Recibido: 22-12-2024
Aceptado: 01-10-2025

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)[1]

MULTISCALAR ANALYSIS OF FLOODING IN URBAN AND RURAL AREAS FOR RESILIENT TERRITORIAL PLANNING: THE CASE STUDY OF COTOPAXI (ECUADOR)

JOHANA CALLES-ORTIZ [2]
EMILIA ROMÁN-LÓPEZ [3]
GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO [4]

1 El artículo es parte de la tesis doctoral “Planificación territorial resiliente frente a inundaciones en áreas urbanas y rurales: El caso de Cotopaxi (Ecuador)”

2 Arquitecta
Estudiante programa de Doctorado “Sostenibilidad y Regeneración Urbana, Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio” de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España
https://orcid.org/0000-0001-8619-3787
jp.calles@alumnos.upm.es

3 Doctora Arquitecta
Profesora Contratada Doctora, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España
https://orcid.org/0000-0001-6746-2793
emilia.roman@upm.es

4 Doctor en Geografía
Profesor Contratado Doctor, Departamento de Geografía
Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España
https://orcid.org/0000-0001-5098-8596
gustavro@ucm.es

https://doi.org/10.22320/07183607.2025.28.52.05

Las inundaciones en las áreas urbanas y rurales de la provincia de Cotopaxi son recurrentes y generan múltiples impactos negativos a nivel ambiental, social y económico. Esta investigación pone el foco en los factores que intervienen en las inundaciones pluviales y fluviales en tres escalas: territorial, urbana/rural y local. A través de una metodología mixta, apoyada en métodos cualitativos y técnicas de análisis espacial, se realiza un análisis multiescalar con relación a las inundaciones en áreas urbanas y rurales. Esta metodología se puede extrapolar a otras áreas con características similares y se nutre de tres procesos: revisión y recopilación documental, caracterización del territorio, a través de Sistemas de Información Geográfica y producción de cartografía y por último, análisis de normativas e instrumentos técnicos de planificación territorial. Como resultado, se describen cuatro factores macro de inundaciones, siendo el cambio en el uso y la cobertura del suelo el más relevante de todos, que afectan en mayor medida a la escala urbana/rural, convirtiéndola en una escala clave en la gestión del riesgo de inundación. Finalmente, esta metodología ha permitido identificar el origen de las inundaciones según la escala de análisis y, además, establecer las problemáticas específicas, las posibles vías de acción y las competencias con el fin de reducir la vulnerabilidad de las áreas afectadas.

Palabras clave: inundaciones, áreas urbanas, riesgo de inundación, análisis multiescalar, cambio climático

Flooding in urban and rural areas of the Cotopaxi province is a recurring problem that has had multiple adverse effects on the environment, society, and the economy. This research focuses on the factors involved in pluvial and river flooding at three scales: territorial, urban/rural, and local. Using a mixed-methods approach, supported by qualitative methods and spatial analysis techniques, a multiscale analysis of flooding in urban and rural areas is conducted. This methodology can be extrapolated to other areas with similar characteristics and includes three processes: documentary review and compilation; characterization of the territory through Geographic Information Systems and cartography; and, finally, analysis of regulations and technical instruments for territorial planning. As a result, four macro factors of flooding are described, with the change in land use and cover being the most relevant, affecting the urban/rural scale to a greater extent, making it a key scale in flood risk management. Ultimately, this methodology has enabled identifying the origin of floods according to different scales of analysis and, in addition, establishing specific problems, possible solutions, and competencies to reduce the vulnerability of affected areas.

Keywords: floods, urban areas, flood risk, multiscale analysis, climate change

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha intensificado muchos fenómenos meteorológicos en todo el mundo (The Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023). Las amenazas relacionadas con el clima, como inundaciones, sequías, olas de calor, etc., ponen de manifiesto la vulnerabilidad y exposición de algunos ecosistemas y asentamientos humanos a la variabilidad climática actual. Esta serie de impactos generan problemas diversos, tales como daños en infraestructuras y asentamientos, salud, bienestar humano, economía, entre otros (IPCC, 2014).

En las últimas tres décadas, los desastres asociados con el agua representaron el 88% del total de los eventos en países de América Latina y el Caribe, el 77% del costo económico reportado y, el 89% del total de personas afectadas por todos los desastres registrados en la región (Saravia Matus, 2024). En Ecuador, las inundaciones son una amenaza constante debido a diferentes factores, entre ellos, la circulación atmosférica general, las masas de aire y, la influencia de corrientes oceánicas, como el Fenómeno de El Niño (Pourrut y Gómez, 1998). En las ciudades costeras se evidencia un mayor riesgo por las condiciones propias del territorio, a lo que se añade el aumento progresivo de temperaturas en las próximas décadas. Pero, además, existen ciudades interandinas que, no teniendo costa ni cercanía con el océano, se ven igualmente afectadas de manera recurrente por las inundaciones. Esta circunstancia en entornos urbanos y rurales no se ha investigado en profundidad, lo que visibiliza escasa atención a la prevención, preparación y reducción del riesgo de desastres.

En este contexto, considerando la coyuntura actual de mitigar el riesgo por inundaciones mediante la recuperación de los ecosistemas y la utilización de soluciones verdes y sostenibles basadas en la naturaleza, la investigación pretende poner de manifiesto el universo de factores que intervienen en las inundaciones en áreas urbanas y rurales de interior, incluyendo diversos aspectos, como: infraestructura verde, ríos de carácter urbano, asentamientos informales, obras hidráulicas para el control de inundaciones, etc.

En el estudio realizado por Orellana Valdez (2023) se evidencia que las problemáticas ambientales de las áreas urbanas son distintas a las de los espacios rurales. En las áreas edificadas se originan fenómenos como inundaciones por agua de escorrentía o almacenamiento de calor, mientras que la pérdida de suelo agrícola o la fragmentación de los ecosistemas son problemáticas inherentes a las zonas rurales periurbanas. Otro estudio, realizado por Hermida et al. (2019) relaciona cuatro dimensiones que, sin duda, son inherentes a la caracterización del fenómeno de las inundaciones en áreas urbanas y rurales: la accesibilidad espacial y visual, la continuidad del corredor verde, las condiciones del espacio público y las de la primera línea edificada. Asimismo, la investigación llevada a cabo por Zamora Saenz, Mazari Hiriart, y Almeida Leñero (2018) propone once indicadores para la recuperación de los ríos urbanos, elementos clave para evitar las consecuencias de las inundaciones. Algunos de estos son: protección de áreas para la conservación de especies prioritarias, superficie potencial con restauración de suelos, índice de calidad de reforestación, gasto base del río en lluvias y en estiaje, acciones de vigilancia y monitoreo, entre otros.

