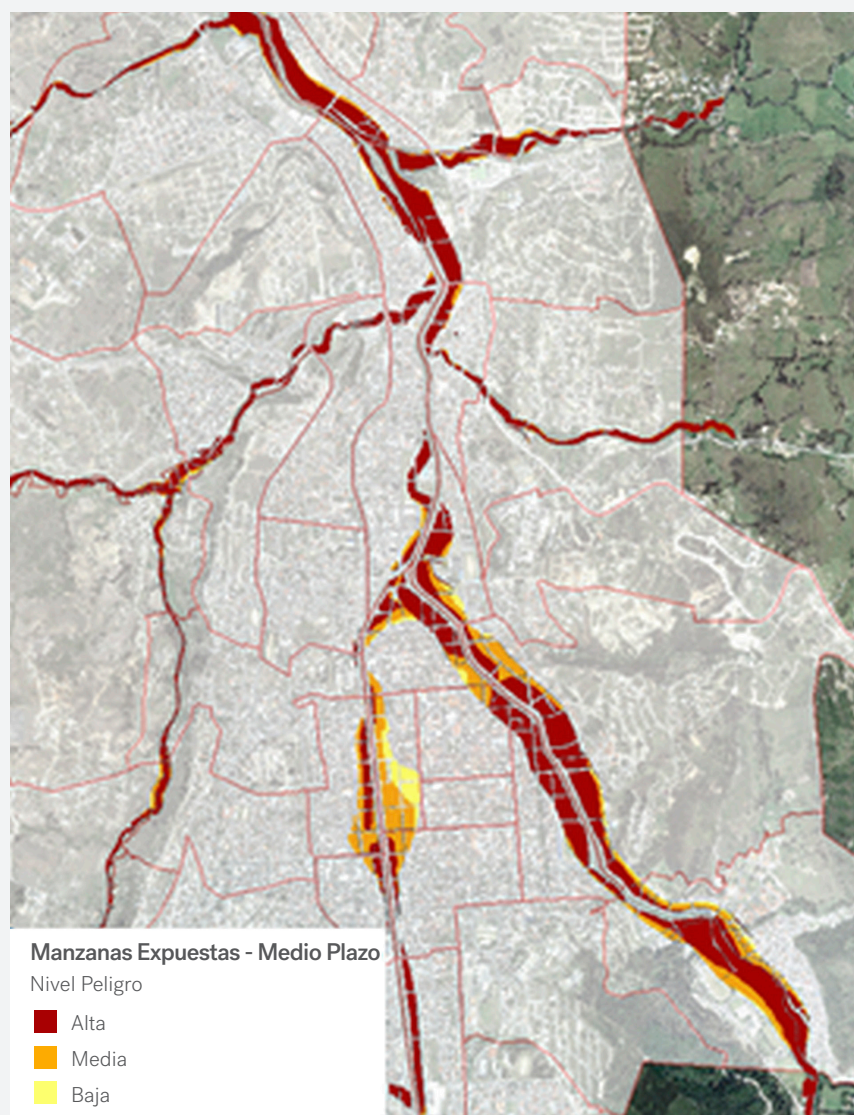
El nivel de amenaza de inundaciones fluviales en la ciudad de Loja se ha evaluado de acuerdo con las normas de la Agencia Catalana del Agua, la cual clasifica tres niveles de amenaza de inundación: bajo, moderado y elevado. Según este criterio de evaluación, y tomando los datos de velocidad y profundidad de la lámina de agua (calado) obtenidos en la modelación hidráulica, se tiene el mapa de amenaza para la ciudad de Loja en un periodo de retorno de 100 años para la condición a corto, medio y largo plazo.

De acuerdo con la mancha de inundación generada, las zonas más afectadas son los barrios que se encuentran ubicados en la margen del río Zamora y en las desembocaduras de las quebradas y ríos que llegan a este. Se hace evidente que las secciones transversales de las corrientes en los sitios de estudio no son adecuadas para contener los eventos de creciete y requiere medidas de mitigación para el control de procesos de inundación.

Aproximadamente, 7.300 personas y casi 2.000 hogares se encuentran ubicados en áreas amenazadas por inundaciones en el escenario más favorable (en el corto plazo). Para el medio plazo, se pronostica el escenario más desfavorable; casi 10.500 personas y más de 2.800 hogares estarían ubicados en áreas con peligro de inundación (escenario más desfavorable). Finalmente, en el largo plazo, se presenta la situación intermedia, con aproximadamente 8.700 personas expuestas y más de 2.300 hogares.

Figura 12. Porcentaje de personas expuestas a inundaciones





Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

El indicador de exposición poblacional frente a la ocurrencia de eventos de inundaciones se ha obtenido a través del porcentaje de personas ubicadas en áreas con amenaza por inundaciones fluviales respecto a la población total a escala barrial. En esta figura, se muestran los resultados más desfavorables, previstos en el medio plazo (2040-2070) para aguaceros con un periodo de retorno de 100 años y según el escenario climático RCP 4,5. A continuación, se muestran los resultados finales por categoría de peligro y horizonte temporal.

Tabla 4. Valores de exposición poblacional frente a inundaciones

Periodo	Nivel de peligro	Población expuesta	Hogares expuestos	Superficie expuesta (ha)
Corto plazo	Bajo	488	129	7,5
	Medio	2.431	659	45,7
	Alto	4.434	1.203	137
Medio plazo	Bajo	764	208	7,6
	Medio	3.226	872	40
	Alto	6.475	1.741	194
Largo plazo	Bajo	537	142	6,55
	Medio	3.064	842	44,02
	Alto	5.183	1.391	162,06

Fuente: FIC, 2019.

Además de ello, un total de 34 km de la red vial cantonal se encuentran ubicados sobre áreas expuestas a inundaciones en el escenario de inundación más desfavorable, de los cuales más de 24 km se encuentran sobre áreas de peligrosidad alta por inundación, y más de 8 km sobre áreas de exposición media. Las áreas inundables en la ciudad de Loja recorren una importante superficie densamente habitada, sobre todo, a su paso por los barrios Ramón Pinto, 18 de noviembre, Zamora Huayco, Orillas del Zamora, Gran Colombia, La Inmaculada o Sauces Norte. A su paso por el Barrio Central y el 18 de Noviembre, tiene posible incidencia sobre el área de respeto del Centro Histórico Arqueológico de la ciudad. Así mismo, destaca la presencia de siete instalaciones educacionales de la ciudad, seis centros de salud y dos albergues.

Figura 13. Detalle de las riberas del río Zamora Huayco a su paso por la ciudad de Loja



Fuente: FIC, 2019.

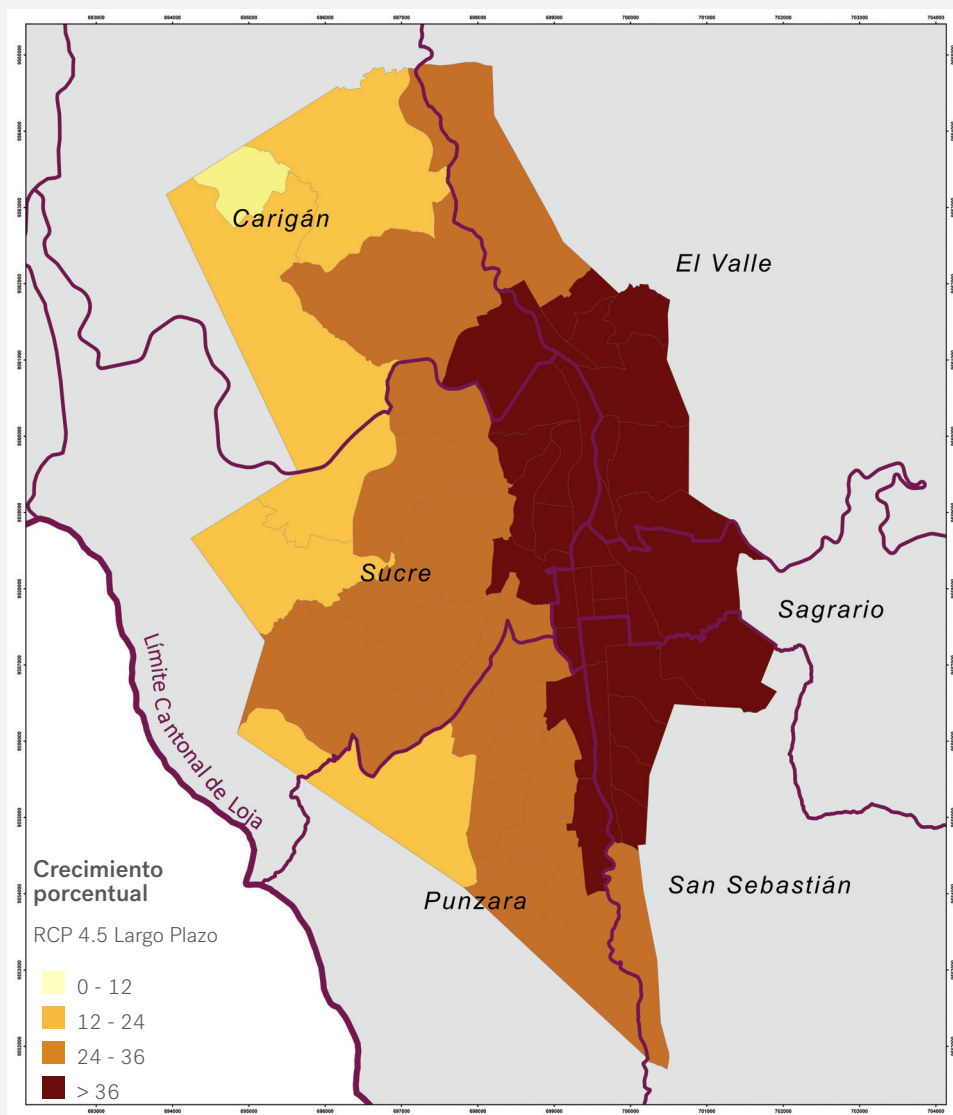
3.2.3. Amenaza por aumento de precipitaciones extremas

Los escenarios de cambio climático pronostican un incremento de días con precipitaciones extremas, lo que puede incrementar las emergencias en el ámbito urbano por aumento de escorrentías.

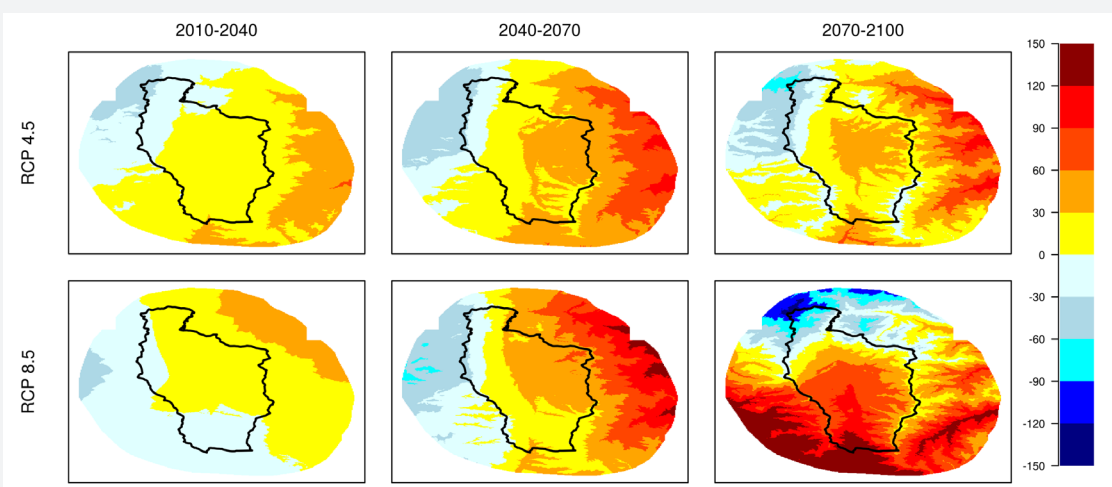
Se han obtenido los valores medios de incremento de días de lluvia para cada uno de los modelos climáticos utilizados y para cada uno de los RCP. La amenaza se ha calculado a partir del valor medio de los modelos para el RCP 4,5 para el periodo 2071-2100. Los valores obtenidos para los puntos donde se ubican las estaciones meteorológicas se han interpolado al resto de la ciudad, teniendo en cuenta la altitud y ubicación geográfica, utilizando para ello un ajuste polinomial. Los valores de crecimiento porcentual de los días con precipitación extrema obtenidos para Loja oscilan entre 0 y 47 puntos.

El crecimiento porcentual de los días con precipitación extrema tendrá una marcada tendencia oeste-este, siendo los valores mayores de 47 % para los barrios del centro y extremo este de la ciudad. Dichos valores se presentan más moderados para los barrios de transición hacia las áreas rurales. En estas últimas, los modelos pronostican mayor estabilidad, alcanzando mínimos cambios para el barrio de Zalapa, seguido de Carigán, Bolonia o Tierras Coloradas.

Figura 14. Amenaza climática por aumento de días con precipitación extrema



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).



La figura anterior muestra los resultados regionales (cabecera cantonal) del incremento porcentual de días con precipitación extrema para cada RCP analizado y para cada horizonte temporal.

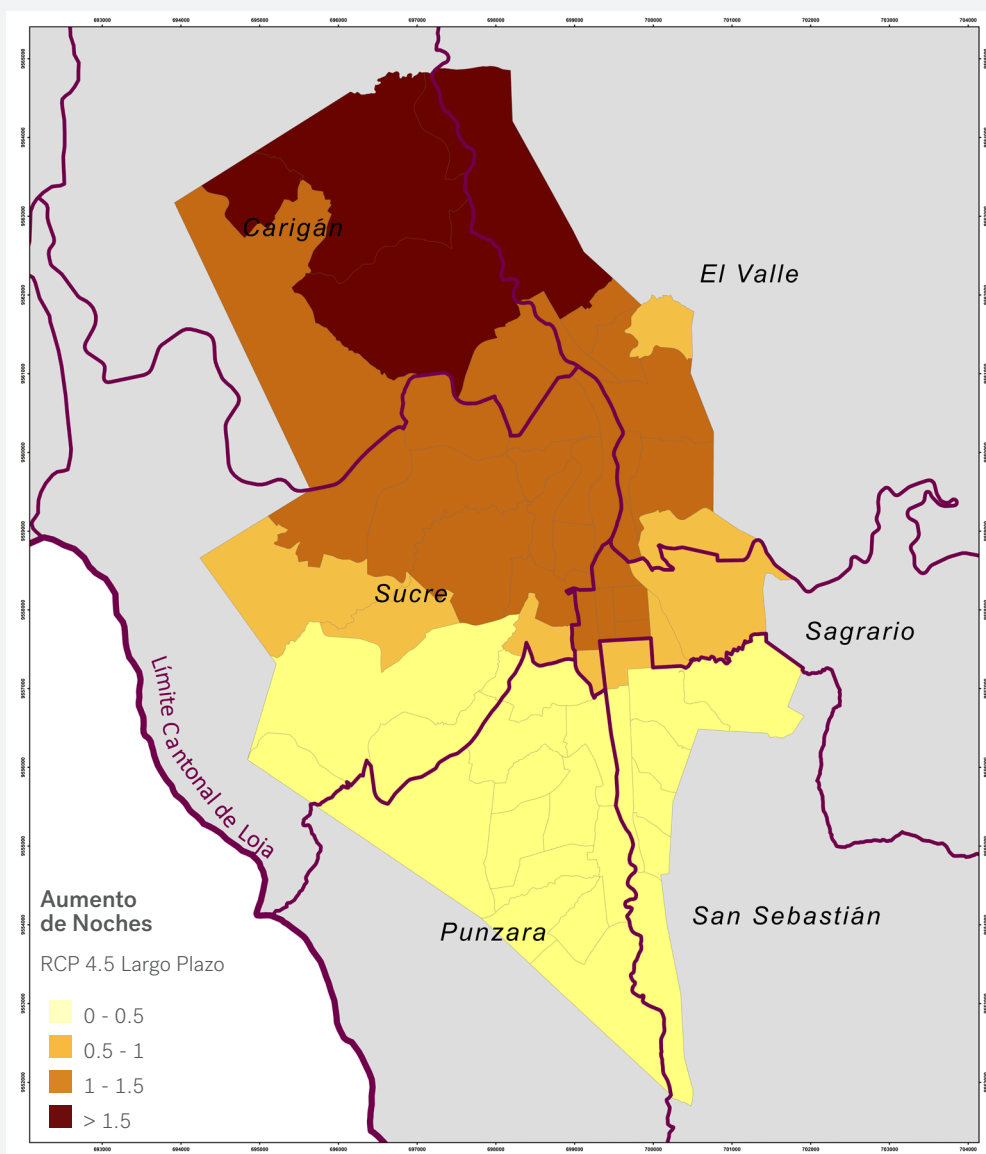
3.2.4. Amenaza por aumento de noches tropicales

“Noches tropicales” se consideran aquellas cuyas condiciones de temperatura y humedad pueden provocar problemas para dormir y situaciones de estrés, lo que estaría asociado con posibles impactos en la salud humana. Se utiliza un valor de temperatura de 20 °C para definir una noche calurosa.