Es preciso acotar que, hasta donde sabemos, en las áreas urbanas y rurales estudiadas en la provincia de Cotopaxi-Ecuador (Latacunga y Tanicuchí), localizadas en la parte central del país, no se han llevado a cabo investigaciones puntuales que integren los factores que influyen en las inundaciones pluviales y fluviales, es decir, inundaciones causadas por el desbordamiento de ríos, y aquellas ocasionadas cuando el terreno se satura de agua por la acumulación de lluvia durante tiempo prolongado. Por consiguiente, analizar estos casos resulta relevante, ya que puede extrapolarse a otras áreas urbanas y rurales con similares características.

Esta investigación identifica los factores que pueden influir en las inundaciones y los relaciona con tres escalas de análisis: la territorial, la urbana/rural y la local. En este sentido, el objetivo es desarrollar una metodología de carácter multiescalar con relación a las inundaciones en áreas urbanas y rurales mediante la utilización de tres procesos: primero, revisión y recopilación documental, segundo, cartografía y caracterización del ámbito territorial y selección de áreas de estudio específicas y, tercero, análisis de normativas e instrumentos técnicos relacionados con la planificación del territorio. Los procesos antes mencionados se han desarrollado con el apoyo del método cualitativo y técnicas de análisis espacial mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (software ArcGIS). Así también, se ha planteado como hipótesis la siguiente afirmación: El Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Latacunga integra la gestión del riesgo de desastres en la planificación territorial y muestra los principales factores potencialmente relacionados con las inundaciones en sus áreas urbanas y rurales. Finalmente, este estudio plantea propuestas o medidas de acción ante las problemáticas vinculadas a dichos factores y a las tres escalas, evidenciando que el cambio en el uso y la cobertura del suelo es el factor más relevante de todos y afecta, principalmente, a la escala urbana /rural, resultando clave en la gestión del riesgo de inundación, ya que las actuaciones deberían ser específicas y ejecutadas desde este nivel hacia el resto, con el fin de ejecutar un manejo integral del riesgo.

II. MARCO TEÓRICO

Como punto de partida, se referencian conceptos clave en la gestión del riesgo de desastres, como: *amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo.* La amenaza es un "*fenómeno de origen*

natural, biológico o antrópico, que puede ocasionar pérdidas, daños o trastornos a las personas, infraestructura, servicios, modos de vida o medio ambiente" (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública [ONEMI], 2021, p.10).

Por su parte, la exposición "*está definida por la localización de la población, infraestructura, servicios, medios de vida, medio ambiente u otros elementos presentes en un área de impacto producto de la manifestación de una o varias amenazas*" (ONEMI, 2021, p.19). Asimismo, "*la vulnerabilidad son las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas*" (SNGRE, 2018b, p.10). De tal forma, en el contexto actual se puede considerar que:

> "La vulnerabilidad territorial al cambio climático es multidimensional y está relacionada con una combinación de factores asociados al emplazamiento y el grado de fragilidad de los asentamientos humanos, así como a las actividades productivas conexas, en áreas propensas a amenazas naturales" (CEPAL, 2019, p.39).

Finalmente, el riesgo es la "*probable pérdida de vidas o daños ocurridos en una sociedad o comunidad en un período de tiempo específico, que está determinado por la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta*" (SNGRE, 2018b, p.10). En este sentido, para que exista el riesgo, deben intervenir o converger un peligro y una población vulnerable al impacto de éste (Rotger, 2018).

Cabe destacar que, en el caso analizado, la amenaza es la posible inundación, que sólo se convertirá en riesgo cuando su acción afecte a un área ocupada por una población expuesta, es decir, las áreas urbanas y rurales de la provincia de Cotopaxi que sean vulnerables a este fenómeno.

Asimismo, la revisión del estado del arte ha permitido identificar cuatro macro factores que intervienen en las inundaciones: mayor probabilidad de ocurrencia y fuerza de fenómenos hidrometeorológicos, cambio en el uso y cobertura del suelo, fallo en obras hidráulicas de control de inundaciones y, fallo en el sistema de alcantarillado pluvial. A continuación, se describen varios enfoques o conceptos que han servido de base para la creación de esta metodología.

De esta forma, se profundiza en el concepto de inundación, que "[…] *es el desbordamiento de agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua*" (World Metereological Organization [WMO] and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2012, p.127). Asimismo, se considera inundación "[…] *cuando las precipitaciones han sobrepasado la máxima capacidad de retención de agua e infiltración del suelo (inundación por saturación del suelo), o el caudal de agua supera la capacidad máxima de transporte de los ríos, quebradas o esteros"* (SNGRE, 2018a, p.29).

En este contexto, existen una serie de factores que provocan inundaciones, *"[…] sin embargo, la causa más frecuente es debida a las lluvias torrenciales y los deshielos que hacen que los ríos interiores y los embalses se desborden"* (Walker y Saunders, 1995, p.6).

A continuación, se exploran cada uno de los factores relacionados con las inundaciones que intervienen en el análisis multiescalar propuesto, comenzando con mayor probabilidad de ocurrencia y fuerza de fenómenos hidrometeorológicos. Intrínsecos a este factor destacan varios que están estrechamente relacionados, entre ellos: variaciones de frecuencia de lluvias intensas por época invernal o Fenómeno de El Niño, aumento de lluvias intensas en periodos inusuales ocasionadas por el cambio climático (IPCC, 2013), rápido deshielo de la nieve o el hielo de volcanes o montañas (Walker y Saunders, 1995), y saturación del suelo. En Ecuador, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) se encarga de proporcionar información estadística meteorológica e hidrológica para el sector público y académico, para la toma de decisiones en diferentes ámbitos de la sociedad (Iza Wong, 2024).

Por su parte, el cambio en el uso y la cobertura del suelo es uno de los principales factores para las inundaciones en áreas urbanas y rurales, y se pone en evidencia con el análisis de los siguientes aspectos: cambios en la cubierta vegetal de la cuenca hidrográfica o área urbana o rural, dando lugar a la escorrentía (Francés Gracía, 1997), el avance de la frontera agrícola y ganadera, la falta de conectividad de espacios verdes naturales y seminaturales, espacios públicos sin infraestructura verde urbana, degradación de ríos en las cuencas hidrográficas y de los ríos urbanos, inadecuadas franjas de seguridad, el incremento de zonas urbanizadas (Valladares Ros, Gil Hernández, y Forner Sales, 2017) o los asentamientos informales en zonas inundables, entre otros.

Además, otro de los factores es el fallo en obras hidráulicas de control de inundaciones, como diques, presas de contención, embalses de regulación, encauzamientos y canalizaciones. Estos sistemas generan una falsa sensación de seguridad y muchas limitaciones y problemas de operación, impacto ambiental y altos costos (Rossel, Cadier y Gómez, 1996).

Por último, el fallo en el sistema de alcantarillado pluvial, o la insuficiencia hidráulica, son otras de las causas más frecuentes de las inundaciones en áreas urbanas (Hernández Rodríguez, 2012). La función de los drenajes pluviales es la remoción del agua de lluvia de las calles y otras áreas para prevenir una serie de inconvenientes, como: interrupción del tráfico, daño a las propiedades, inundación de sótanos, etc. Cuando se proyecta una infraestructura de esta categoría no se planifica para lluvias torrenciales, ya que se considera más económico asumir daños y problemas puntuales que diseñar y dimensionar para este tipo de eventos extremos (Hardenbergh y Rodie, 1966).

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

Las inundaciones tienen, además, consecuencias inmediatas. Por ejemplo, la acumulación de desechos en determinadas zonas, la rotura de los canales de agua que puede traer consigo la contaminación del agua potable, y por ende, la aparición de enfermedades y epidemias.

Con el paso del tiempo, muchos países han ido mejorando las estrategias de respuesta frente a las inundaciones, para minimizar la vulnerabilidad a la que se expone la población cada vez que se presenta un evento adverso hidrometeorológico. En este sentido, se hace énfasis en el adecuado manejo de la gestión del riesgo de inundaciones. "*Un enfoque integrado de la gestión del riesgo de inundaciones es una combinación de medidas de gestión del riesgo que, tomadas como un todo, pueden reducir exitosamente los riesgos de inundación en ciudades"* (Jha, Bloch y Lamond, 2012, p.28). Las medidas de gestión pueden ser de dos tipos: medidas estructurales y no estructurales.

"Las medidas estructurales tienen por objetivo reducir el riesgo de inundaciones controlando el flujo del agua, tanto afuera como al interior de los asentamientos urbanos" (Jha, Bloch y Lamond, 2012, p.28). Entre ellas destacan los canales de drenaje y obras de defensa contra inundaciones, y pueden ser eficaces si son tratadas adecuadamente, como en el caso de la Barrera del Támesis, las defensas aplicadas en el mar de Holanda o los sistemas en los ríos japoneses. Sin embargo, las medidas estructurales pueden fracasar por diversos motivos, entre ellos, la presencia de eventos cuya magnitud supera las especificaciones del diseño. Asimismo, son medidas que pueden transferir el riesgo de inundaciones, reduciendo el riesgo en un determinado lugar e incrementándolo en otro.

Por su parte, las medidas no estructurales incluyen el manejo del riesgo mediante el desarrollo de capacidades para que las personas enfrenten la amenaza de las inundaciones en el medio en el que se desenvuelven. Dentro de las medidas no estructurales están las soluciones más sostenibles y naturales, como humedales o amortiguadores naturales o los sistemas de alerta temprana, que no requieren de grandes inversiones iniciales, pero sí de una adecuada comprensión de la amenaza de inundación (Jha, Bloch y Lamond, 2012).

III. METODOLOGÍA Y DATOS

Esta investigación se ha fundamentado en un estudio de caso con el apoyo del método cualitativo y técnicas de análisis espacial. De esta forma, se han establecido características y lineamientos para la creación de una "Metodología de análisis de carácter multiescalar con relación a las inundaciones en áreas urbanas y rurales", que contiene los siguientes ítems: problemáticas y factores que intervienen en las inundaciones, vías de acción y competencias. Para ello, se han tenido en consideración las siguientes escalas: escala territorial (cuencas hidrográficas), escala urbana/rural (áreas urbanas y rurales) y escala local (barrios, sectores concretos, tramos de río, calles, equipamientos urbanos, etc.). Las fases metodológicas que se han desarrollado son:

1. Revisión y recopilación documental: literatura, cartografía, trabajos previos, artículos académicos, etc.
2. Análisis de normativas e instrumentos técnicos: Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Latacunga, referentes y demás normas técnicas sobre los estándares mínimos de prevención y mitigación del riesgo en el contexto de las inundaciones. Estos documentos han sido analizados con el propósito de evidenciar la incorporación integral de la gestión del riesgo de desastres en la planificación territorial, así como para identificar las posibles estrategias de mitigación de las inundaciones en áreas urbanas y rurales.
3. Búsqueda de información geográfica para la producción de cartografía y análisis multiescalar del ámbito territorial, e identificación de los casos particulares para el análisis de afectación: Identificación de las cuencas hidrográficas localizadas en Cotopaxi (Figura 1) y su relación con las áreas urbanas y rurales específicas. Para ello, se han desarrollado las siguientes tareas:

   Procedimientos para caracterizar la amenaza:
   - Cálculo de cuencas hidrográficas a nivel nacional con base en el Modelo Digital del Terreno de Ecuador, tamaño de celda 50x50m (Instituto Geográfico Militar [IGM], 2020).
   - Cuencas hidrográficas y su relación con las provincias de Ecuador.
   - Análisis hidrográfico para identificar la red hídrica correspondiente a los cursos de agua existentes o potenciales, y otros cuerpos de agua a escala territorial.
   - Cuencas hidrográficas que afectan a Cotopaxi (Pastaza, Esmeraldas y Guayas). Esta cartografía incluye el análisis de las tres cuencas, la hidrografía y las áreas urbanas y rurales.

   Procedimientos para caracterizar la exposición:
   - Identificación y representación cartográfica de las áreas urbanas y rurales de Cotopaxi en zonas susceptibles a inundación.
   - Zonas susceptibles a inundación a escala territorial (IGM, 2020).

   Procedimientos para caracterizar la vulnerabilidad:
   - Cobertura vegetal a escala territorial, y su relación con las cuencas hidrográficas que afectan a Cotopaxi.
   - Análisis de afectación por posibles inundaciones en las áreas urbanas y rurales de Cotopaxi (Latacunga y Tanicuchí).