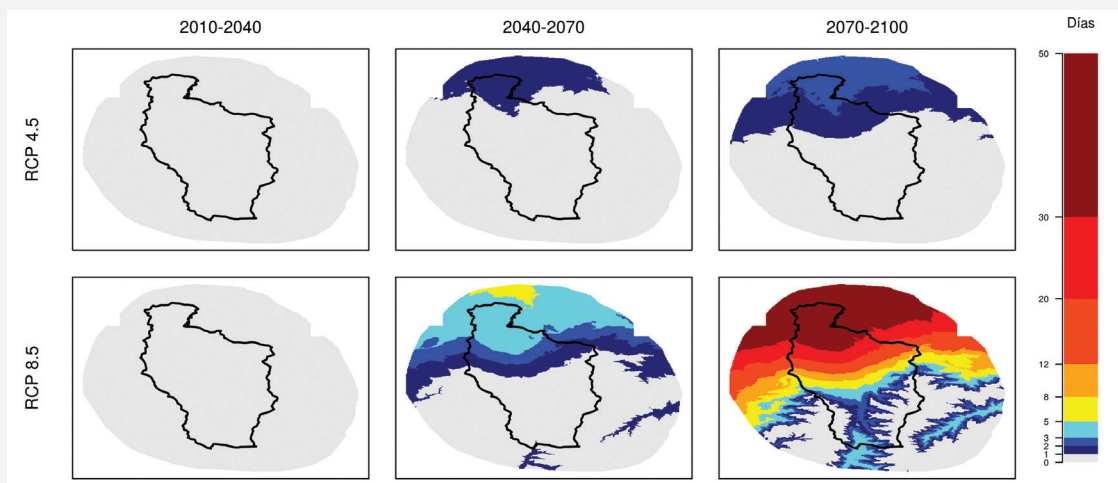
Se han obtenido los valores medios del número de noches cálidas para cada uno de los modelos utilizados y para cada uno de los RCP. El indicador se ha calculado a partir del valor medio de los modelos obtenidos para el RCP 4,5 y para el periodo 2071-2100. Los valores obtenidos para los puntos donde se ubican las estaciones meteorológicas se han interpolado al resto de la ciudad, teniendo en cuenta la altitud y ubicación geográfica, utilizando para ello un ajuste polinomial.

El aumento de noches tropicales para final de siglo presenta una tendencia norte-sur, con valores más altos para los barrios de Zalapa, Motupe, Sauces Norte o Amable María al norte de la ciudad, en los que se pueden alcanzar aumentos de dos noches cálidas. Los valores se hacen sucesivamente más bajos hasta alcanzar mínimos cercanos a cero para Capulí o La Argelia, en el extremo sur de la ciudad.

Figura 15. Amenaza climática por aumento del número de noches tropicales a largo plazo.



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).



La figura anterior muestra los resultados regionales (cabecera cantonal) del aumento en el número de noches tropicales para cada RCP analizado y para cada horizonte temporal.

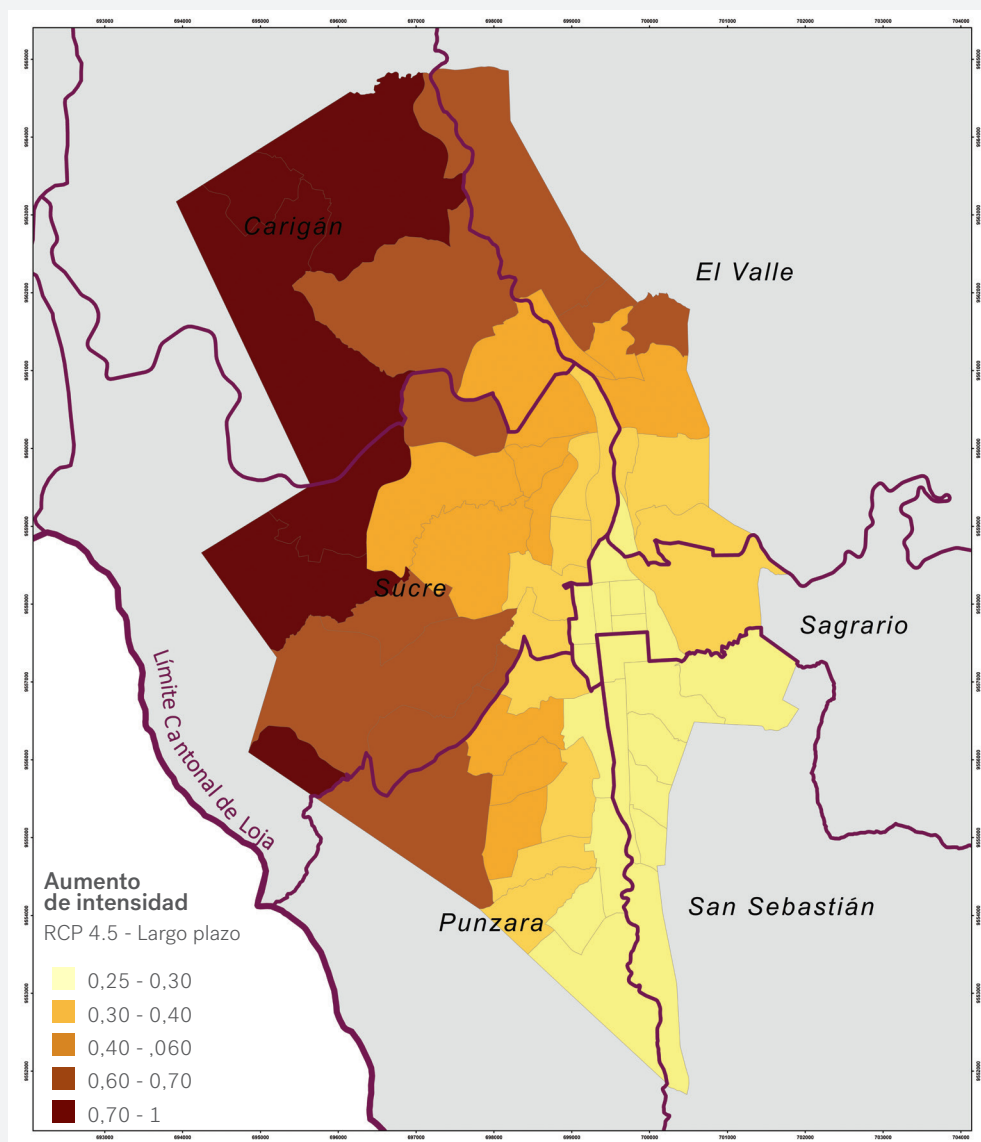
3.2.5. Amenaza por aumento de la intensidad de la ola de calor

El indicador refleja el aumento medio de temperatura de la ola de calor, definida esta como el periodo de tres días consecutivos con temperatura igual o superior al percentil 98 de máxima diaria en el periodo de referencia 1976-2005.

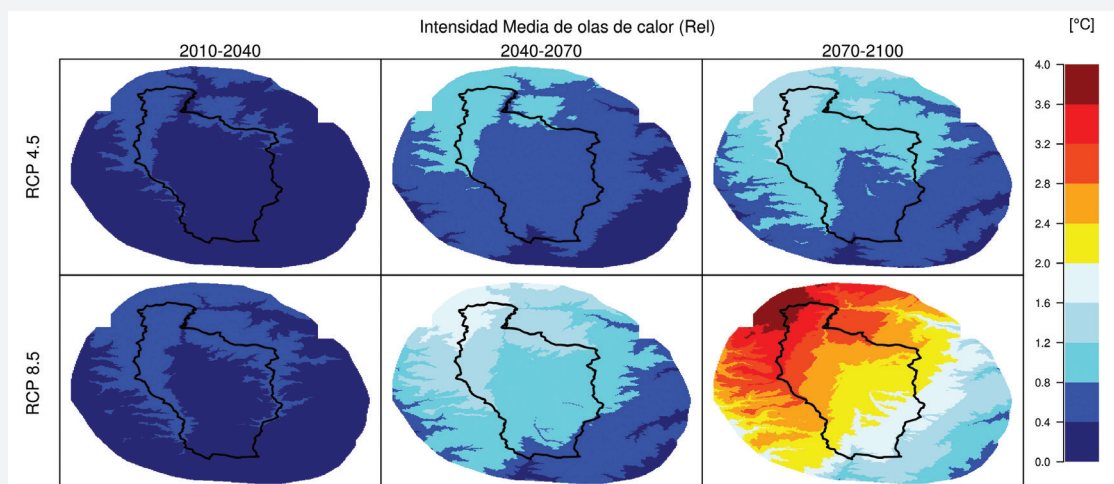
Se han obtenido los valores medios de intensidad de ola de calor para cada uno de los modelos utilizados y para cada uno de los RCP. El indicador se ha calculado a partir del valor medio de los modelos para el RCP 4,5 para el periodo 2071-2100. Los valores obtenidos para los puntos donde se ubican las estaciones meteorológicas se han interpolado al resto de la ciudad, teniendo en cuenta la altitud y ubicación geográfica, utilizando un ajuste polinomial.

El aumento de intensidad de la ola de calor para finales de siglo indica una tendencia sureste-noroeste, con valores de aumento por encima de 1 °C para los barrios del extremo noroeste de Motupe, Zalapa, Carigán, Bolonia o Tierras Coloradas. El aumento de intensidad de la ola de calor tendrá presencia en el conjunto de la ciudad, aunque de manera más moderada para los barrios centrales y del sur, donde los aumentos de temperatura media de la ola de calor rondarán el medio grado.

Figura 16. Amenaza climática por aumento de la intensidad de la ola de calor a largo plazo



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).



La figura anterior muestra los resultados regionales (cabecera cantonal) del aumento en la intensidad (°C) media de la ola de calor para cada RCP analizado y para cada horizonte temporal.

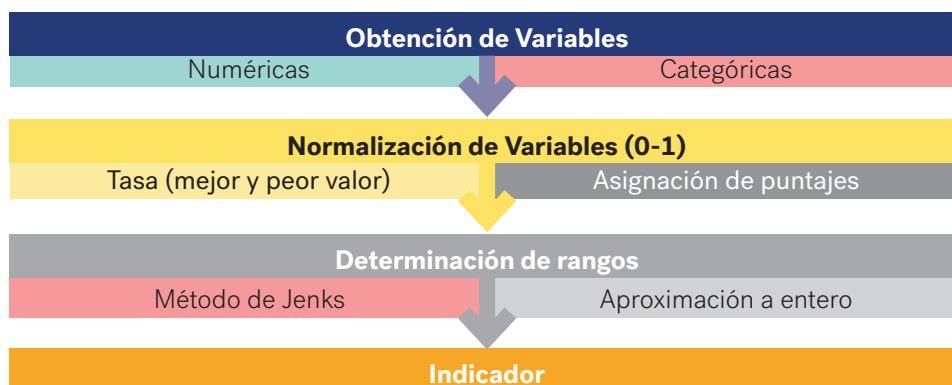
3.3 Indicadores para el cálculo de la vulnerabilidad de Loja

El Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático para la ciudad de Loja integra tres componentes básicos de análisis, según han sido definidos anteriormente: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. Dichos componentes son medidos a través de indicadores cuya elaboración presenta tres fases o etapas principales:

- **Construcción de matrices de vulnerabilidad:** herramienta de identificación y priorización de factores y causas de vulnerabilidad basadas en la percepción de agentes locales entrevistados durante mesas técnicas de trabajo y en la revisión de informes y estudios disponibles de fuentes oficiales. Es el insumo necesario para dimensionar el contexto territorial base.
- **Desarrollo de indicadores:** medida cuantitativa de cada una de las causas asociadas al daño climático previsto.
- **Normalización de resultados:** el proceso de normalización empleado depende del tipo de variable inicial. Las variables numéricas procesadas a través de unidades porcentuales fueron normalizadas en forma de tasas cuyos valores se presentan en un rango constante entre 0 y 1 a través de la siguiente ecuación:

Indicador sensibilidad y exposición: $1 - \frac{\text{Valor observado} - \text{Mejor valor de la serie}}{\text{Peor valor de la serie} - \text{Mejor valor de la serie}}$

Figura 17. Esquema de construcción de indicadores



Fuente: FIC, 2019.

Los indicadores fueron normalizados a escala barrial, y su integración cartográfica permitió:

- **Identificar las zonas urbanas susceptibles** de padecer daños humanos, económicos o ambientales.
- **Analizar y dimensionar las causas** sociales, económicas y ambientales que suponen debilidades frente a las tendencias climáticas observadas.
- **Orientar políticas y actuaciones públicas** por parte de tomadores de decisión para reducir los niveles de impacto previstos y fortalecer las capacidades de ajuste de los sistemas expuestos.
- **Servir como herramienta** base para determinar los retos de vulnerabilidad y las actuaciones más apremiantes en el contexto de adaptación al cambio climático.
- **Fundamentar medidas eficaces**, identificando y priorizando aquellas que sean más eficaces en el fortalecimiento de la capacidad resiliente de la ciudad de Loja frente al cambio climático.

El índice final de vulnerabilidad en la ciudad de Loja se construyó mediante un total de 42 indicadores que informan sobre cada uno de los componentes de la vulnerabilidad en el contexto de cambio climático. El detalle de los indicadores por cada componente de la vulnerabilidad se señala en los siguientes apartados.

3.3.1. Índice de exposición al cambio climático en Loja

La exposición abarca un análisis cuantitativo del conjunto de activos socioeconómicos (población, vivienda, infraestructura e instalaciones sociales) y ambientales que se ubican en áreas expuestas a la ocurrencia de fenómenos adversos derivados del cambio climático. El proceso de obtención de los indicadores de exposición estuvo marcado por tres etapas clave:

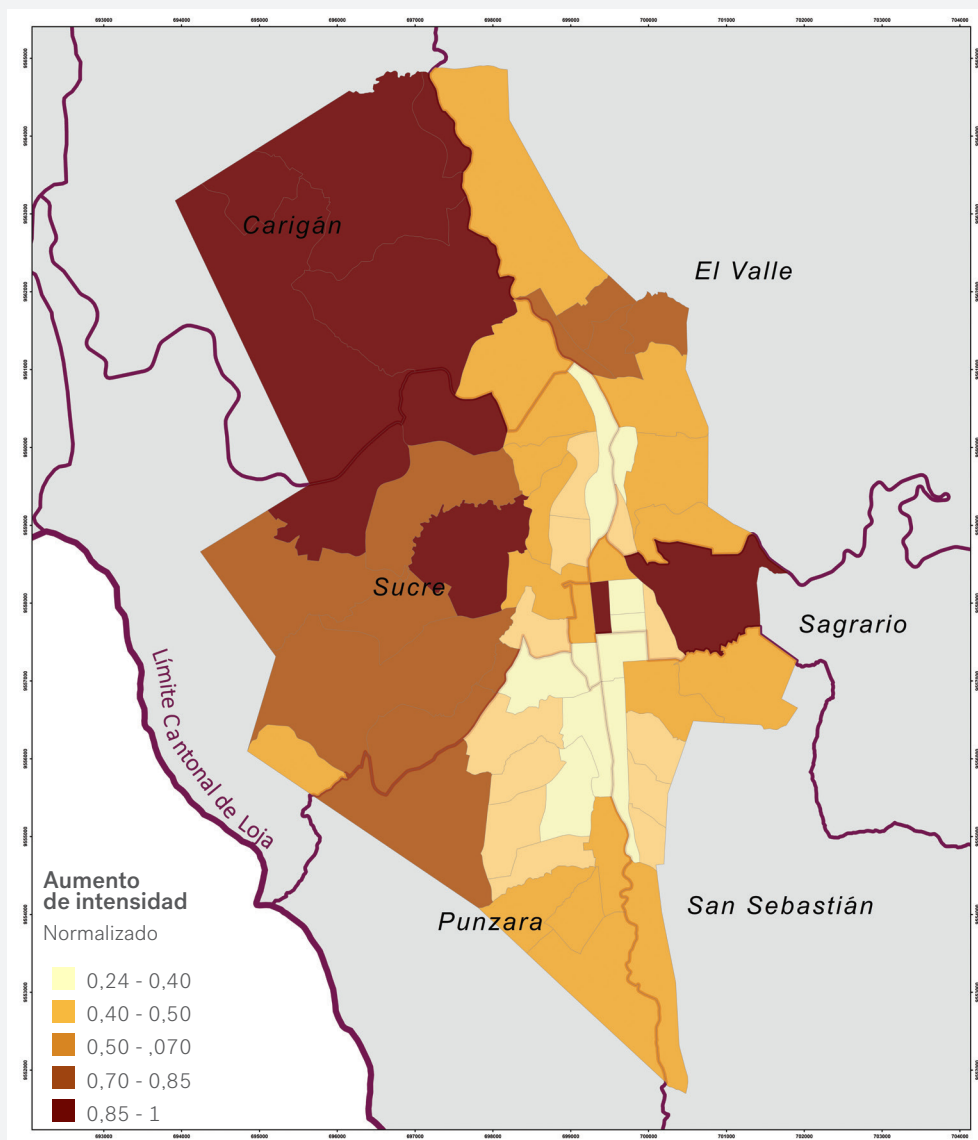
- (i) Análisis de la incidencia del cambio climático en Loja a través de metodologías de downscaling estadístico de alta robustez, validadas con la información meteorológica del INAMHI y con el objetivo de determinar la evolución de las temperaturas, las precipitaciones y la evolución en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos en el contexto de cambio climático. Partiendo de los valores resultantes, se establecieron rangos de importancia para los principales conductores del cambio climático, con el objetivo de obtener los siguientes indicadores de exposición: aumento de precipitaciones extremas, aumento de noches cálidas y aumento en la intensidad de la ola de calor para la ciudad de Loja.
- (ii) Modelado de la amenaza de inundación y deslizamientos en términos de frecuencia y magnitud en el horizonte temporal actual y futuro. Las amenazas fueron proyectadas con base en los principales conductores del cambio climático resultantes del estudio anterior. Así, la amenaza por inundación fue analizada para tres escenarios temporales, corto plazo (desde el momento actual hasta el año 2040), mediano plazo (2040-2070) y largo plazo (2070-2100), con sustento en las previsiones climáticas analizadas.
- (iii) Geoprocesos de superposición en entorno SIG a través de herramientas de intersección cartográfica para obtener los indicadores de exposición sobre la componente socioeconómica. El proceso consistió en extraer y dimensionar el conjunto de activos humanos y materiales ubicados en las áreas de amenaza hidrometeorológica para el corto, medio y largo plazo. Esto permitió derivar finalmente estimadores de exposición basados en porcentajes de personas y hogares expuestos a los diferentes peligros analizados a escala barrial. Así mismo, se obtuvieron indicadores de exposición sobre el conjunto de infraestructura crítica potencialmente expuesta. En este sentido, se consideró la red vial principal y cantonal, instalaciones estatales, educativas, de salud, de recreo o instalaciones sociales y comunitarias, entre otras.
- (iv) Finalmente, se obtuvieron 13 indicadores de exposición frente al cambio climático.

Figura 18. Resumen de indicadores de exposición frente al cambio climático en la ciudad de Loja.



La integración cartográfica del conjunto de indicadores de exposición normalizados se presenta a continuación:

Figura 19. Resultados del Índice de Exposición al Cambio Climático en la ciudad de Loja.



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

El sector noroccidental de la ciudad de Loja presenta mayor exposición al cambio climático. Dicho sector, representado principalmente por los barrios de la parroquia de Carigán, seguidos de los de Sucre, presenta una probabilidad alta de ocurrencia de movimientos en masa. Además, los aumentos de temperatura a finales de siglo serán más notorios, lo que conlleva una previsión en el aumento de eventos meteorológicos extremos por intensificación de olas de calor o noches tropicales.

Los incrementos en eventos de precipitación extrema conducen a incrementos de avenidas y consecuentes inundaciones a mediano y largo plazos para el sector central y adyacentes al río Zamora.

Las amenazas por deslizamientos e inundaciones son confluentes especialmente sobre algunos barrios, dando valores de exposición final altos. En tal situación se encuentra Orillas del Zamora, Ciudad Alegría, La Alborada o Sauces Norte.

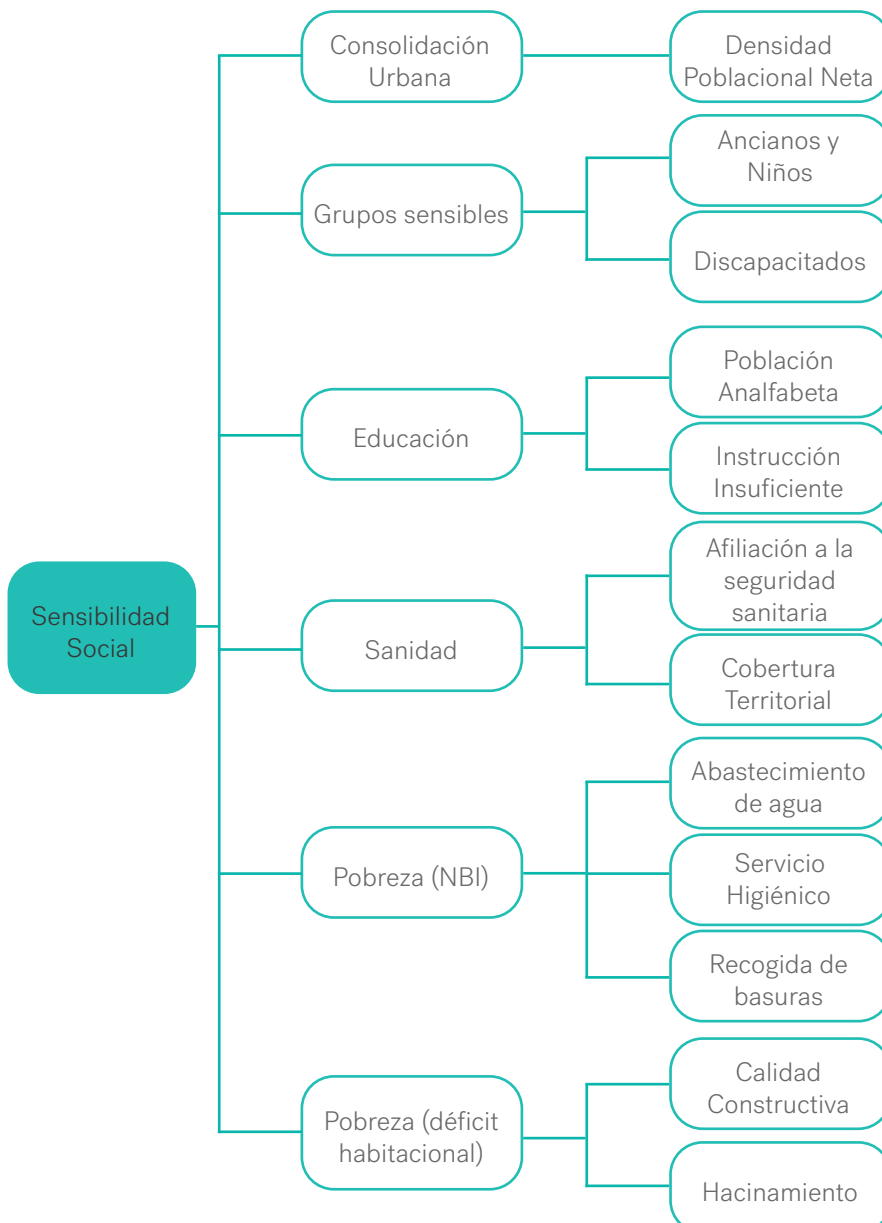
3.3.2. Índice de sensibilidad socioeconómica y ambiental en Loja

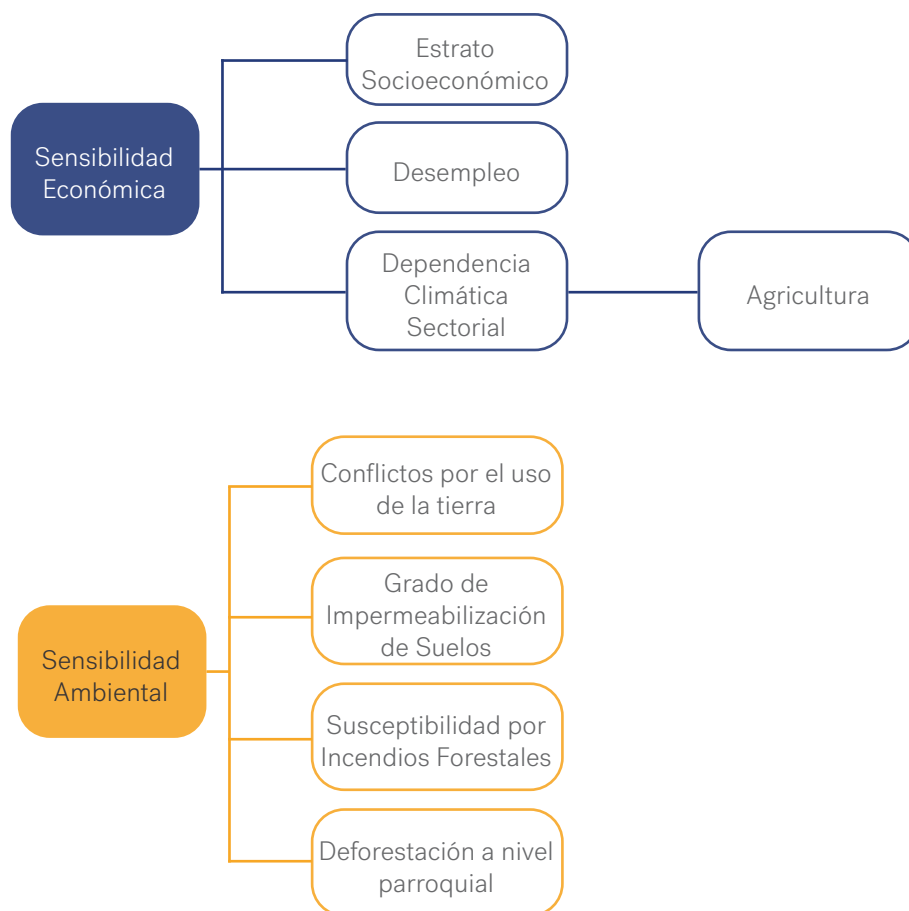
Un total de 19 indicadores han sido seleccionados para evaluar el grado de sensibilidad socioeconómica y ambiental en Loja, teniendo en cuenta para ello factores de consolidación urbana, educación, sanidad, pobreza, debilidades económicas o conflictos derivados del desarrollo poblacional y presión antrópica sobre los recursos y servicios ambientales de la ciudad.

(v) Los indicadores socioeconómicos expresan las características intrínsecas del territorio y del modo de vida de la sociedad lojana, que contribuyen a que un mismo impacto del cambio climático pueda ser sentido con mayor intensidad. Se elaboraron 15 indicadores socioeconómicos a nivel barrial, para los que fue posible encontrar o adaptar la información disponible, principalmente a través del Censo de Población y Vivienda del INEC (2010).

(vi) Los indicadores ambientales pretenden evidenciar aquellos estresores ambientales que conlleven al deterioro de los valores y servicios ambientales de la ciudad, lo que repercute en la calidad de vida de los habitantes lojanos y en las oportunidades de mejora de su modo de vida. La dimensión ambiental del índice de sensibilidad para la ciudad de Loja se derivó de cuatro indicadores, cuya información fue suministrada por la ilustrísima Alcaldía de Loja o derivada de instituciones estatales como el Instituto Espacial Ecuatoriano y la Secretaría Nacional de Gestión del Riesgo.

Figura 20. Resumen de Indicadores de Sensibilidad frente al Cambio Climático en Loja

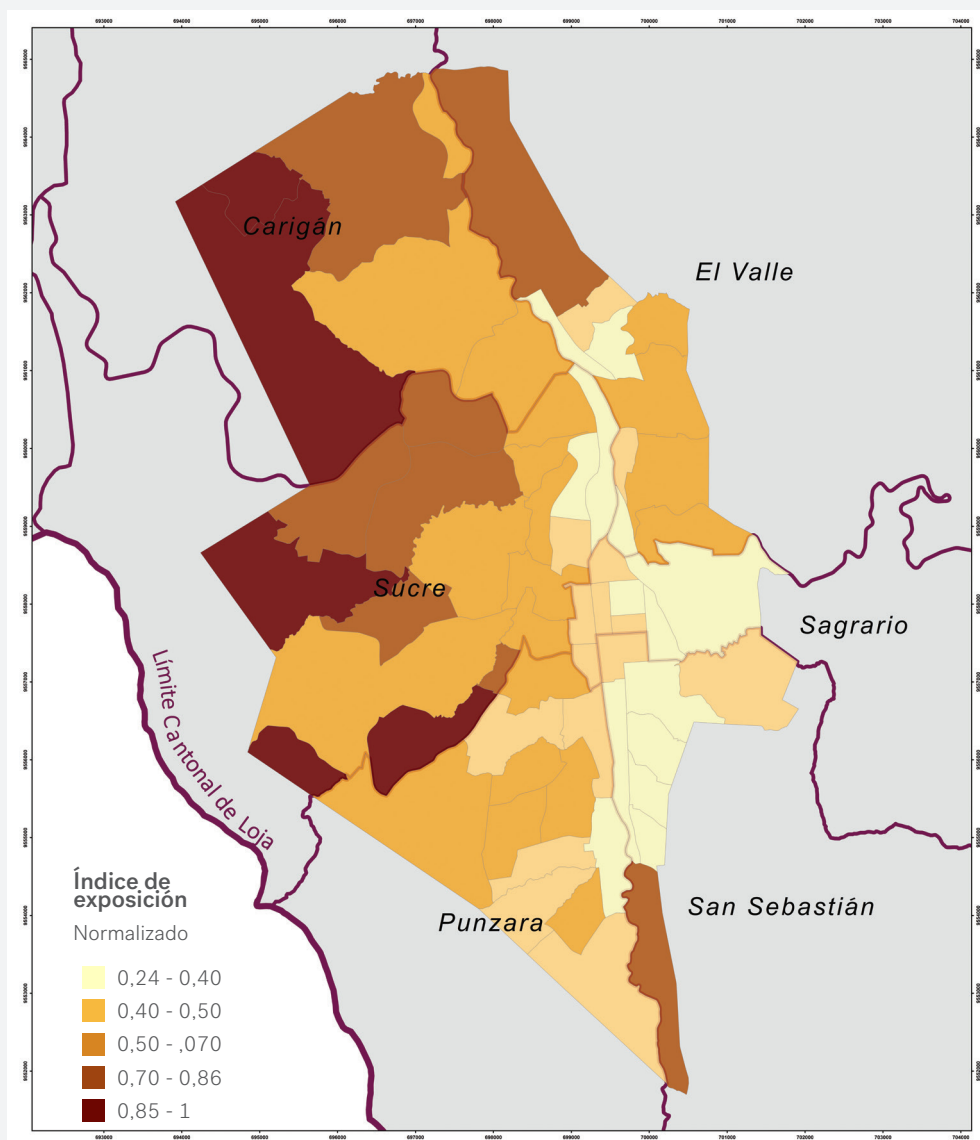




Fuente: FIC, 2019.

La evaluación de sensibilidad en la ciudad de Loja refleja una gran incidencia de las actividades antrópicas sobre los usos de la tierra y fragilidades sociales importantes derivadas de la desigualdad social por pobreza, desempleo o educación; todos ellos factores con incidencia en los impactos probables de las amenazas hidrometeorológicas actuales y futuras sobre el sistema socioeconómico y ambiental de la ciudad.

Figura 21. Resultados del Índice de Sensibilidad al Cambio Climático en la ciudad de Loja



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

Se observa una clara tendencia al aumento de sensibilidad final para los barrios periféricos del costado occidental de la ciudad, con un valor final más alto para Zalapa, seguido de Carigán y ambos situados en la parroquia urbana de Carigán. Estos sectores son altamente sensibles al cambio climático por el hecho de disponer de menor número de herramientas de respuesta y prevención frente a los daños climáticos, es decir, presentan menor nivel educativo, mayores niveles de pobreza multidimensional por necesidades básicas insatisfechas o menores capacidades económicas para afrontar los retos del cambio climático. La sensibilidad presenta tasas más moderadas para los barrios del norte y noreste de la ciudad, junto con la mayor parte de los barrios de transición entre los periféricos y los más consolidados, situados fundamentalmente en el costado occidental. Por el contrario, los barrios urbanos más céntricos y consolidados presentan un índice de sensibilidad notablemente menor.

Sensibilidad social y económica

Los **indicadores socioeconómicos** han relevado diversas fragilidades que pueden contribuir a que los impactos del cambio climático sean más notorios en sectores específicos con importantes signos de alta densificación urbana, así como **importantes desigualdades territoriales** entre sus barrios urbanos en lo que respecta al grado de pobreza multidimensional, nivel educativo o estrato económico de la población.