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

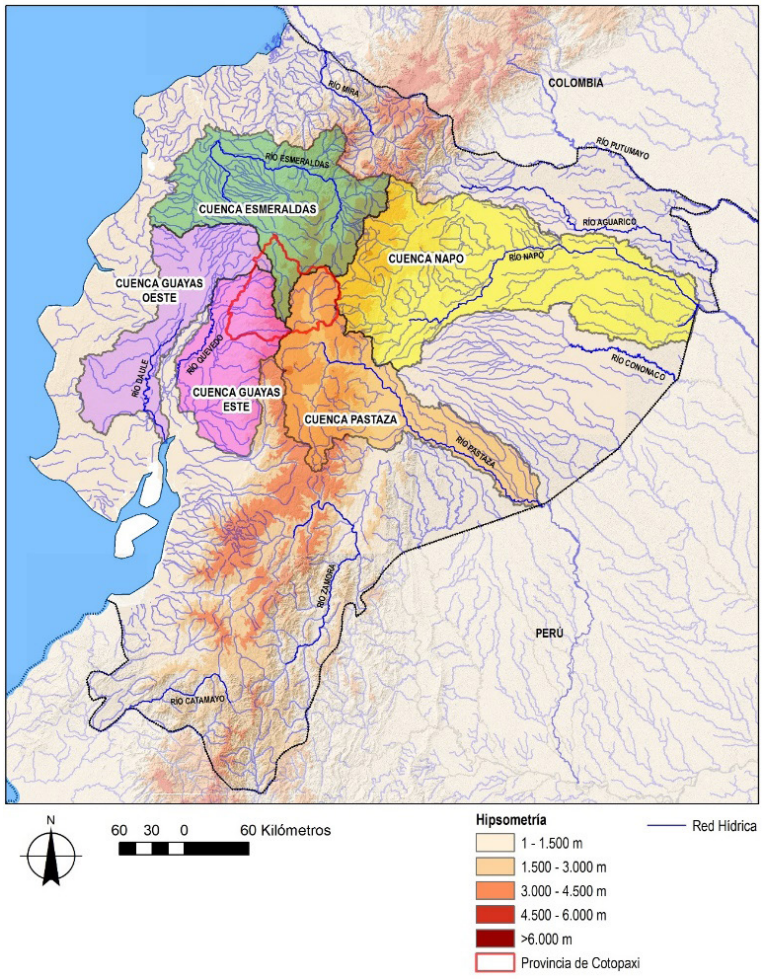

Figura 1. Cuencas hidrográficas en Cotopaxi. **Fuente:** Elaboración de los autores a partir de Secretaría Nacional de Información [SNI] (2020) e IGM (2020).

IV. RESULTADOS

De acuerdo a la metodología descrita (fases 1 y 2), se ha realizado una extensa recopilación y análisis de información para el desarrollo de la "Metodología de análisis de carácter multiescalar con relación a las inundaciones en áreas urbanas y rurales", que incluye los factores que intervienen en las inundaciones, las problemáticas, las estrategias o vías de acción y las competencias administrativas relacionadas (Contreras Velarde et al., 2021; Granda, 2023; Zevenbergen, Gersonius, y Radhakrishan, 2020; Libertun, 2023; Vega Aguilar, Malla Ceferino, y Bejarano Copo, 2020).

Esta metodología ha permitido establecer interrelaciones entre escalas y factores que intervienen en las inundaciones que se producen en áreas urbanas y rurales de interior. En este sentido, se han identificado cuatro factores macro de inundaciones pluviales y fluviales, los que se desglosan en factores específicos y problemáticas puntuales. Así también, se han identificado estrategias para contrarrestar los efectos adversos ante posibles inundaciones y, finalmente, las instancias administrativas que tienen competencias en los diferentes escenarios. Los resultados se detallan a continuación:

Mayor probabilidad de ocurrencia y fuerza de fenómenos hidrometeorológicos

En cuanto a la relación entre las escalas y los factores específicos que potencialmente contribuyen a las inundaciones (Figura 2), se ha evidenciado que tres tienen carácter multiescalar, a excepción del factor "rápido deshielo de la nieve o el hielo en volcanes y montañas" que se relaciona con la escala territorial (Figura 3) y la escala urbana/rural (Figura 4) debido a la magnitud y al alcance de las elevaciones topográficas, cuyos datos climáticos y meteorológicos serán los mismos.

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

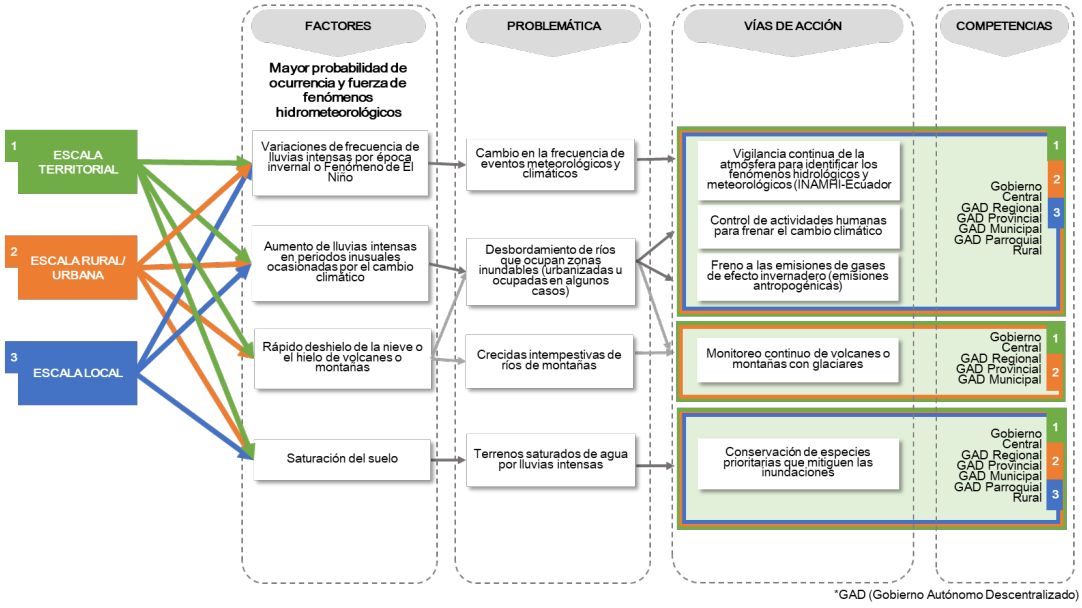

Figura 2. Interrelación multiescalar factor-macro 1. Fuente: Elaboración de los autores.

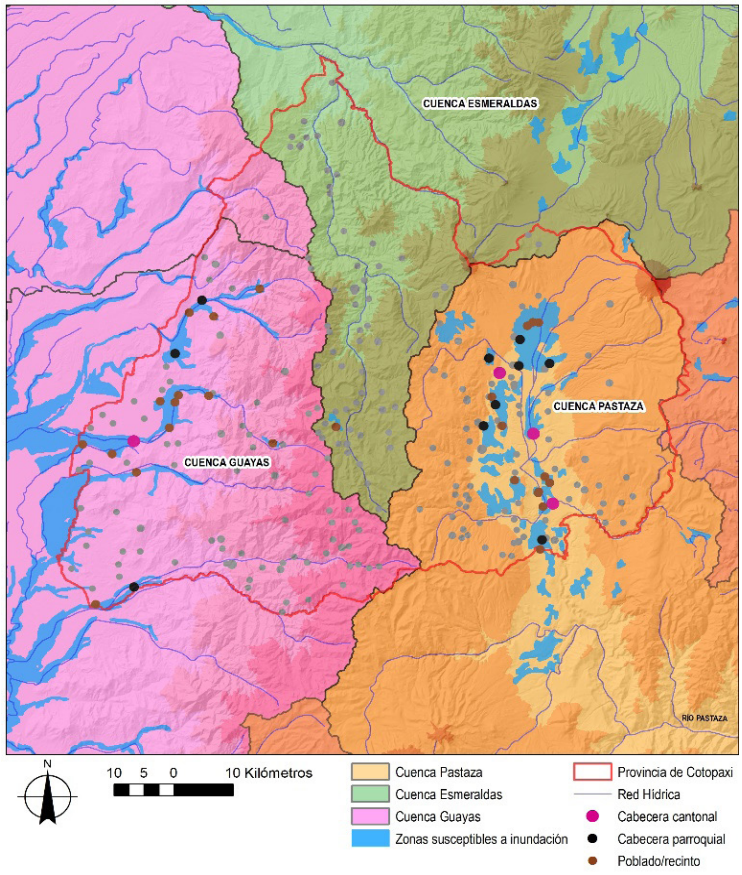

Figura 3. Áreas urbanas y rurales de Cotopaxi en zonas susceptibles a inundación (3 cuencas). Fuente: Elaboración de los autores a partir de SNI (2020) e IGM (2020).