Respecto a los indicadores sociales, en la ciudad de Loja inciden los siguientes aspectos de manera relevante:

- (i) La falta de alcantarillado para más de 4.600 viviendas y casi 20.000 personas, lo que deriva en una importante fuente de contaminación hídrica sobre los cauces que atraviesan la ciudad.
- (ii) La presencia de hogares hacinados que acogen un total de 33.000 personas.
- (iii) La presencia de más de 630 viviendas en condiciones de pobreza extrema por carecer de acceso a la red de agua potable, de alcantarillado y de eliminación de basuras por carro recolector.
- (iv) Presencia de altos índices de consolidación urbana. El 13 % de la superficie de la ciudad abarca el 70 % de los hogares de la ciudad de Loja.
- (vi) Comparativamente, el sector occidental presenta menor nivel formativo; en barrios como Zalapa, Carigán, Plateado, Bolonia, Jipiro, Tierras Coloradas, Chontacruz o Colinas Lojanas se dan valores medios de población analfabeta del 5,5 %.

Respecto a los **indicadores de índole económica**, para la ciudad de Loja resultaron prioritarios los siguientes:

- (i) Estrato socioeconómico. Casi la totalidad del área urbana consolidada de la ciudad de Loja presenta un nivel económico alto o medio-alto, frente a niveles económicos bajos o medio-bajos en barrios más marginales del flanco occidental, destacando Borja o Carigán junto con Chinguilanchi en el extremo este. La presencia de población con baja capacidad adquisitiva es un indicador de la incapacidad para adaptarse y afrontar pérdidas económicas por eventos dañinos.
- (ii) Población desempleada, entendida como circunstancia de exclusión social y condición de bienestar social y acceso a opciones de desarrollo. El porcentaje medio de población desempleada es de 5,4 % respecto a la PAE, lo que supone que más de 4.000 personas se encontraban en condición de desempleo en la cabecera cantonal de Loja (por encima de la cifra nacional, en torno al 4,4 %), sin considerar los trabajos informales.
- (iii) Dependencia climática sectorial. En el sector occidental y periférico, se da una alta dependencia climática del sector agrícola. Esto es, cerca de casi 3.000 personas ocupadas en dicho sector pueden verse afectadas de manera notoria y directa por las variaciones y tendencias climáticas, lo que puede socavar las esperanzas y esfuerzos de estos grupos sensibles por aumentar su nivel de vida.

Sensibilidad ambiental

En lo que respecta a la dimensión ambiental, la ciudad de Loja presenta importantes causas de deterioro sobre los valores o recursos ambientales circundantes y que son consecuencia directa o indirecta de las presiones antrópicas ejercidas de manera negligente o indebida sobre los espacios verdes circundantes y recursos ambientales. En este sentido, se destacan las siguientes causas principales de deterioro:

- (i) Uso indebido del suelo. Para las áreas urbanas consolidadas de la ciudad, el uso indebido del suelo es consecuencia directa de su construcción inadecuada con base en su aptitud física constructiva. Para las áreas rurales, su presencia indica un deterioro de la oferta ambiental respecto a su utilización.

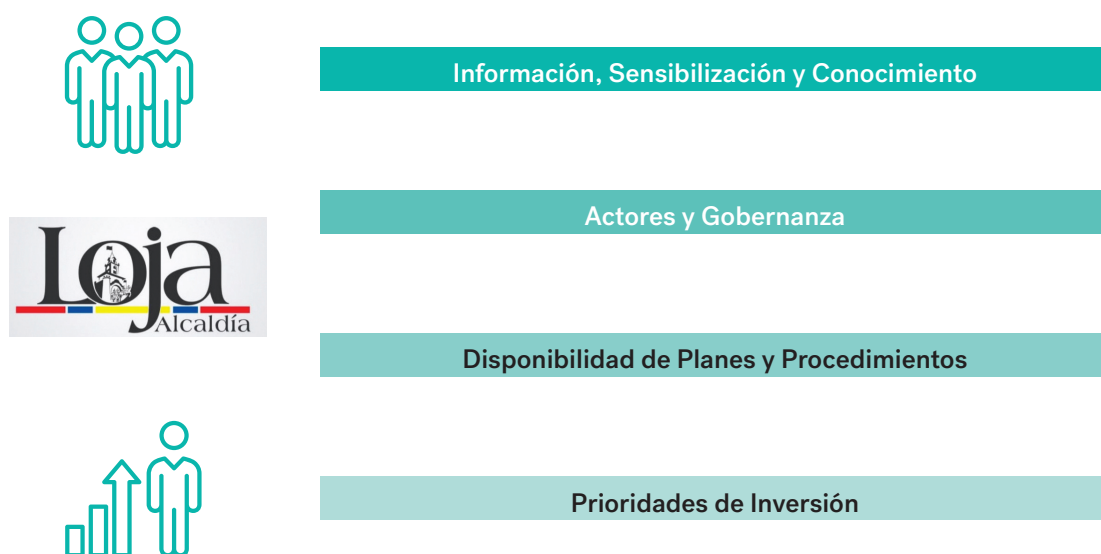
- (ii) Uso negligente del fuego. La limpieza de áreas cultivadas o la extensión de las mismas mediante el empleo negligente del fuego son causas importantes en la ocurrencia y tipología de incendios forestales sobre el medio natural circundante de la ciudad, ocasionando graves pérdidas de los valores, servicios y recursos naturales.
- (iii) Contaminación atmosférica e impermeabilización de suelos. Los altos niveles de contaminación vehicular y la concentración de activos sobre las áreas centrales repercuten en el deterioro de la calidad de vida de la sociedad y modifican el régimen hídrico natural de los cauces que atraviesan la ciudad.
- (iv) Deterioro o eliminación de la cobertura vegetal. La deforestación o degradación de áreas arboladas y espacios verdes son consecuencia de presiones antrópicas derivadas de la construcción o el aumento de la producción local, causas que exacerban las fragilidades del medio circundante, deteriorando las opciones de adaptación frente al cambio climático.

3.3.3. Capacidad adaptativa en la ciudad de Loja

La capacidad de adaptación se mide en función de las herramientas o de las características del territorio que lo hacen más resiliente frente a los impactos previstos del cambio climático y que permiten aprovechar las oportunidades asociadas con él. En total, se han seleccionado 10 indicadores para analizar la capacidad de adaptación de la ciudad de Loja frente al cambio climático y el conjunto de herramientas de las que dispone el municipio para afrontar dichos impactos. Los valores para los indicadores de capacidad adaptativa son comunes a todos los barrios del municipio, dada la imposibilidad de obtener datos relativos a la unidad barrial.

- (i) Los indicadores de capacidad de adaptación fueron derivados de varios procesos de consulta pública local, regional y estatal, en los que intervinieron instituciones públicas y privadas, actores clave del proceso de adaptación y personal de gestión y coordinación local en la ciudad de Loja.
- (ii) Dichos indicadores reúnen información derivada de varios talleres específicos celebrados en el marco del proyecto, con el objeto de determinar la participación e influencia de las herramientas locales orientadas a crear capacidades de resiliencia en la ciudad, lo que incluye conocer el grado de capacitación ciudadana e institucional frente al cambio climático, el grado de preparación económica para hacer frente a eventos desastrosos y recuperación temprana, así como los estudios, herramientas y métodos de fomento de medidas de adaptación frente al cambio climático a nivel local.

Figura 22. Indicadores de capacidad adaptativa



Información, sensibilización y conocimiento

La ciudad de Loja presenta importantes oportunidades en el proceso adaptativo, derivadas del interés social creciente en el ámbito de riesgos y cambio climático. Aproximadamente, un 8 % de la población adulta en la ciudad de Loja ha recibido capacitación relacionada a través de diversos cursos y talleres organizados por la Secretaría de Gestión del Riesgo (SNGR; 2019). Así mismo, la Coordinación Zonal 7 de la SNGR expresó en la Rendición de Cuentas de 2018 que se realizaron más de 130 coberturas comunicativas en gestión de riesgos, se emitieron 47 boletines de prensa, se transmitieron de manera continua comunicados de radio a través de “Tu Zona Segura”, y se realizaron 78 vocerías oficiales y reparto de diverso material audiovisual. Así mismo, se creó la Red de Participación Ciudadana para la Gestión de Riesgos en el Cantón de Loja, con 52 personas representantes de las organizaciones sociales. Finalmente, la provincia de Loja cuenta con 55 voluntarios de protección civil, y otros 185 fueron capacitados en Gestión de Riesgos y Normativa Legal, Orden y Seguridad, Lenguaje Positivo, Buen Trato a las Personas con Discapacidad, Capacitación y Aplicación Herramienta ODK-EVIN, Incendios Forestales y Sistema de Comando de Incidentes.

Actores y gobernanza

Asimismo, la ciudad de Loja cuenta con la presencia de instituciones cuyas funciones están directamente vinculadas a la respuesta y actuación en caso de emergencia, socorro social y actuación preventiva, tales como el Cuerpo de Bomberos de Loja o la Policía N.º 11 de Loja, además de contar con la presencia de instituciones regionales como la Coordinación Zonal 7 de la SNGR. La ciudad de Loja cuenta también con varias dependencias municipales con funciones en la gestión y evaluación de riesgos naturales, empresas públicas o asociaciones municipales con funciones directa o indirectamente relacionadas con la gestión del riesgo. Todo ello incide en que, finalmente, se presenten amplias oportunidades de mejora adaptativa frente al cambio climático, se fomenten y financien medidas de adaptación y haya un creciente escenario participativo de la población en general.

Disponibilidad de planes y procedimientos

La existencia de planes y herramientas específicos orientados a la gestión y ordenación territorial, donde se incluyan los aspectos derivados de la incidencia del cambio climático y se reconozcan las oportunidades de mejorar la capacidad de adaptación frente a fenómenos climáticos, incrementan las expectativas para conseguir un medio resiliente, con fuertes capacidades de fomento e iniciativas de control y gestión territorial desde las instituciones de gobierno presentes en la ciudad de Loja. Los principales planes y programas operativos de Loja son: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Municipio de Loja. Alcaldía del Cantón de Loja 2014-2022, Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de la Provincia de Loja. Provincia de Loja (2011), Plan de Ordenamiento Urbano de la ciudad de Loja, Plan Participativo de Fortalecimiento de la Democracia y Desarrollo del Cantón de Loja, Programa Operativo del Cuerpo de Bomberos de Loja, Plan “Loja para Todos” y el Programa de Ciudades Intermedias Sostenibles del GIZ Ecuador. Además de estos, Loja cuenta con las siguientes herramientas de gestión y prevención del riesgo:

Tabla 5. Herramientas de gestión de riesgos

Herramienta	Ámbito
UMEVA-Loja. Unidad de Monitoreo de Eventos Adversos Loja (SNGR)	Prevención y monitoreo – articulación provincial
PLAN RESPONDE – Plan Nacional de Respuesta ante Desastres (SNGR)	Seguridad – articulación nacional
Manual del Comité de Operaciones de Emergencia (SNGR)	
Monitoreo de Amenazas (SNGR)	Alerta temprana – articulación nacional
Pronósticos y Alertas Hidrometeorológicas (INAMHI)	Alerta temprana – articulación nacional
Programa Operativo del Cuerpo de Bomberos Loja	Respuesta a emergencias – articulación local
Planes de Contingencia Zona 7 (Coordinación Zonal 7)	Prevención y preparación – articulación provincial y cantonal
Campaña Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. “Ecuador Prevenido ante Riesgos y Desastres”	Articulación municipal Zona 7
Plan De Contingencia Operativo para la Vinculación Interinstitucional ante Sismos 2018	Articulación municipal de Loja

Propiedades de inversión

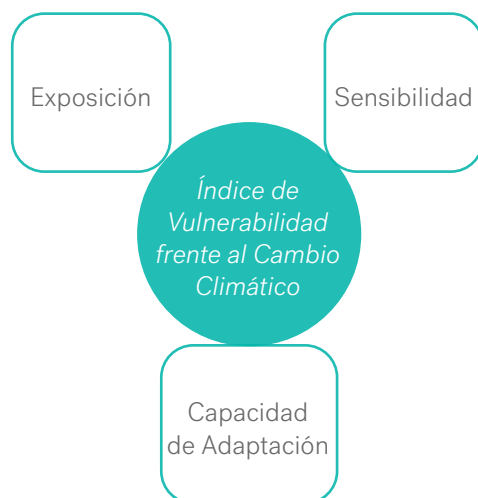
Aquel municipio que cuente con mayores recursos financieros destinados al sistema de salud y atención sanitaria presenta mayor capacidad de respuesta ante efectos adversos en la salud ciudadana derivados de eventos adversos. La inversión en salud por el Ministerio de Salud Pública de la Zona 7 pasó de suponer un monto de USD 71 millones para el año 2008 a más de USD 145 millones para 2013.

3.4. Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático

El Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático informa sobre la predisposición al daño que presentan los sistemas humanos y ambientales que circundan la ciudad de Loja para el corto, medio y largo plazo. Para ello, se llevó a cabo un análisis climático y de exposición frente a eventos adversos de carácter hidrometeorológico, teniendo en cuenta las causas de sensibilidad socioeconómica o ambiental que pueden incidir en una mayor propensión de los sistemas a verse afectados negativamente, así como un estudio de las herramientas y oportunidades que presenta el municipio para afrontar, aprovechar los cambios o adaptarse a ellos.

Estas causas de exposición al cambio climático, junto con los factores de sensibilidad y capacidad de adaptación, hicieron posible la elaboración de 42 indicadores a escala barrial, cuya integración normalizada permitió obtener finalmente el Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la ciudad de Loja.

Figura 23. Componentes del Índice de Vulnerabilidad



Fuente: FIC, 2019.

$$\text{Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático} = \frac{(\text{Sensibilidad} \times \text{Exposición})}{(\text{Capacidad de Adaptación})}$$

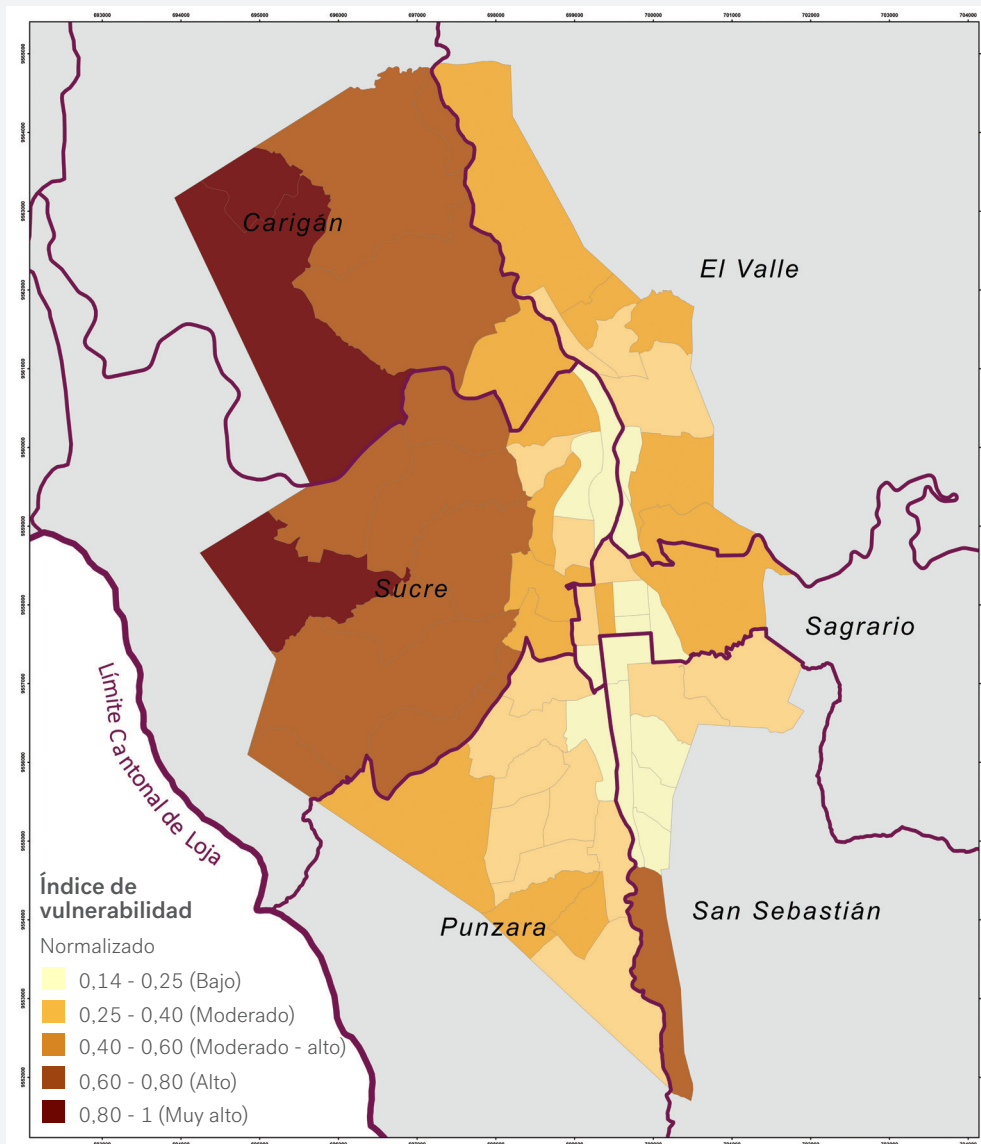
La vulnerabilidad en Loja arroja una marcada tendencia creciente en los sectores noroccidental y sur, con valores más extremos en las parroquias de Carigán y Sucre, en concreto, sobre los barrios de Zalapa, Carigán y Bolonia. En dichos barrios, confluyen dos circunstancias principales que son responsables de un mayor daño previsible para el conjunto expuesto a las eventualidades propias del cambio climático previsto:

- (i) Por un lado, los barrios del sector occidental de la ciudad están más expuestos a los eventos hidrometeorológicos extremos por aumentos de temperatura derivados del cambio climático y la variabilidad climática. Así mismo, las altas pendientes que circundan el núcleo central de la

ciudad, la litología a veces muy inestable o la presencia de lluvias desencadenantes de procesos erosivos y deslizamientos son las causas principales que inciden en la configuración de un modelo de vulnerabilidad complejo en el que los daños pueden ser notables para el conjunto humano y material expuesto.

- (ii) Por otro lado, el sector occidental presenta una mayor sensibilidad en términos generales al cambio climático. En este sentido, la representación final de la sensibilidad evidencia una brecha socioeconómica importante con un valor final más alto para Zalapa, seguido de Carigán, ambos situados en la parroquia urbana de Carigán. Esto es debido fundamentalmente a debilidades asociadas con un menor nivel educativo, mayor presencia de déficit habitacional y desabastecimiento de servicios sociales básicos de la vivienda, lo que genera una importante brecha de desigualdad social.

Figura 24. Resultados del Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático en la ciudad de Loja



Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

La vulnerabilidad al cambio climático indica el grado de propensión al daño para la ciudad de Loja, considerando el nivel de exposición a eventos potencialmente adversos y la sensibilidad o fragilidad territorial de la sociedad y de los factores y servicios ambientales. El sector occidental presenta mayor vulnerabilidad, donde los daños esperados pueden ser más notorios, destacando Bolonia, Carigán y Zalapa.

Autor imagen: Angel Vázquez



This file is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Loja,_Ecuador_-_panoramio_\(26\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Loja,_Ecuador_-_panoramio_(26).jpg)

4

OBJETIVOS, DE ADAPTACIÓN Y MEDIDAS PROPUESTAS



4.1. Los objetivos de adaptación en Loja

Los resultados zonales y sectoriales derivados del análisis previo permitieron identificar 14 retos principales de vulnerabilidad que se engloban en cuatro objetivos de adaptación con un enfoque de sostenibilidad y coherencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda Urbana.

Dichos objetivos sirvieron como base para la construcción del Plan de Adaptación en la ciudad de Loja, que se apoya en: (I) un análisis científico-técnico de la vulnerabilidad climática e identificación de propuestas de actuación sectoriales, (II) un estudio de los avances previos locales en materia de adaptación, (III) experiencias internacionales de éxito, y (IV) aporte de expertos y actores locales, con evaluación y validación pública recurrente.

Figura 25. Movimientos en masa en los sectores periféricos de la ciudad de Loja

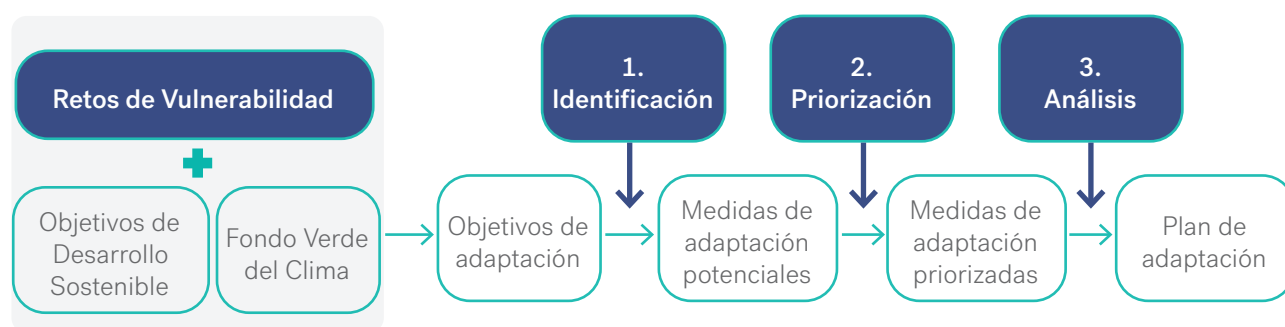


Fuente: FIC-LAVOLA-UTPL (2019).

4.2. Las medidas de adaptación

Partiendo de los análisis previos y la identificación de los Objetivos de Adaptación, el proceso para la definición de las medidas y los programas integrantes del plan de adaptación se articuló en tres fases principales, nutridas todas ellas de sesiones de participación y validación de resultados por parte de los agentes locales:

- **Fase 1:** Identificación de medidas de adaptación potenciales
- **Fase 2:** Priorización de las medidas
- **Fase 3:** Análisis de las medidas priorizadas y desarrollo del plan de adaptación

Figura 26. Esquema metodológico para formular el Plan de Adaptación

Fuente: FIC, 2019.

Siguiendo este esquema, se identificaron inicialmente 40 medidas de adaptación potenciales (fase 1). Se trata de medidas relacionadas con deslizamientos, inundaciones, servicios urbanos, políticas sociales y con aspectos ambientales.

A partir de los resultados obtenidos en las sesiones participativas, se priorizaron diez medidas, con base en la relevancia y urgencia otorgadas por los participantes de los talleres de priorización (fase 2) celebrados en Loja en junio de 2019. El conjunto de medidas seleccionadas abarca un amplio espectro de necesidades relacionadas con la resiliencia de Loja: desde soluciones verdes relacionadas con la adaptación en las cuencas hídricas de la hoya de Loja y la creación de una red ecosistémica de espacios verdes, pasando por la construcción de infraestructuras necesarias para una gestión resiliente de las aguas domiciliarias, hasta la mejora de la infraestructura verde urbana y la implementación de sistemas de drenaje sostenible y de contención de lodos para fortalecer la resiliencia local ante la amenaza de inundaciones repentinas. Además, en respuesta a la amenaza de deslizamientos de tierras, que se verán incrementados con el cambio climático, se incluyen medidas **que abarcan desde un Plan de Gestión frente a deslizamientos hasta la identificación de obras de estabilización en áreas de alta vulnerabilidad**. Por último, se consideraron también prioritarias medidas encaminadas al fortalecimiento de las capacidades, la sensibilización social y el seguimiento de las acciones desarrolladas frente al cambio climático.

Medidas del Plan de Adaptación de Loja

- M1. Reforestación y restauración de cuencas hídricas de la hoya de Loja.*
- M2. Implementación del sistema de presas y contención de lodos frente al cambio climático.*
- M3. Gestión resiliente de las aguas domiciliarias en la ciudad de Loja.*
- M4. Sistemas de drenaje sostenibles para la recuperación rápida frente a inundaciones repentinas.*
- M5. Incremento de la infraestructura verde de la ciudad de Loja.*
- M6. Consolidación de una red ecosistémica.*
- M7. Plan de Gestión frente a deslizamientos derivados de eventos hidrometeorológicos extremos.*
- M8. Obras de estabilización frente a los deslizamientos en áreas de alta vulnerabilidad.*
- M9. Capacitación y concientización frente al cambio climático.*
- M10. Sistema de monitoreo y evaluación del Plan de Adaptación al cambio climático de Loja.*

Para la caracterización detallada de las medidas, se aplicó un análisis FODA en talleres participativos. Añadido a ello, las 10 medidas prioritarias fueron analizadas con mayor detalle (fase 3), con el fin de identificar su grado de incidencia en el índice de vulnerabilidad, su potencial de financiamiento, el comportamiento de cada una ante variables sociales, económicas y de factibilidad, así como su lineamiento con los objetivos de desarrollo sostenible y con potenciales programas de financiamiento (a través de análisis multicriterio).

Los análisis multicriterio y de costo-beneficio realizados al conjunto de medidas permitió su jerarquización y agrupamiento en diferentes Programas de Adaptación:

- **Programa Loja Ciudad Resiliente**
- **Programa Loja Territorio Adaptado Basado en Ecosistemas**
- **Programa Infraestructuras Resilientes para Loja**

A estos tres programas se añadió uno de carácter transversal, que contribuye a la mejora de la capacidad adaptativa del núcleo, paralelo a cualquiera de los tres anteriores.

- **Programa Transversal de Capacitación y Monitoreo del Plan de Adaptación**

4.2.1. Programa I: Loja Ciudad Resiliente

Enfocado como un programa de acciones de adaptación de ámbito estrictamente urbano, se contemplan medidas de diversas tipologías, combinando soluciones híbridas, como los sistemas de drenaje sostenible (SUDS), con propuestas de infraestructura verde enfocadas en la mejora ambiental de la ciudad en respuesta a los retos climáticos. Como medida complementaria, se incorpora el desarrollo de normativa y plan de gestión frente a los deslizamientos, centrándose este en el ámbito urbano del municipio.

Tabla 6. Medidas programa Loja Ciudad Resiliente

Programa Loja Ciudad Resiliente

M5	Incremento de la infraestructura verde de la ciudad de Loja
M7	Plan de Gestión frente a deslizamientos derivados de eventos hidroclimatológicos extremos
M4	Sistemas de Drenaje Sostenibles para la recuperación rápida frente a escorrentía superficial

Fuente: Elaboración propia, FIC.

4.2.2. Programa II: Loja Territorio Adaptado Basado en Ecosistemas

Establecido bajo una óptica más amplia, las implicaciones de estas medidas abarcan la totalidad del ámbito territorial del cantón. Son medidas de infraestructura verde dirigidas a la mejora de la conectividad ecosistémica y la recuperación ambiental de los corredores ecológicos, aspecto esencial en la capacidad de adaptación de la ciudad de Loja.

Tabla 7. Medidas programa Loja Territorio Adaptado Basado en Ecosistemas

Programa Loja Territorio Adaptado Basado en Ecosistemas

M1	Reforestación y restauración de cuencas hídricas de la hoya de Loja
M6	Construcción de red ecosistémica frente a eventos hidroclimatológicos extremos

Fuente: Elaboración propia, FIC.

4.2.3. Programa III: Infraestructuras Resilientes para Loja

Este conjunto de medidas de adaptación responde a las amenazas hidroclimatológicas recurrentes en la ciudad de Loja, las cuales desencadenan fenómenos de inundaciones repentinas y deslizamientos y movimientos en masa. Por tanto, frente a estos efectos se propone la ejecución de obras de infraestructura que atenúen los posibles impactos derivados de eventos extremos.

Tabla 8. Medidas programa Infraestructuras Resilientes para Loja

Programa Infraestructuras Resilientes para Loja

M3	Gestión resiliente de las aguas domiciliarias en la ciudad de Loja
M8	Obras de estabilización frente a los deslizamientos en áreas de alta vulnerabilidad
M2	Acciones de implementación del sistema de presas y contención de lodos frente al C.C.

Fuente: Elaboración propia, FIC.

4.2.4. Programa IV: Transversal de Capacitación y Monitoreo del Plan de Adaptación

Este último grupo de medidas da respuesta a las necesidades de capacitación, divulgación y socialización de las medidas de adaptación. Igualmente, se requiere un conjunto de acciones que favorezca el control del Plan de Adaptación en el tiempo, para lo que se desarrolla un programa de monitoreo y evaluación. Este programa se concibe como un programa transversal y de acompañamiento al resto de programas en el que se estructura el Plan de Adaptación.

Tabla 9. Medidas programa transversal

Transversal de Capacitación y Monitoreo del Plan de Adaptación

M9	Capacitación y concientización frente al C. C.
M10	Sistema de monitoreo y evaluación del Plan de Adaptación al cambio climático en la ciudad de Loja

Fuente: Elaboración propia, FIC.

Figura 27. Elaboración de talleres participativos en Loja



Fuente: FIC, 2019.

Finalmente, y partiendo del conjunto de análisis participativos multicriterio previos, se identificaron las medidas de mayor prevalencia entre la decena de medidas prioritarias. A pesar de que, inicialmente, se identificó la medida M5, (incremento de la infraestructura verde), se verificó que este objetivo ya está siendo afrontado con éxito, por lo que se optó, a propuesta del propio municipio, por dar prioridad a la segunda y tercera medida resultantes del análisis. Así pues, esto ha llevado a la preselección de las siguientes medidas para optar a financiación del Fondo Verde del Clima:

- Sistemas de drenaje sostenibles para la recuperación rápida frente a escorrentía superficial (M4)
- Obras de estabilización frente a los deslizamientos en áreas de alta vulnerabilidad (M8)

El contenido específico y las acciones asociadas a las mismas se debatieron, junto al resto de resultados, durante el Taller de Validación de Resultados celebrado en Loja el día 25 de octubre de 2019. En el evento, se contó con la participación de medio centenar de representantes de entidades locales clave, que no solo validaron de manera satisfactoria los resultados, sino que también aportaron importantes insumos de valor añadido que fueron incluidos en el Plan de Adaptación final de la ciudad de Loja.

A continuación, se presentan las fichas descriptivas de las 10 medidas que conforman el Plan de Adaptación de Loja.

M1

Reforestación y restauración de cuencas hídricas de la hoya de Loja

M1

Objetivo

Reducir la vulnerabilidad a inundaciones y deslizamientos mediante la reforestación de suelos y la restauración de cuencas hídricas.

Objetivos específicos:

- Incrementar la vegetación de ribera y conservar en condiciones óptimas las cuencas hídricas para una gestión eficaz del riesgo de inundación y el derivado de movimientos en masa.
- Restaurar la cubierta vegetal en las cuencas y limpiar de materiales extraños o peligrosos los cauces, evitando que puedan ser obstruidos.
- Mejorar la situación ambiental de las cuencas, librándolas de elementos contaminantes.
- Conocer el estado de las cuencas para tomar decisiones frente a ocupaciones y usos no autorizados.

Alcance y beneficiarios

La medida abarca la totalidad de la hoya de Loja, siguiendo los diferentes cursos hídricos que atraviesan el área de estudio, los principales ríos (Zamora-Huayco, Malacatos y Zamora), así como las secciones de inundación de los arroyos y quebradas Alumbre, Zambo Yacu, San Cayetano, Las Pavas, Consacola, La Banda o Paccha, entre otros.

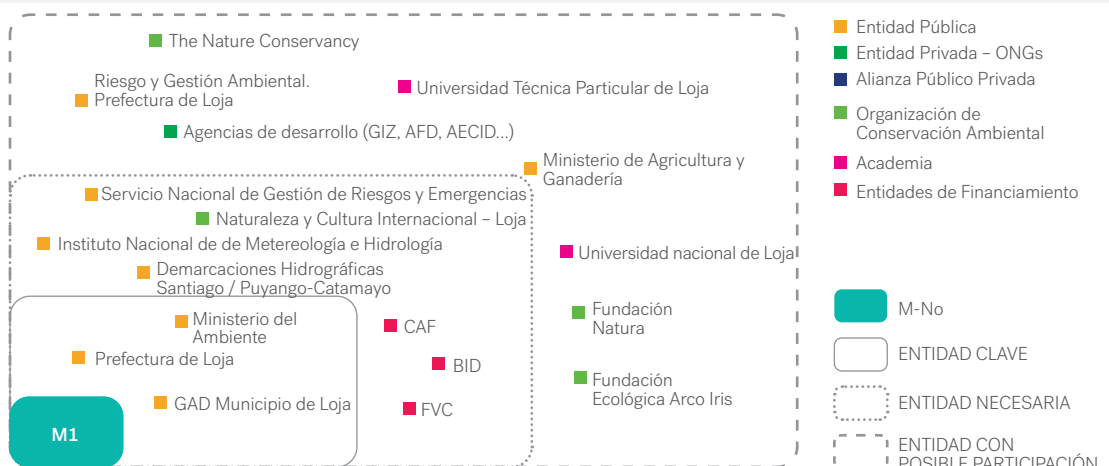
Beneficiarios: la totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas.

Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010).

Principales acciones de la medida

- Identificación y delimitación de los cauces hídricos y las áreas de gestión del dominio público hidráulico con el objeto de restaurar la propiedad pública y tener conocimiento de las posibles infracciones administrativas por mal uso o uso indebido de los cauces.
- Desarrollo de un diagnóstico pormenorizado de los cauces hídricos determinando sus déficits, zonas de conflicto, especies óptimas de inclusión, y delimitación de sectores de intervención.
- Establecimiento de las obras de ingeniería necesarias para el desarrollo de las acciones de restauración en línea con estrategias de estabilización frente a los deslizamientos.
- Restauración de los cauces hídricos mediante revegetación con especies autóctonas y adaptadas a los condicionantes climáticos futuros.