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

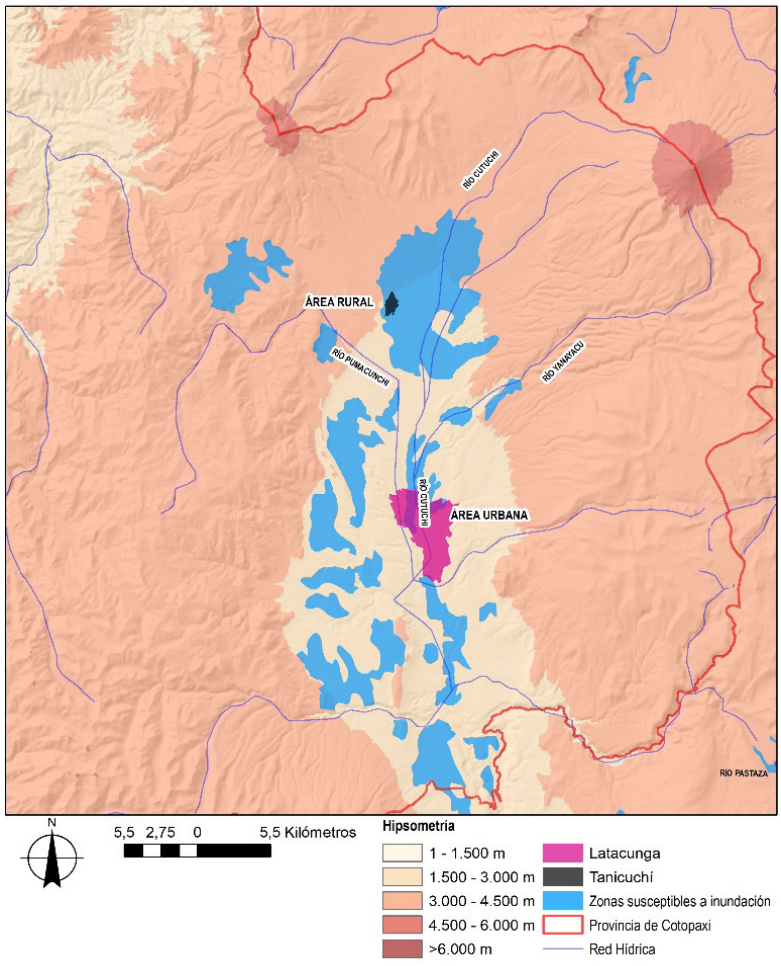

Figura 4. Latacunga y Tanicuchí. Fuente: Elaboración de los autores a partir de SNI (2020) e IGM (2020).

Así también, existen factores específicos que comparten problemáticas y, por tanto, vías de acción y competencias. Por ejemplo, "rápido deshielo de la nieve o el hielo en volcanes y montañas" tiene una problemática propia que hace referencia a las "crecidas intempestivas de ríos de montañas", y otra compartida, "desbordamiento de ríos que ocupan zonas inundables". En este sentido, las relaciones son dinámicas y permiten la retroalimentación entre variables o características. Es decir, el factor mencionado tiene implicaciones significativas en la escala territorial y urbana/rural debido al alcance de las elevaciones topográficas como volcanes, montañas, etc. Por lo tanto, las consecuencias derivadas de las problemáticas deben ser abordadas de manera conjunta.

Cambio en el uso y cobertura del suelo

Este factor que interviene en las inundaciones es el más representativo de todos. En la correspondencia de las escalas con los factores específicos de inundación, la escala urbana/rural abarca 7 de los 8 factores (Figura 5). Con lo cual, esta escala es clave en la gestión del riesgo de desastres por inundaciones en áreas urbanas y rurales, evidenciando que las actuaciones para mitigar y reducir la vulnerabilidad de las zonas afectadas deberían ser puntuales, específicas y ejecutadas desde este nivel hacia el resto con los que tenga relación. Asimismo, existen algunos factores específicos que abarcan dos escalas, pero en ningún caso las tres escalas de forma conjunta. De cualquier modo, las actuaciones ejecutadas por los organismos competentes para reducir el riesgo de inundaciones deberían estar relacionadas e integradas. Asimismo, a escala territorial se desarrollan 3 factores específicos de inundaciones, uno de ellos, degradación de ríos en las cuencas hidrográficas. Así también, los factores que se desarrollan a escala local, pueden ser medidos u observados en áreas determinadas o espacios delimitados, como es caso de asentamientos informales, zonas