Organismos responsables



Reforestación y restauración de cuencas hídricas de la hoya de Loja**M1****Costo total estimado**

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	80.000
Ejecución de obras	6.300.000
Acciones de implementación	800.000
Gestión administrativa	30.000
Monitoreo y evaluación	150.000
Campañas de socialización y comunicación	25.000
TOTAL (USD)	7.385.000

Posibles fuentes de financiamiento

Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
 Facilidad de Inversión de América Latina (LAIF)
 KfW Banco Alemán de Desarrollo
 United Nations Development Programme (PNUD)
 United Nations Environment Programme (UNEP)
 World Bank (Banco Mundial)
 GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)
 International Union for Conservation of Nature (IUCN)
 International Fund for Agricultural Development
 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
 Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
 EUROCLIMA+
 Global Environment Facility: Strategic Priority on Adaptation (GEF)
 International Climate Initiative (IKI)
 Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI) - Norad

M2

Acciones de implementación del sistema de presas y contención de lodos frente al cambio climático M2**Objetivo**

Implementar el sistema actual de presas de los ríos Zamora-Huayco y Malacatos en función de la hidrología extrema esperada con las proyecciones de cambio climático.

Objetivos específicos:

- Atenuar la presión de escorrentía de los ríos Zamora-Huayco y Malacatos para las proyecciones de carga hidráulica establecidas en el estudio de vulnerabilidad.
- Aumentar la capacidad de almacenamiento e introducir sistemas de depuración-decantación para mejorar la calidad de las aguas a lo largo del tramo urbano de los ríos.
- Reducir el riesgo de inundación derivado de las nuevas condiciones climáticas.
- Aumentar la superficie de zonas verdes en el entorno de las presas, mejorando la conectividad ecosistémica con la vegetación de ribera.

Alcance y beneficiarios

El alcance territorial de la medida abarca las cabeceras de los ríos Zamora-Huayco y Malacatos a la entrada de la ciudad. Se propone aumentar la capacidad de almacenamiento de la presa situada en el río Zamora-Huayco y la ampliación de la zona lagunar en el Parque de La Tebaida o aguas arriba.

Beneficiarios: directos: 10.500 personas ubicadas en sectores inundables

Indirectos: la totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas

Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010)

Principales acciones de la medida

Identificación y delimitación de las zonas de intervención complementarias a las áreas de embalsamiento existentes que puedan ser más factibles.

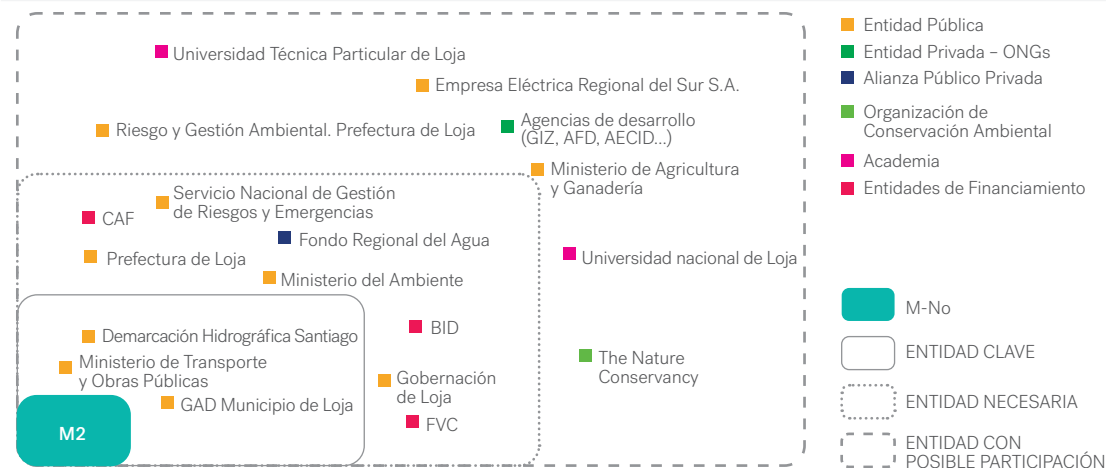
Realización de las obras necesarias para la construcción de diques de contención y la excavación de los terrenos para alcanzar los volúmenes identificados como óptimos.

Realización de obras de acompañamiento de la infraestructura hídrica destinada a la mejora ambiental para que se pueda utilizar como equipamiento público recreacional.

Limpieza y desescombro de los depósitos fluviales en función del impacto de las avenidas, con el fin de mantener la máxima calidad del agua en el curso bajo de los ríos.

Acciones de implementación del sistema de presas y contención de lodos frente al cambio climático **M2**

Organismos responsables



Costo total estimado

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	60.000
Ejecución de obras	3.800.000
Acciones de implementación	1.600.000
Monitoreo y evaluación	120.000
Campañas de socialización y comunicación	15.000
TOTAL (USD)	5.595.000

Posibles fuentes de financiamiento

Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
 KfW Banco Alemán de Desarrollo
 United Nations Development Programme (PNUD)
 United Nations Environment Programme (UNEP)
 World Bank (Banco Mundial)
 Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
 EUROCLIMA+
 Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)

M3

Gestión resiliente de las aguas domiciliarias en la ciudad de Loja

M3

Objetivo

Desarrollar un sistema de gestión resiliente para el suministro de agua potable y evacuación de aguas domiciliarias.

Objetivos específicos:

- Reducir la vulnerabilidad frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos, aumentando la calidad de vida y garantizando una adecuada respuesta resiliente en caso de impacto.
- Extender el sistema de alcantarillado y abastecimiento de agua a todas las parroquias de la ciudad, favoreciendo el desarrollo de la comunidad frente al cambio climático.

Alcance y beneficiarios

La medida abarca la totalidad de la zona urbana, en especial los sectores periféricos donde se ubican los barrios en peores condiciones en el suministro de estos servicios, tales como Zalapa, Carigán, Plateado, Bolonia, Capulí, Amable María, Chontacruz o Menfis, entre otros.

Beneficiarios: directos: 120.000 habitantes (áreas con déficit en los servicios)

Indirectos: la totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas

Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010)

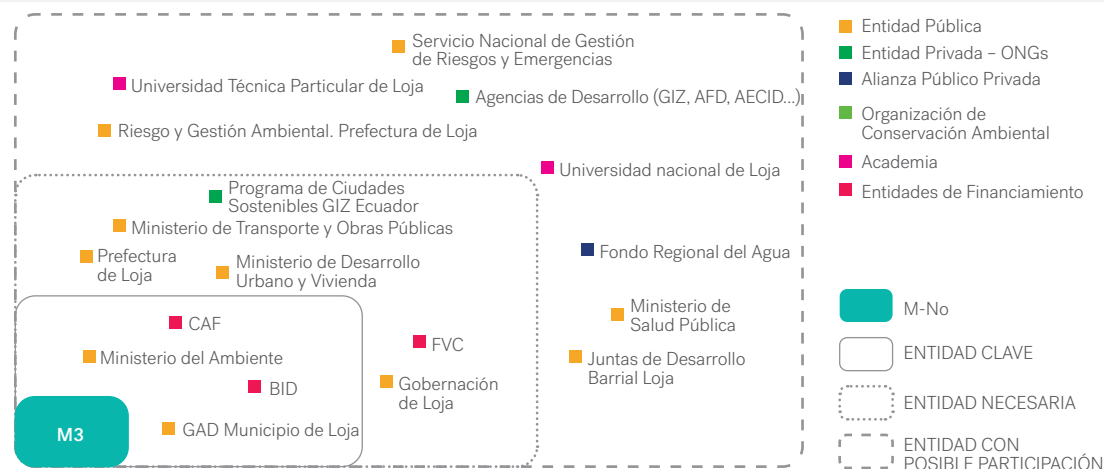
Principales acciones de la medida

- Identificación y delimitación de las zonas de intervención, proponiendo la interconexión de redes y concretando su programación temporal.
- Desarrollo de una red principal de abastecimiento y de alcantarillado que dé cobertura a la totalidad de las zonas con deficiencias del casco urbano, dirigiendo los vertidos a la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).
- Construcción de un sistema paralelo de alcantarillado pluvial y de aguas grises que dé respuesta adecuada a las nuevas condiciones climáticas previstas.
- Realización de obras de conexión de los colectores que vierten en la margen izquierda del río Malacatos y su correspondiente derivación a la EDAR.

Gestión resiliente de las aguas domiciliarias en la ciudad de Loja

M3

Organismos responsables



Costo total estimado

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	120.000
Ejecución de obras	65.000.000
Acciones de implementación	3.000.000
Gestión administrativa	20.000
Monitoreo y evaluación	180.000
Campañas de socialización y comunicación	30.000
TOTAL (USD)	68.350.000

Posibles fuentes de financiamiento

- Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
- Facilidad de Inversión de América Latina (LAIF)
- KfW Banco Alemán de Desarrollo
- United Nations Development Programme (PNUD)
- United Nations Environment Programme (UNEP)
- World Bank (Banco Mundial)
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)
- International Union for Conservation of Nature (IUCN)
- Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
- EUROCLIMA+
- Global Environment Facility: Strategic Priority on Adaptation (GEF)
- Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS-AECID)

M4

Sistemas de Drenaje Sostenibles para la recuperación rápida frente a escorrentía superficial

M4

Objetivo

Mejorar el espacio público mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles dirigidos a la recuperación rápida frente a inundaciones repentinas.

Objetivos específicos:

- Incrementar la resiliencia urbana frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos, reduciendo los impactos derivados de inundaciones repentinas.
- Aliviar la presión sobre el sistema de alcantarillado pluvial ante eventos extremos. Retrasar el inicio de escorrentía superficial del ámbito urbanizado en periodos de descarga pluviométrica.
- Aumentar la permeabilidad del suelo, incorporando soluciones ajardinadas.

Alcance y beneficiarios

La medida abarca las áreas centrales de la ciudad de Loja y las zonas periféricas proclives a encharcamientos o escorrentías superficiales. Los sectores próximos a la zona de confluencia de los dos principales ríos en el área central, y los barrios de Gran Colombia, Las Palmas, San Juan del Valle, Los Geranios, Pucará, Tebaida, San Isidro o las zonas más bajas de Orillas del Zamora.

Beneficiarios: directos: 46.634 habitantes

Indirectos: la totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas

Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010)}

Principales acciones de la medida

- Identificación y delimitación de las áreas susceptibles de implementar soluciones de drenaje sostenibles en los procesos de regeneración urbana, con aumento de la superficie vegetada en los espacios públicos, reduciendo al máximo las superficies impermeabilizadas.
- Obras de canalización de las escorrentías en zonas impermeables hacia áreas ajardinadas tratadas con materiales térreos que favorezcan la infiltración y construcción de depósitos de almacenamiento en parques y zonas verdes que recojan parte de los excedentes.
- Cunetas verdes para la captación y conducción de escorrentía y su canalización hacia humedales o estanques, así como construcción de zanjas de infiltración duras o con cobertura vegetal (biorretención) con sistemas de control de lodos y sedimentos contaminantes.

Sistemas de Drenaje Sostenibles para la recuperación rápida frente a escorrentía superficial

M4

Organismos responsables



Costo total estimado

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	70.000
Ejecución de obras	8.000.000
Acciones de implementación	3.000.000
Campañas de socialización y comunicación	50.000
TOTAL (USD)	11.120.000

Posibles fuentes de financiamiento

Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
 Facilidad de Inversión de América Latina (LAIF)
 KfW Banco Alemán de Desarrollo
 United Nations Development Programme (PNUD)
 United Nations Environment Programme (UNEP)
 World Bank (Banco Mundial)
 GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)
 International Union for Conservation of Nature (IUCN)
 Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
 EUROCLIMA+
 Global Environment Facility: Strategic Priority on Adaptation (GEF)

M5

Incremento de la infraestructura verde de la ciudad de Loja

M5

Objetivo

Mejorar la calidad ambiental urbana en respuesta a los fenómenos hidrometeorológicos mediante incremento del verde urbano.

Objetivos específicos:

Aumentar la superficie de zonas ajardinadas como respuesta a la subida de temperaturas y al incremento de las precipitaciones.

Incrementar la calidad espacial de los barrios en áreas no centrales de la ciudad de Loja, mejorando su resiliencia a la elevación prevista de las temperaturas.

Ayudar a reducir el riesgo de inundación, acrecentando la superficie permeable.

Adaptar las zonas verdes a las nuevas condiciones climáticas y mejorar la calidad ambiental de la ciudad, lo que permitirá una mejor respuesta en caso de impactos por eventos extremos.

Alcance y beneficiarios

La medida abarca la totalidad de la ciudad de Loja, si bien el objetivo principal es el de tratar de aumentar las zonas verdes en las áreas urbanas que rodean el centro y en los sectores más alejados de la periferia, especialmente al sector occidental, barrios de Sta. Teresita, Tebaida, D. Álvarez, Isidro Ayora, S. Pedro, Miraflores, El Pedestal y Celi Román, o al norte, Turunuma y Pitas, entre otros.

Beneficiarios: la totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas
Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010)

Principales acciones de la medida

Identificación y delimitación de las zonas de intervención bajo la óptica de generar una red de espacios libres ajardinados que complementen los servicios ecosistémicos de la ciudad.

Implementación de los parques lineales situados en los márgenes de los ríos de Zamora-Huayco y Malacatos, conectándolos hasta el Parque Recreacional Jipiro a través del río Zamora.

Incremento en la plantación de especies autóctonas y bien adaptadas a las nuevas condiciones.

Construcción de parques y zonas ajardinadas en los barrios, con obras asociadas que garanticen su mantenimiento, p. ej., instalación de depósitos de agua pluvial, redes de riego, etc.

Incremento de la infraestructura verde de la ciudad de Loja

M5

Organismos responsables



Costo total estimado

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	50.000
Ejecución de obras	2.500.000
Acciones de implementación	700.000
Gestión administrativa	30.000
Campañas de socialización y comunicación	50.000
TOTAL (USD)	3.330.000

Posibles fuentes de financiamiento

- Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
- Facilidad de Inversión de América Latina (LAIF)
- KfW Banco Alemán de Desarrollo
- United Nations Development Programme (PNUD)
- United Nations Environment Programme (UNEP)
- World Bank (Banco Mundial)
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)
- International Union for Conservation of Nature (IUCN)
- Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
- EUROCLIMA+
- Global Environment Facility: Strategic Priority on Adaptation (GEF)

M6

Construcción de una red ecosistémica como soporte frente a eventos hidrometeorológicos extremos

M6

Objetivo

Consolidar una red de espacios naturales de alto valor ambiental que conformen un recurso estratégico en la lucha contra el cambio climático y los impactos derivados del mismo.

Objetivos específicos:

- Propiciar la protección de las áreas naturales externas a las zonas boscosas protegidas, incluyendo el área rural, y conectarlas físicamente con ellas y el Parque Nacional Podocarpus.
- Identificar áreas urbanas susceptibles de protección para consolidar la red ecosistémica transversal que permita conectar las áreas periféricas opuestas a través de la ciudad.
- Gestionar los recursos naturales que ofrece la infraestructura verde acorde con las políticas y programas de manejo ambiental, incrementando la resiliencia de Loja al cambio climático.
- Establecer un sistema municipal de conservación de áreas naturales que pueda ser integrado en los instrumentos de ordenamiento territorial.

Alcance y beneficiarios

La medida se centra en los sectores boscosos del área perimetral urbana de la hoya de Loja, integrando a través del aumento del arbolado en calles conectoras y avenidas las áreas ajardinadas como parques y grandes espacios de recreación con los corredores naturales que ofrecen las cuencas hídricas y los bosques protectores.

Beneficiarios: la totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas

Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010)

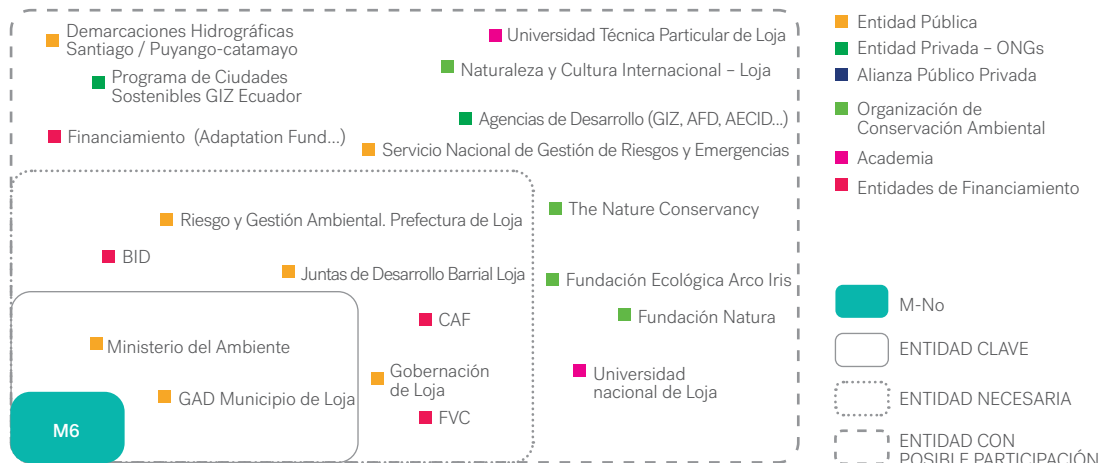
Principales acciones de la medida

- Identificación y delimitación de las zonas susceptibles de protección, incorporándolas a los reglamentos y herramientas de planificación y ordenamiento territorial.
- Inventario de las características ambientales de los espacios identificados para optimizar las acciones de conservación o restauración.
- Integración de los cauces hídricos en la red ecosistémica, utilizándolos como conectores.
- Desarrollo de actividades de explotación forestal y manejo de las áreas protegidas compatibles con sus valores ecosistémicos.
- Generación de un anillo verde metropolitano alrededor de la ciudad de Loja, que sirva como referente ambiental y garantice la adaptación del medio urbano y rural.