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

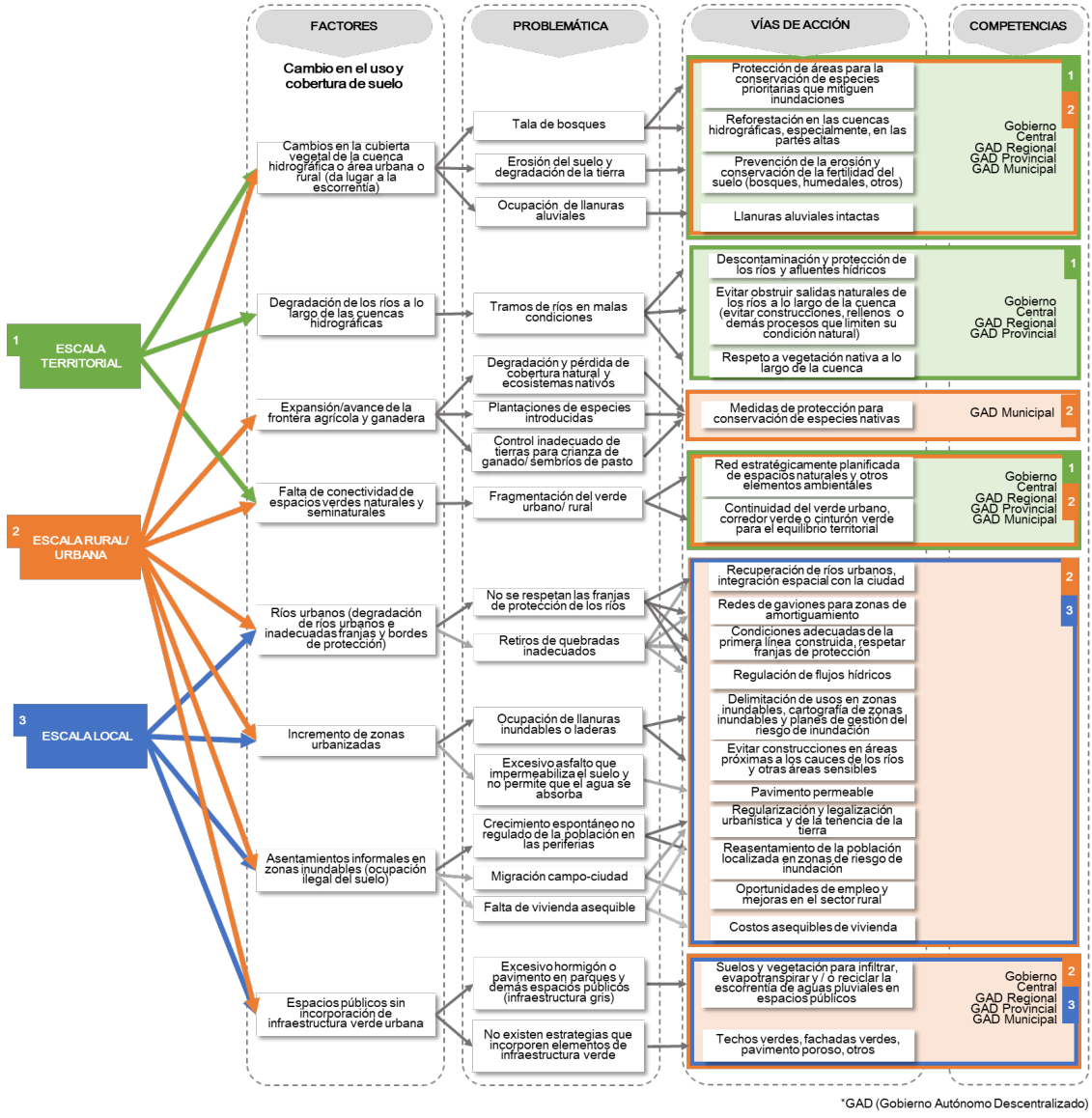

Figura 5. Interrelación multiescalar factor-macro 2. Fuente: Elaboración de los autores.

urbanizadas, tramos de ríos urbanos y espacios públicos específicos. Finalmente, otro factor importante en la relación establecida es la serie de problemas que originan cada factor de inundación, resaltando las deficiencias de gestión en materia de planificación territorial y ocupación del suelo.

Fallo en obras hidráulicas de control de inundaciones

Los factores específicos se relacionan con las tres escalas por igual. Las limitaciones y problemas de operación de las estructuras y obras hidráulicas afectarían a grandes extensiones de territorio y, además, a áreas locales específicas. Asimismo, se ha evidenciado la existencia de múltiples vías de acción para hacer frente a la problemática que representan las estructuras hidráulicas a corto, mediano y largo plazo, como es el caso de la utilización de medidas no estructurales para reducir el riesgo de inundación en las áreas urbanas y rurales. Estas soluciones representan una alternativa más económica y dinámica para minimizar el impacto de esta amenaza. Entre ellas, destacan los planes de emergencia, la cartografía de riesgos, la ordenación del territorio o la implementación de sistemas de alerta temprana. Sin embargo, se precisa también de soluciones estructurales que demuestren su eficacia y sostenibilidad a largo plazo.

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

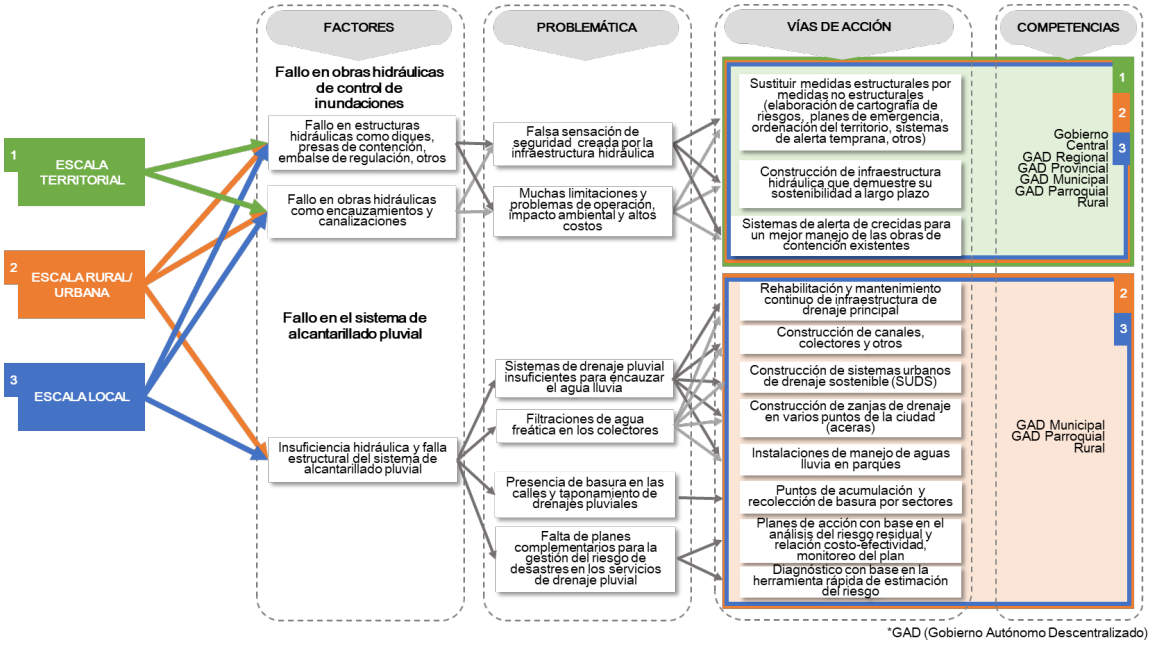

Figura 6. Interrelación multiescalar factores-macro 3 y 4. Fuente: Elaboración de los autores.

Fallo en el sistema de alcantarillado

Este factor macro es uno de los más frecuentes, sobre todo, en áreas urbanas. Refleja la insuficiencia hidráulica y falla estructural del sistema de alcantarillado. Además, presenta problemáticas muy puntuales y, a simple vista, fáciles de solucionar. Sin embargo, en la mayoría de las ciudades de Ecuador no existe una adecuada proyección y construcción de los sistemas de drenaje pluvial que, además, no están adaptados a los cambios meteorológicos bruscos. Asimismo, la utilización de soluciones basadas en la naturaleza que sirvan de apoyo a estos sistemas de drenaje convencionales es un tema incipiente en el país.

Asimismo, la fase 3 de la metodología ha permitido obtener una caracterización multiescalar (Figura 6), que cubre tanto el ámbito territorial de Cotopaxi como las áreas específicas, Latacunga y Tanicuchí. En este sentido, en Latacunga el área afectada por posibles inundaciones tiene una superficie de 4,23 Km^2, resultado del cruce entre los límites del área urbana y las zonas susceptibles a inundación. La afectación por posibles inundaciones ocurre en la zona norte de área urbana, donde se localizan barrios consolidados, equipamientos y más servicios. Latacunga tiene alrededor de 98.355 habitantes, y la población aproximada que resultaría afectada es de 22.272. Por su parte, en Tanicuchí, el área afectada es de 1,15 Km^2, las zonas susceptibles a inundación cubren el 100% de los límites de la parroquia. Tanicuchí cuenta con 12.831 habitantes por lo que resultaría afectada toda la población.

Finalmente, además de servir de base para la metodología multiescalar, al aplicar la fase 2 de la metodología, relativa al análisis de normativas e instrumentos técnicos, se han revisado cinco componentes que integran el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Latacunga, con el propósito de responder a la hipótesis planteada. En este sentido, lo que se ha podido evidenciar es que no existe una incorporación integral de la gestión del riesgo de desastres en los instrumentos de planificación territorial, y no se vinculan directamente los diferentes temas inherentes a inundaciones como son: infraestructura verde, asentamientos informales, ríos urbanos, espacios públicos verdes, alcantarillado pluvial, soluciones no estructurales, etc. Es decir, las bases para el entendimiento de las inundaciones en áreas urbanas y rurales de Cotopaxi se desarrollan de manera aislada. Tal es así que las inundaciones son tratadas, únicamente, para contextualizar el tema de amenazas, incluso son relegadas por debajo de las volcánicas.

V. DISCUSIÓN

Aragón-Durand (2014) menciona que, si bien el fenómeno de las inundaciones también impacta en zonas rurales, es en las zonas urbanas donde los daños y pérdidas pueden ser mayores debido a la alta concentración de personas, bienes, infraestructura, etc. Estas consecuencias negativas pueden impactar en el desarrollo regional e incluso nacional. En el caso de este estudio, el área urbana Latacunga presenta una afectación por inundaciones en

ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607

la zona norte, donde se localizan barrios consolidados, servicios y equipamientos importantes, a diferencia de la zona rural Tanicuchí que tiene otras características.

Asimismo, la desaparición de humedales, el incremento de zonas edificadas, desagües inadecuados y otros factores, han provocado grandes inundaciones en zonas urbanas, debido a episodios de lluvias torrenciales. Este fenómeno está inmerso en el factor "Mayor probabilidad de ocurrencia y fuerza de fenómenos hidrometeorológicos" y es una de las principales causas que ocasiona inundaciones, afectando a las tres escalas. Por su parte, el factor "Cambio en el uso y cobertura del suelo" es determinante en las inundaciones e incluye factores específicos como: avance de la frontera agrícola, cambios en la cubierta vegetal nativa de cuencas hidrográficas, degradación de ríos, etc. Así también, el fallo en obras hidráulicas de control de inundaciones y el fallo en el sistema de alcantarillado son factores estructurales que tienen soluciones puntuales. Esta última no se planifica para tormentas severas, ya que existe la comprensión de que es más económico asumir y reparar daños después de una inundación, que prevenirlos, argumento que causa mayores impactos y consecuencias.

En este sentido, determinar el origen de las inundaciones en áreas urbanas y rurales es primordial para ejecutar estrategias eficaces, donde se desarrollen soluciones estructurales y no estructurales de manera equilibrada, cumpliendo la premisa de que un enfoque integrado de la gestión de inundaciones es una combinación de medidas que, tomadas como un todo, pueden resultar exitosas (Jha, Bloch y Lamond, 2012).

De ahí la necesidad de realizar un análisis multiescalar para determinar las consecuencias, implicaciones y actuaciones en caso de inundación. Existen estudios que aplican metodologías basadas en la evaluación de indicadores de resiliencia, para tener un acercamiento cuantitativo para el análisis de la sostenibilidad en el espacio urbano, es decir, son estudios específicos que no contemplan varias escalas y evalúan temas como espacios públicos y zonas verdes, a diferencia del presente estudio que analiza varios factores que intervienen en las inundaciones (Tumini, Arriagada Sickinger y Baeriswyl Rada, 2017).

VI. CONCLUSIONES

La presente investigación desarrolla un enfoque propio denominado metodología de análisis de carácter multiescalar con relación a las inundaciones en áreas urbanas y rurales, que interrelaciona los factores que intervienen en las inundaciones en áreas urbanas y rurales de interior con tres escalas: territorial, urbana/rural y local. Esta metodología ha permitido identificar cuál es el origen de las inundaciones según la escala y, a su vez, establecer problemáticas específicas, posibles vías de acción y competencias administrativas. Además, ha puesto de manifiesto la relación directa entre todas las escalas y la importancia de considerarlas de forma integral. Es fundamental destacar que las diferentes problemáticas, vías de acción y competencias son el resultado de un análisis exhaustivo de literatura, normativa, estudios existentes, etc., que abordan temas relacionados a áreas urbanas y rurales en el contexto de las inundaciones.

En este sentido, se han identificado cuatro factores macro de inundaciones en áreas urbanas y rurales de interior: 1. la mayor probabilidad de ocurrencia y fuerza de fenómenos hidrometeorológicos, 2. el cambio en el uso y la cobertura del suelo, 3. el fallo en obras hidráulicas de control de inundaciones y 4. el fallo en el sistema de alcantarillado pluvial. De los cuatro factores macro, el de mayor impacto en las tres escalas es el cambio en el uso y la cobertura del suelo. Este factor pone en evidencia varios temas a analizar en el contexto de las inundaciones, como expansión de la frontera agrícola, conectividad de espacios naturales y seminaturales, asentamientos informales, ríos urbanos, espacios públicos verdes, etc. Asimismo, los tres factores macro restantes engloban una serie de condicionantes fundamentales para estudiar las inundaciones en áreas urbanas y rurales de forma integral, y así establecer responsabilidades y atribuciones de acuerdo a cada escala.

Finalmente, la visión territorial y multiescalar es clave para la eficacia en la respuesta ante cualquier emergencia o desastre. En este artículo se pone en cuestión la urgencia de integrar la gestión del riesgo de desastres, y el estudio de la amenaza por inundaciones en la planificación territorial y manejo del uso de suelo desde aproximaciones escalares diferentes, con el objetivo de minimizar el riesgo y reducir el impacto de las inundaciones en áreas urbanas y rurales, priorizando para este fin, el uso de soluciones basadas en la naturaleza para mitigar inundaciones.