Construcción de una red ecosistémica como soporte frente a eventos hidrometeorológicos extremos

M6

Organismos responsables



Costo total estimado

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	100.000
Ejecución de obras	3.000.000
Acciones de Implementación	150.000
Gestión administrativa	30.000
Monitoreo y evaluación	60.000
Campañas de socialización y comunicación	30.000
TOTAL (USD)	3.370.000

Posibles fuentes de financiamiento

- Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
- Facilidad de Inversión de América Latina (LAIF)
- KfW Banco Alemán de Desarrollo
- United Nations Development Programme (PNUD)
- United Nations Environment Programme (UNEP)
- World Bank (Banco Mundial)
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)
- International Union for Conservation of Nature (IUCN)
- International Fund for Agricultural Development
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
- Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
- EUROCLIMA+
- Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)
- International Climate Initiative (IKI)
- Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI) - Norad

M7

Plan de gestión frente a deslizamientos derivados de eventos hidrometeorológicos extremos

M7

Objetivo

Generar una normativa específica que permita gestionar adecuadamente las áreas de alta vulnerabilidad a deslizamientos derivados de eventos hidrometeorológicos extremos.

Objetivos específicos:

- Introducir el cambio climático y su adaptación en los procesos de autorización administrativa de edificaciones y urbanizaciones dentro del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.
- Definir las acciones adecuadas para la contención de terrenos en riesgo de deslizamiento, condensadas en una normativa específica, y elaborar un plan de gestión de la amenaza.

Alcance y beneficiarios

La medida de capacidad adaptativa, centrada en la normativa y la gestión, abarca todo el territorio municipal, si bien tiene mayor peso en los barrios periféricos situados en área de amenaza alta a deslizamientos. Son los barrios de Zalapa, Motupe, La Banda, Carigán, Belén, Borja, Plateado, Alborada, Bolonia, Obra Pía, Menfis, Chontacruz, Tierras Coloradas y Colinas Lojanas.

Beneficiarios: la totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas

Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010)

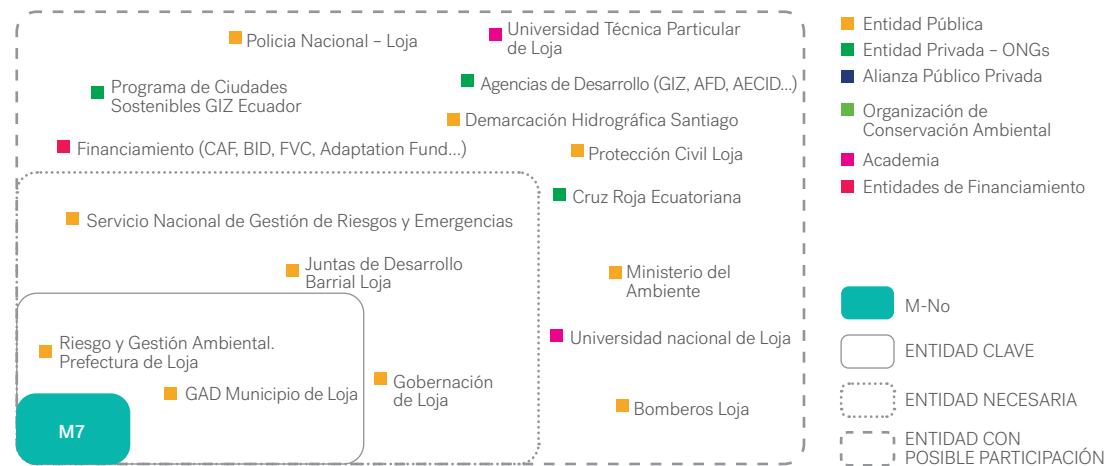
Principales acciones de la medida

- Analizar y acotar los ámbitos de alto riesgo de deslizamiento de la ciudad de Loja mediante estudios pormenorizados de los sectores identificados en el análisis de vulnerabilidad.
- Identificación de los sectores con posibles impactos en episodios de lluvias intensas, reconociendo la dirección de los flujos hídricos que pueden generar de forma asociada movimientos en masa.
- Identificación y cuantificación en términos de pérdidas esperadas de las actuales zonas de riesgo con el objeto de priorizar obras y planificar planes de emergencia y evacuación.

Plan de gestión frente a deslizamientos derivados de eventos hidrometeorológicos extremos

M7

Organismos responsables



Costo total estimado

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	220.000
Gestión administrativa	350.000
Campañas de socialización y comunicación	100.000
TOTAL (USD)	670.000

Posibles fuentes de financiamiento

- Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
- Facilidad de Inversión de América Latina (LAIF)
- KfW Banco Alemán de Desarrollo
- United Nations Development Programme (PNUD)
- World Bank (Banco Mundial)
- Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
- EUROCLIMA+
- Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)
- International Climate Initiative (IKI)

M8

Obras de estabilización frente a los deslizamientos en áreas de alta vulnerabilidad M8

Objetivo

Impulsar, mediante la implementación de infraestructuras de drenaje y contención de terrenos, el control de los deslizamientos como resultado del incremento de las precipitaciones.

Objetivos específicos:

- Construir, mediante estrategias de adaptación híbridas, soluciones de contención y drenaje que permitan aumentar la calidad ambiental de las zonas periféricas urbanas.
- Reducir la exposición de las zonas vulnerables a inundaciones y deslizamientos, con la incorporación de obras de estabilización de suelos.

Alcance y beneficiarios

La medida actúa preferentemente en los barrios de Zalapa, Motupe, La Banda, Carigán, Belén, Borja, Plateado, Alborada, Bolonia, Obra Pía, Menfis, Chontacruz, Tierras Coloradas y Colinas Lojanas, si bien las actuaciones pueden desarrollarse en cualquier sector de la ciudad afectado.

Beneficiarios: directos: 36.456 habitantes

Indirectos: la totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas

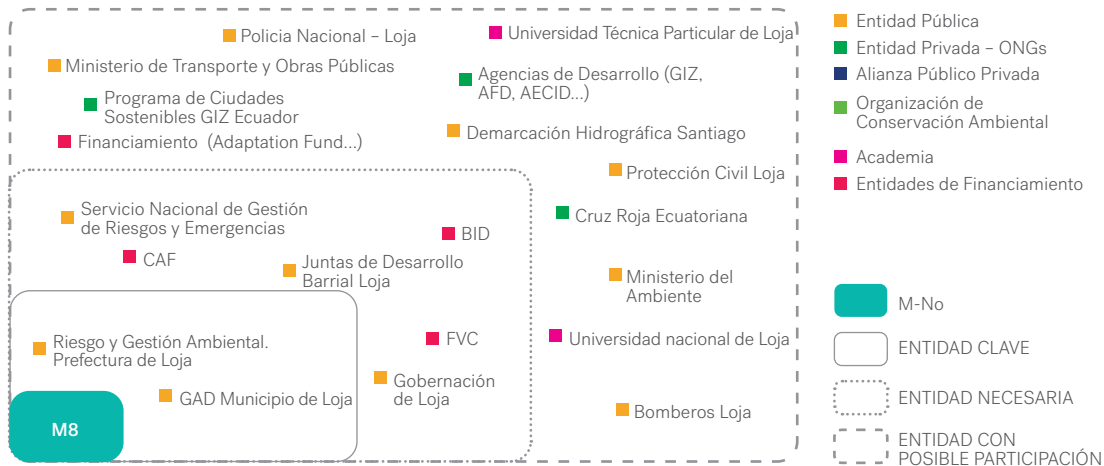
Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010)

Principales acciones de la medida

- Realización de estudios pormenorizados de los sectores potencialmente afectados por deslizamientos para delimitar las áreas de actuación prioritarias con estudios geotécnicos de las condiciones reales de los terrenos, su capacidad de carga, higrometría, etc.
- Intervención mediante obras de drenaje en las zonas afectadas con soluciones apropiadas a cada caso y con el objetivo de reducir en lo posible los flujos hídricos sobre los terrenos.
- Realización de obras de estabilización de terrenos, promoviendo las soluciones más económicas basadas en la naturaleza, como es la ingeniería forestal o bioingeniería, mediante la contención de tierras y el empleo de especies locales para drenes, abancalamientos, trinchos, barreras, etc.
- Restauración de los suelos afectados por movimientos en masa mediante técnicas basadas en la naturaleza, liberándolas de actividades relacionadas con la urbanización o edificación.
- Ejecución de obras de drenaje y estabilización del terreno en unidades residenciales en situación de riesgo alto y medio y en la infraestructura viaria cantonal.

Obras de estabilización frente a los deslizamientos en áreas de alta vulnerabilidad M8

Organismos responsables



Costo total estimado

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	250.000
Ejecución de obras	17.000.000
Campañas de socialización y comunicación	50.000
TOTAL (USD)	17.300.000

Posibles fuentes de financiamiento

- Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
- Facilidad de Inversión de América Latina (LAIF)
- KfW Banco Alemán de Desarrollo
- United Nations Development Programme (PNUD)
- World Bank (Banco Mundial)
- Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
- EUROCLIMA+
- Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)
- International Climate Initiative (IKI)

M9

Capacitación y concientización frente al cambio climático

M9

Objetivo

Coordinar los esfuerzos de capacitación institucional y pública para una mejor gestión de la adaptación urbana.

Objetivos específicos:

- Aumentar la capacidad de adaptación mediante estrategias basadas en el conocimiento.
- Agregar valor formativo a las actividades de capacitación y concientización ambiental dirigidas a la población y al personal administrativo municipal, incluyendo información relativa al control de riesgos y la adaptación al cambio climático.
- Integrar en las actividades cotidianas acciones asociadas con la adaptación urbana y el control de riesgos. Dar a conocer los avances realizados en materia de adaptación e involucrar a las comunidades en el desarrollo de las acciones.

Alcance y beneficiarios

La medida, centrada en la capacidad adaptativa, cubre la totalidad del área urbana de Loja. Además, las actividades a desarrollar pueden replicarse en otros puntos del municipio fuera del ámbito urbano.

Beneficiarios: la totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas
Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010)

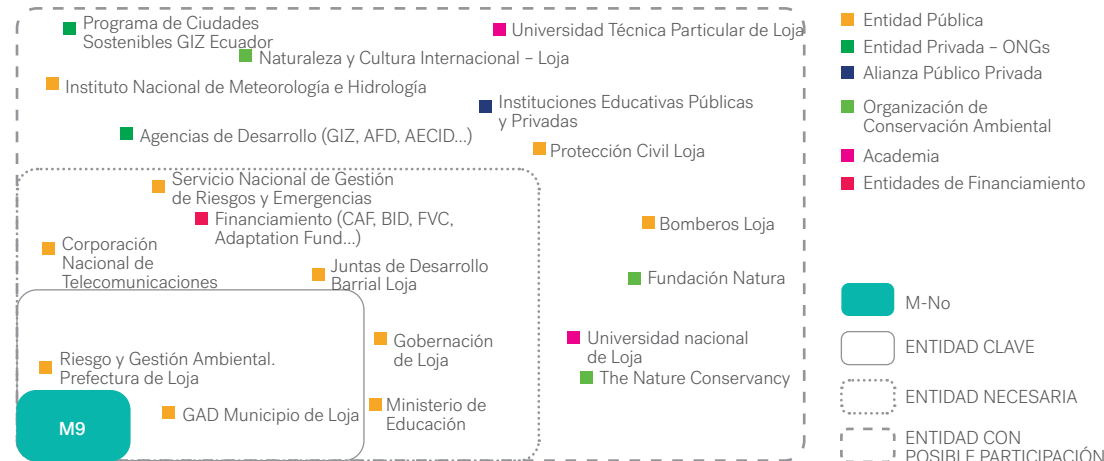
Principales acciones de la medida

- Detectar el personal administrativo clave para la implementación de las medidas de adaptación que requieren formación específica en esta materia.
- Establecer un programa de transferencia del conocimiento a la población adaptada según grupos de edad, condiciones sociales, nivel formativo, riesgo de impactos, etc.
- Coordinar la campaña de comunicación y formativa con planes relacionados con la gestión del riesgo y el cambio climático.
- Incentivar la participación ciudadana y la colaboración de los administradores públicos en el desarrollo de talleres y jornadas de formación.

Capacitación y concientización frente al cambio climático

M9

Organismos responsables



Costo total estimado

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	20.000
Gestión administrativa	100.000
Monitoreo y evaluación	25.000
Campañas de socialización y comunicación	120.000
TOTAL (USD)	265.000

Posibles fuentes de financiamiento

- Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
- KfW Banco Alemán de Desarrollo
- United Nations Environment Programme (UNEP)
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)
- International Union for Conservation of Nature (IUCN)
- International Fund for Agricultural Development
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
- Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
- EUROCLIMA+
- Climate and Development Knowledge Network
- Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)
- International Climate Initiative (IKI)
- Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI) - Norad

M10

Sistema de monitoreo y evaluación del Plan de Adaptación al cambio climático en la ciudad de Loja M10

Objetivo

Realizar un seguimiento robusto de las medidas de adaptación al cambio climático.

Objetivos específicos:

- Realizar de forma paralela el seguimiento de los indicadores relacionados con los riesgos derivados del cambio climático, exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.
- Identificar los avances y obstáculos de cada medida de adaptación.
- Integrar en una única unidad técnica la evaluación de las medidas de adaptación para poderlas implementar adecuadamente en caso de detectar déficits.
- Mejorar la capacidad de adaptación de la ciudad.

Alcance y beneficiarios

La medida planteada, al centrarse en la capacidad adaptativa, cubre la totalidad del área urbana de Loja.

Beneficiarios:

La totalidad de los habitantes del casco urbano de Loja y comunidades periféricas

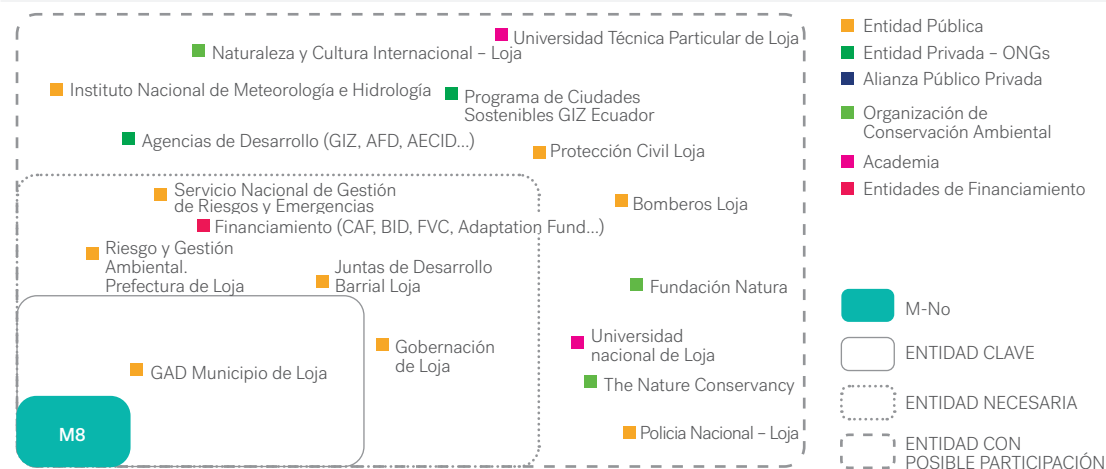
Total: 170.280 habitantes (censo INEC, 2010)

Principales acciones de la medida

- Detección del personal administrativo clave para la implementación de las medidas de adaptación y que requieren formación específica en esta materia.
- Creación de una unidad técnica de gestión de la adaptación de la ciudad de Loja que permita desarrollar íntegramente el Plan de Adaptación.
- Establecimiento del protocolo técnico de captación de datos e información básica para la evaluación mediante los indicadores.
- Mantenimiento de una política de máxima transparencia de los resultados obtenidos en la gestión de la información base de los indicadores de evaluación.
- Establecimiento de la fórmula administrativa necesaria para la transmisión de datos a las instituciones implicadas en la financiación, gestión, operatividad.

Sistema de monitoreo y evaluación del Plan de Adaptación al cambio climático en la ciudad de Loja M10

Organismos responsables



Costo total estimado

Estudios de prefactibilidad, planificación y diseño de soluciones	20.000
Monitoreo y evaluación	350.000
Campañas de socialización y comunicación	15.000
TOTAL (USD)	385.000

Posibles fuentes de financiamiento

Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
 KfW Banco Alemán de Desarrollo
 United Nations Environment Programme (UNEP)
 GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)
 International Union for Conservation of Nature (IUCN)
 International Fund for Agricultural Development
 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
 Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)
 EUROCLIMA+
 Climate and Development Knowledge Network
 Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)
 International Climate Initiative (IKI)
 Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI) – Norad

Autor imagen: Anthony Surace



This file is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic license.

<https://www.flickr.com/photos/anthony-surace/50913410082/>



5

RECOMEN- DACIONES DE IMPLÉ- MENTACIÓN

Para la implementación de las medidas identificadas, se propone, en primer lugar, la articulación del plan en cuatro programas. La agrupación de las medidas propuestas en forma de programas facilita su financiación y proporciona potenciales sinergias entre medidas y acciones. Así mismo, la creación de programas facilita la comunicación de sus propósitos, así como la propia ejecución de las medidas, permitiendo una optimización de los recursos humanos y económicos destinados a su implementación. El plan contempla, por ello, la articulación de las medidas de los siguientes programas.

- Programa Loja Ciudad Resiliente
- Programa Loja Territorio Adaptado Basado en Ecosistemas
- Programa Infraestructuras Resilientes para Loja
- Programa Transversal de Capacitación y Monitoreo del Plan de Adaptación

En segundo lugar, y con base en la experiencia previa, se proponen las siguientes recomendaciones que se consideran necesarias para la implementación de las acciones:

5.1. Recolección y actualización de información

Para la implementación del Plan de Adaptación, es necesaria la recolección y puesta al día de la información necesaria para la toma de decisiones. Para ello, la previa identificación y delimitación supone una acción imprescindible para el control de riesgos, en aspectos como:

- Cauces hídricos (identificando sectores de exposición a lluvia intensa y asociados a movimientos en masa, así como áreas de gestión del dominio público hidráulico).
- Áreas complementarias para el control de deslizamientos.
- Zonas susceptibles de implementar soluciones de drenaje sostenibles (en procesos de regeneración urbana o para desarrollar una red de espacios libres).

Sin duda, esta delimitación facilitará su incorporación a los reglamentos y herramientas de planificación y ordenamiento territorial como paso previo para el seguimiento de las dinámicas de riesgo.

Por otro lado, sería recomendable **inventariar** las características ambientales de los espacios identificados (especies arbóreas y vegetales existentes, la capacidad de infiltración del terreno, el nivel de amortiguamiento de la subida de temperaturas...), etc., con el objeto de optimizar las acciones de conservación o restauración.

Se recomienda, igualmente, la identificación y cuantificación de las pérdidas potenciales en las actuales zonas de riesgo, con el objeto de priorizar obras y planificar planes de emergencia y evacuación. Para ello, el desarrollo de estudios geotécnicos sobre las condiciones reales de los terrenos, su capacidad de carga, higrometría, etc., permitirá definir y adaptar las soluciones más apropiadas en cada momento.

Fuentes de financiamiento	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
International Fund for Agricultural Development										
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)										
Adaptation Fund (Fondo de Adaptación)										
EUROCLIMA+										
Global Environment Facility: Strategic Priority on Adaptation (GEF)										
Climate and Development Knowledge Network										
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)										
Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS- AECID)										
International Climate Initiative (IKI)										
Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI) – Norad										

Fuente: FIC, 2019.

Una memoria argumentada, basada en datos actualizados y apoyada en estudios de vulnerabilidad y riesgo, puede facilitar la consecución de ayudas en contextos competitivos.

En cuanto a las posibilidades de financiamiento nacional o regional, las entidades crediticias del Ecuador pueden aportar fondos para la ejecución de obras recogidas en las medidas de adaptación propuestas. En especial el Banco de Desarrollo del Ecuador, que cuenta con diversos programas de financiamiento para la construcción de redes de agua y saneamiento. En cualquier caso, es imprescindible una excelente colaboración entre las entidades locales y nacionales con el objeto de establecer propuestas bien estructuradas y con alto grado de éxito. Es aconsejable, en este sentido, la participación de entidades colaboradoras que presten sus conocimientos en la ejecución de las solicitudes de financiamiento.

5.4. Monitoreo y evaluación

Un aspecto sustancial para el adecuado progreso del Plan de Adaptación es el monitoreo y la valoración de resultados. Por un lado, se recomienda el monitoreo de la red de abastecimiento y saneamiento mediante un programa de control de la calidad del agua, la inclusión de sistemas inteligentes de control de pérdidas y fugas y la prevención frente a insectos y parásitos que puedan convertirse en vectores de enfermedades contagiosas. En este sentido, la recarga de acuíferos y el control ambiental de los bosques protectores situados en los sectores periféricos de la ciudad requieren el seguimiento de los procesos de restauración vegetal programados.

Por otro lado, en el ámbito de los deslizamientos, se recomienda la generación de una base de datos georreferenciada de los movimientos en masa producidos, actualizando periódicamente la cartografía de amenaza e introduciendo flexibilidad suficiente en el planeamiento para modificar de forma sencilla la definición zonal de usos del suelo. Así pues, es necesaria la creación de un sistema de seguimiento mediante sensores automatizados y monitoreo de movimientos en masa.

Finalmente, en cuanto al propio Plan de Adaptación, se recomienda el seguimiento de su ejecución, detectando los puntos débiles y desarrollando medidas alternativas en caso de ser necesario, incorporando el análisis de costo de las medidas y los sistemas de financiamiento necesarios para

la implementación de las acciones. Para ello, se requiere de informes anuales de evolución de las medidas de adaptación en cuanto a sus logros y obstáculos, entre los que está el seguimiento del proceso de capacitación.

5.5 Concientización y capacitación

Complementariamente a las indicaciones propuestas, se considera altamente recomendable desarrollar campañas participativas para la ejecución y difusión de las medidas con el involucramiento de la ciudadanía. Acciones que recojan el proceso de ejecución y los logros obtenidos en cuanto a la reducción de inundaciones, la mejora en el control de los deslizamientos derivados por estas y el avance en la calidad ambiental de la ciudad.

La participación activa de la sociedad en estos procesos permite concientizar y conocer los beneficios ambientales, sociales y económicos derivados de las acciones y es garantía de una adecuada implementación del Plan de Adaptación.

Finalmente, el establecimiento de un programa de transferencia del conocimiento a la población, adaptada según grupos de edad, condiciones sociales, nivel formativo, riesgo de impactos, etc., favorecerá la adecuada implementación de los planes relacionados con la gestión del riesgo y el cambio.



Autor imagen: Georgia Popplewell



This file is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 2.0 Generic (CC BY-NC-SA 2.0)

<https://www.flickr.com/photos/georgiap/7432207172>

6

CONSIDERACIONES FINALES



El estudio del Índice de Vulnerabilidad de la ciudad de Loja permitió detectar los sectores del municipio con mayor riesgo frente a los impactos del cambio climático. Las amenazas hidrometeorológicas son las generadoras de cadenas de impacto severas como inundaciones repentinas y deslizamientos derivados de procesos de escorrentías superficiales o subterráneas, así como sequías prolongadas y olas de calor extremo, entre otras.

Las medidas de adaptación propuestas fueron evaluadas por los agentes municipales y técnicos de diversas administraciones públicas, así como representantes de la sociedad civil. Finalmente, se incorporaron en una programación de acciones que conforman el Plan de Adaptación del municipio. La integración de estos resultados en las herramientas de planificación urbana que se están desarrollando en la actualidad permitirá incorporar con fiabilidad la variable climática en los documentos de diseño futuro de la ciudad para los próximos años.

El Plan de Adaptación pretende servir también como recurso técnico en la búsqueda de oportunidades de financiamiento a las entidades de apoyo de acciones climáticas, en especial, el Fondo Verde del Clima.

En este sentido, tras un largo proceso de análisis y socialización, se priorizaron dos medidas de adaptación, que fueron formuladas en formato y contenido como notas de concepto.

La visión integral de los efectos climáticos, su repercusión a baja escala y la vulnerabilidad asociada a ellos se han convertido en el fundamento necesario para determinar medidas de adaptación concretas frente al cambio climático.

Por último, queda destacar que la vulnerabilidad final frente al cambio climático que resulta de este estudio debe entenderse como una convolución de factores naturales y antrópicos que interactúan en las diferentes dimensiones de análisis y no dependen únicamente de la respuesta del sistema frente al forzamiento radiativo que altera el clima del planeta. Es por ello que las acciones que se implementen a través de cambios en la tecnología, economía, estilo de vida y la política pueden suponer también ventajas importantes en el proceso de adaptación de la ciudad.

El estudio ha permitido obtener:

- **Un producto cartográfico** que identifica las áreas de mayor previsión de daño final en la dimensión socioeconómica y ambiental frente a eventos adversos.
- **Una herramienta de planificación específica** para Loja, que identifica, analiza y recoge los principales retos de actuación urbana con miras a conseguir un aumento de su capacidad de adaptación.
- **Una estrategia construida socialmente**, que recoge un conjunto de perspectivas, conocimientos y experiencia científico-técnica de la susceptibilidad al cambio climático local.
- **Apoyo técnico para la toma de decisión en la gestión del riesgo** y prevención del daño.
- **La mejora del grado de conocimiento y conciencia local** sobre la posible incidencia del cambio climático.
- El desarrollo **de un Plan de Adaptación que integra 10 medidas**, agrupadas en cuatro programas:
 - Loja Ciudad Resiliente
 - Loja Territorio Adaptado Basado en Ecosistemas
 - Infraestructuras Resilientes para Loja
 - Transversal de Capacitación y Monitoreo del Plan de Adaptación
- **La identificación de dos medidas priorizadas**, que son desarrolladas en detalle para su potencial solicitud de financiamiento, siguiendo el formato de Nota de Concepto del Fondo Verde del Clima:
 - **Sistemas de Drenaje Sostenibles para la recuperación rápida frente a escorrentía superficial (M4)**
 - **Obras de estabilización frente a los deslizamientos en áreas de alta vulnerabilidad (M8)**

Autor imagen: Jaimalalate



This file is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International license.

<https://en.wikipedia.org/wiki/File:Loja10Agosto.jpg>

7

PRINCIPALES REFERENCIAS ANALIZADAS



- Acaro Jaramillo, M., 2010. Determinación de zonas propensas a inundaciones e inestabilidad de taludes en el área urbana de Loja.
- Aguirre N., Eguiguren P., Maita J., Coronel V., Samaniego N., Ojeda-Luna T., Aguirre-Mendoza Z., 2015. Vulnerabilidad al cambio climático en la región sur del Ecuador: Potenciales impactos en los ecosistemas, producción de biomasa y producción hídrica. Universidad Nacional de Loja y Servicio Forestal de los Estados Unidos. Loja, Ecuador.
- Alcaldía de Loja – CAF, 2015. Estudio de regeneración urbana del casco céntrico de la ciudad de Loja.
- Alcaldía de Loja, 2005. Plan Participativo de Fortalecimiento de la Democracia y Desarrollo del Cantón de Loja. Loja.
- Alcaldía de Loja, 2014. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Municipio de Loja 2014-2022. GAD Municipal de Loja.
- CAF, 2012. Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe. Editor: CAF.
- CAF, 2015. Plan de Acción del cantón de Loja para la reducción de huella de carbono y huella hídrica. Huella de Ciudades, CAF.
- Carrillo Jara, N., 2010. El crecimiento urbano de la ciudad de Loja y su influencia sobre los recursos naturales circundantes. Tesis de grado de la Universidad Nacional de Loja.
- D'Ercole, R., Trujillo, M., 2003. Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgos en el Ecuador. Los desastres, un reto para el desarrollo. COOPI, ERD, Oxfam. Quito.
- EU, 2002. Statistical and Regional Dynamical Downscaling of Extremes for European Regions (STARDEX). Funding Entity: European Commission (5th Framework Programme, FP5, "Global change, climate and biodiversity". URL: <http://www.cru.uea.ac.uk/projects/stardex/>.
- Fries, A., Rollenbeck, R., Bayer, F., Gonzalez, V., Oñate-Valdivieso, F., Peters, T. y Bendix, J., 2014. Catchment precipitation processes in the San Francisco valley in southern Ecuador: Combined approach using high resolution radar images and in-situ observations. *Met and Atmos Phy.* 126 (1-2), 13-29. doi:10.1007/s00703-014-0335-3.
- Fries, A., Rollenbeck, R., Nauss, T., Peters, T., y Bendix, J., 2012. Near surface air humidity in a megadiverse Andean mountain ecosystem of southern Ecuador and its regionalization. *Agricultural and Forest Meteorology* 152, 17-30. doi: 10.1016/j.agrformet.2011.08.004.
- García Sánchez, F., 2019. Planeamiento urbanístico y cambio climático: la infraestructura verde como estrategia de adaptación. *Cuadernos de investigación urbanística*, 122, pp. 1-101. Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/ciur/issue/view/448/showToc>
- Gobierno Provincial de Loja, 2011. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Loja.
- IPCC, 2014: Anexo II: Glosario [Mach, K.J., S. Planton y C. von Stechow (eds.)]. En: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, págs. 127-141.
- Ministerio de Ambiente, 2017. Conectividad de los ecosistemas del Ecuador continental. Quito (Ecuador).
- Ministerio del Ambiente, 2016. Quito, Ecuador. Análisis de la deforestación en el Ecuador continental 1990-2014.

- Nueva Agenda Urbana, 2016. Resolución aprobada por la Asamblea General el 23 de diciembre de 2016, 71/256. Nueva Agenda Urbana. Quito.
- PNUMA-ML-NCI, 2007. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Municipalidad de Loja y Naturaleza y Cultura Internacional. Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEO Loja.
- Pullupaxi, J. & Villarreal, S. (2013). Incertidumbre en la modelación hidrológica en cuencas y propagación de crecidas en cauces. Caso de estudio: Cuencas hidrográficas de los ríos Toachi y Pilatón. Proyecto Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Politécnica Nacional. Quito, 244 pp.
- Ribalaygua, J., Torres, L., Pórtoles, J., Monjo, R., Gaitán, E. and Pino, M.R., 2013. Description and validation of a two-step analog/regression downscaling method. *Theoretical and Applied Climatology*. Doi: 10.1007/s00704-013-0836-x. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00704-013-0836-x>
- Rollenbeck, R., Trachte, K., Bendix, J. (2016): A New Class of Quality Controls for Micrometeorological Data in Complex Tropical Environments. *J. Atmos. Oceanic Technol.* 33, 169-183. doi: 0.1175/JTECH-D-15-0062.1.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC), 2017. Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000. Dirección de Geoamenazas. Grupo de Evaluación de Amenaza por Movimientos en Masa, Bogotá.
- SMIC (2006). Elementos de estrategias potenciales de reducción de riesgos de desastres en el Ecuador. SUN MOUNTAIN INTERNATIONAL- SMIC -, SENPLADES. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Elementos-de-Estrategias-Potenciales-de-Reduccion-de-Riesgos-de-Desastres-en-el-Ecuador.pdf>
- SNGR-PNUD-UEB, 2013. Vulnerabilidad a nivel municipal del cantón Loja.
- Soto, J., 2018. Análisis de peligrosidad frente a los movimientos en ladera en la cuenca de Loja; (Ecuador).
- Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.) IPCC (2013). Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Cambridge University Press, Cambridge, R.U. y N.Y., E.U.A. ISBN 978-92-9169-338-2.
- Tamay, J., Galindo-Zaldivar, J., Ruano, P., Soto, J., Lamas, F., Azañón, J. M., 2016. New insight on the recent tectonic evolution and uplift of the southern Ecuadorian Andes from gravity and structural analysis of the Neogene-Quaternary intramontane basins. *Journal of South American Earth Sciences*, 70, 340-352.
- Tambo, W., 2011. Estudio del peligro de deslizamiento del norte de la ciudad de Loja. Tesis de Máster, Universidad de La Habana.
- Windhorst, D., Waltz, T., Timbe, E., Frede, H.G., y Breuer, L., 2013. Impact of elevation and weather patterns on the isotopic composition of precipitation in a tropical montane rainforest. *Hydrol Earth Syst Sci* 17, 409-419. <https://doi.org/10.5194/hess-17-409-2013>.
- Zhang, X., Yang, F., 2004. RCLimDex (1.0)—User Manual. Climate Research Branch Environment Canada, Ontario. Recuperado de (01 de julio de 2019): <https://studylib.net/doc/7659063/rclim-dex--1---climate-change-indices>.