VII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CRediT:

Conceptualización, P. C.; Curación de datos; Análisis formal, P. C.; Adquisición de financiación; Investigación, P. C., E. R., G. R.; Metodología, P. C., E. R., G. R.; Administración de proyecto; Recursos; Software; Supervisión; Validación; Visualización; Escritura – borrador original, P. C.; Escritura – revisión y edición.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón-Durand, F. (2014). *Inundaciones en zonas urbanas de cuencas en América Latina*. Soluciones Prácticas - Zurich. https://infohub.practicalaction.org/server/api/core/bitstreams/2fadac96-ad4f-44fb-8828-fc89f47dd39d/content

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2019). *Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe*. CEPAL (LC/CRP.17/3). https://www.cepal.org/es/publicaciones/44731-planificacion-desarrollo-territorial-sostenible-america-latina-caribe

Contreras Velarde, K. M., Cuzcano Quispe, L. M., Huarac López, S. L., y Bellido Roque, L. A. (2021). Planificación Territorial en las Comunidades Rurales. *CIEG*

Revista arbitrada del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales, (51) 98-107. https://www.revista.grupocieg.org/wp-content/uploads/2021/08/Ed.5198-107-Contreras-et-al.pdf

Francés Gracía, F. (1997). *Delimitación del Riesgo de Inundación a Escala Regional en la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valencia. https://habitatge.gva.es/estatico/areas/urbanismo_ordenacion/infadm/publicaciones/pdf/inundacion/inunda_libro_cas.pdf

Granda, C. (2023). *Planificación Urbana Sostenible.* leaf Sostenibilidad para Todos. https://leaflatam.com/blog/planificacion-urbana-sostenible/

Hardenbergh, W. A., y Rodie, E. B. (1966). *Ingeniería Sanitaria.* Compañía Editorial Continental S.A.

Hermida, M. A., Cabrera-Jara, N., Osorio, P., y Cabrera, S. (2019). Methodology for the assessment of connectivity and comfort of urban rivers. *Cities, 95, 102376*. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.06.007

Hernández Rodríguez, L. C. (2012). Una metodología de evaluación del riesgo público por inundación por falla del sistema de alcantarillado pluvial, caso de la cuenca del río Salitre, Bogotá. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11507

Instituto Geográfico Militar [IGM]. (07 de enero de 2020). Geoportal. https://www.geoportaligm.gob.ec/geoinformacion/

Iza Wong, A. (2024). *Forecasting extreme events in Ecuador.* ECMWF https://doi.org/10.21957/0117be5a71

Jha, A. K., Bloch, R., y Lamond, J. (2012). *Ciudades e Inundaciones: Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades en el Siglo 21.* The World Bank - GFDRR. https://documents1.worldbank.org/curated/en/950451468148161242/pdf/667990PUB0v20S00Box385314B00PUBLIC0.pdf

Libertun, N. (2023). *Ocho estrategias para adaptar nuestras ciudades al cambio climático.* Banco Interamericano de Desarrollo (BID). https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/ocho-estrategias-para-adaptar-nuestras-ciudades-al-cambio-climatico/

Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública [ONEMI]. (2021). *Glosario Gestión del Riesgo de Desastres ONEMI*. https://www.ssffaa.cl/media/GLOSARIO%20GESTI%C3%93N%20DEL%20RIESGO%20DE%20DESASTRE_2021.pdf

Orellana Valdez, D. (2023). *Infraestructura verde urbana de Quito: Su influencia en la disminución de la isla de calor* [Tesis de Maestría]. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - FLASCO Ecuador. Repositorio Flacso Andes. https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/items/5949a2b3-cef4-4803-8906-0c2094db3b4f/full

Pourrut, P., y Gómez, G. (1998). El Ecuador al cruce de varias influencias climáticas. Una situación estratégica para el estudio del Fenómeno El Niño. *Bulletin de l'Institut français d'études andines, 27*(3), 449-457. https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=12627310

Rossel , F., Cadier, E., y Gómez , G. (1996). Las inundaciones en la zona costera ecuatoriana: causas; obras de protección existentes y previstas. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, *25*(3), 399-420. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers14-12/010011839

Rotger, D. (2018). Mitigación del Riesgo de Inundación a partir de la Planificación del Paisaje. Caso: Arroyo del Gato. Gran La Plata (Buenos Aires, Argentina). *Urbano, 21*(37), 44-53. https://doi.org/10.22320/07183607.2018.21.37.04

Saravia Matus, S. (26 de Julio de 2024). *Hacia una Transición Hídrica Sostenible e Inclusiva en América Latina y el Caribe: Retos y oportunidades para alcanzar el ODS 6.* Presentación de Seminario por el Equipo de Recursos Hídricos de la CEPAL en la ELADES. División de Recursos Naturales CEPAL. https://www.cepal.org/es/notas/presentacion-seminario-equipo-recursos-hidricos-la-cepal-la-elades

Secretaría Nacional de Información [SNI]. (05 de enero de 2020). Datos Abiertos. https://www.planificacion.gob.ec/ciudadanos-conocieron-el-uso-y-contenidos-del-portal-de-datos-abiertos/

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias [SNGRE]. (2018a). Atlas de Espacios Geográficos expuestos a Amenazas Naturales y Antrópicas. Primera Edición. Ecuador. https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/atlas-amenazas-antropicas/

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias [SNGRE]. (2018b). Guía para la Gestión de riesgos a nivel territorial. Quito, Ecuador. Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias [SNGRE]. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/biblioteca/

The Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis in T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.) Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/

The Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report in R. K. Pachauri, L. A. Meyer and Core Writing Team (eds.) Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. The Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf

The Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2023).: Summary for Policymakers in H. Lee, J. Romero, and Core Writing Team, (eds.) *Climate Change 2023: Contribution Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPPC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Tumini, I., Arriagada Sickinger, C., y Baeriswyl Rada, S. (2017). Modelo para a integración de la Resiliencia y la Sostenibilidad en la Planificación Urbana [Discurso principal] in *Proceedings of the 3rd International Congress on Sustainable Construction and Eco-Efficient Solutions. (926-938), Sevilla*. Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. http://hdl.handle.net/11441/59268

Valladares Ros, F., Gil Hernández, P., y Forner Sales, A. (Coord.). (2017). *Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*. Gobierno de España - Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/basescientifico-tecnicaseeivcre_tcm30-479558.pdf

Vega Aguilar, S. A., Malla Ceferino, C. C., y Bejarano Copo, H. F. (2020). Evidencias del cambio climático en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas, 8*(1), 72-76. https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/388

Walker, J. A., y Saunders, M. (1995). *Desastres Naturales. Maremotos e Inundaciones* (1ª ed.). Aglo Ediciones S.A.

World Metereological Organization [WMO] and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2012). *International Glossary of Hidrology.* World Meteorological Organization (WMO). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221862

Zamora Saenz, I., Mazari Hiriart, M., y Almeida Leñero, L. (2018). Sistema de indicadores para la recuperación de ríos urbanos. El caso del río Magdalena, Ciudad de México. *Acta Universitaria, 27*(6), 53-65. https://doi.org/10.15174/au.2017.1520

Zevenbergen, C., Gersonius, B., y Radhakrishan, M. (2020). Flood resilience. *Philosophical Transactions of the Royal Society A, 378(2168).* https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0212

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE INUNDACIONES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES PARA UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE: EL CASO DE COTOPAXI (ECUADOR)
JOHANA CALLES-ORTIZ, EMILIA ROMÁN-LÓPEZ, GUSTAVO ROMANILLOS-ARROYO
REVISTA URBANO Nº 52 /NOVIEMBRE 2025 - ABRIL 2026
PÁG. 64 - 75
ISSN 0717 - 3997 / 0718 - 3607