

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Ambiente y Sustentabilidad

Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo

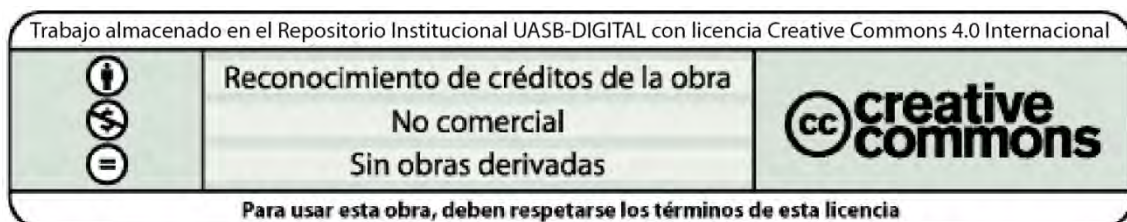
Evaluación de la vulnerabilidad a inundaciones en entornos urbanos

Caso: Barrio Turubamba Bajo, Quito

Verónica Cumandá Aguinsaca Armijos

Tutor: William Sacher Freslon

Quito, 2025



Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Verónica Cumandá Aguinsaca Armijos, autora del trabajo intitulado “Evaluación de la vulnerabilidad a inundaciones en entornos urbanos. Caso: Barrio Turubamba Bajo, Quito”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Investigación en Cambio Climático Sustentabilidad y Desarrollo en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que, en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

29 de octubre de 2025

Firma:



Resumen

Las inundaciones en Latinoamérica constituyen uno de los riesgos a desastres naturales más frecuentes debido a factores climáticos y antrópicos, exponiendo a las poblaciones a niveles de vulnerabilidad significativos y generando conflictos sobre el acceso, manejo y distribución del agua urbana; así como sobre la distribución de la vulnerabilidad. El barrio Turubamba Bajo, ubicado al sur de la ciudad de Quito, Ecuador presenta una configuración sociodemográfica, económica, climática, e infraestructural que la identifican, a priori, como una zona potencialmente vulnerable a inundaciones, creando el interés por conocer cuál es el nivel de vulnerabilidad a inundaciones al que se enfrenta la población de Turubamba Bajo. En ese sentido, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad a inundaciones en el barrio Turubamba Bajo mediante la aplicación de una metodología heurística. Para este fin, se realizó la recolección de datos a través de herramientas como la investigación documental, observación directa y encuesta para identificar amenazas y riesgos, además de variables e indicadores para el análisis. De esta manera, se integró cuatro componentes: físico, socioeconómico, infraestructural y resiliencia; que abarcan once variables y veinte y nueve indicadores. Para la determinación del nivel de vulnerabilidad a inundaciones, se combinó los datos procesados cualitativos y cuantitativos, integrándolos en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para su representación en mapas síntesis de vulnerabilidad. Los resultados obtenidos indican un nivel medio de vulnerabilidad física (50,89%), un nivel medio a alto de vulnerabilidad socioeconómica (67,59%), un nivel medio a alto de vulnerabilidad infraestructural (63,49%) y un nivel alto de vulnerabilidad respecto a la resiliencia (85%) de la población. El nivel de vulnerabilidad a inundaciones para Turubamba Bajo corresponde a un nivel medio a alto (67%). Con esta base, se elaboró una matriz de discusión respecto a medidas de adaptación que puedan ser integradas en la gestión urbana de Turubamba Bajo. Estos resultados resultan relevantes para redireccionar la gestión de riesgos por eventos climáticos hacia un enfoque más integral, tanto en el territorio de estudio, como a escalas más amplias.

Palabras clave: vulnerabilidad, inundaciones, urbanización, gestión urbana, gestión hídrica, adaptación

A Dios.

A mi padre[†] y a mi madre. Nunca fue abundancia, nunca fue efímero. Todas las palabras y todas las acciones han sido justas y sabias, han perdurado en la mente y en el alma para dar impulso a cada nueva etapa. Todas las expresiones, propias de cada uno, que se han convertido en ejemplo, han calado y continúan haciéndolo para ayudarme a avanzar en el camino de la vida.

A Sofi y Deysi. Por los juegos infantiles y por las realidades del crecimiento. Por las incontables charlas de motivación, de comprensión, y de cuidado. Por sabernos refugio.

Por ser las amigas y hermanas eternas.

A mis hermanas, hermanos, sobrina y sobrinos. Por compartir momentos, sonrisas y sueños. Por estar durante estos 31 años de vida y ser compañeras, compañeros, compañera y compañeritos de viaje.

Tabla de contenidos

Figuras y tablas.....	13
Abreviaturas.....	15
Introducción.....	17
Capítulo primero: Configuración urbana global y regional.....	23
1. Urbanización, cambio climático y eventos hidrometeorológicos extremos ...	23
2. Gestión hídrica urbana en América Latina	24
2.1. Desigualdades y relaciones de poder en la gestión hídrica	25
2.2. Perspectiva ecológica-política de la gestión urbana e hídrica	26
3. Acepciones sobre vulnerabilidad, amenaza y riesgo	28
3.1. Dimensión social y distribución de la vulnerabilidad	30
4. Conceptualización de metodologías para el análisis de vulnerabilidad.....	31
4.1. Determinación de la vulnerabilidad	33
Capítulo segundo: Área de estudio y metodología.....	35
1. Descripción del Distrito Metropolitano de Quito	35
2. Descripción de Turubamba Bajo	36
2.1. Ubicación geográfica.....	36
2.2. Clima	37
2.3. Precipitaciones.....	37
2.4. Uso de suelo	38
2.5. Hidrografía	39
2.6. Población y economía	40
2.7. Sistemas de drenaje	41
3. Metodología.....	41
3.1. Primera instancia: identificación de amenazas y riesgos de inundación en Turubamba Bajo y derivación de los componentes de análisis	42
3.1.1. Encuesta: tamaño muestral y selección de la muestra.....	42
3.1.2. Diseño y aplicación de la encuesta.....	44
3.1.3. Realización de las encuestas	44
3.1.4. Observación directa sistematizada	45
3.1.5. Diseño y aplicación de plantillas de observación directa.....	45
3.1.6. Determinación de los componentes de análisis de vulnerabilidad.....	47

3.2.	Segunda instancia: espacialización de la vulnerabilidad a inundaciones en Turubamba Bajo	49
3.2.1.	Construcción de matrices de ponderación y valoración	49
3.2.1.1.	Matriz de ponderación para el componente físico	49
3.2.1.2.	Matriz de ponderación para el componente socioeconómico	50
3.2.1.3.	Matriz de ponderación para el componente infraestructura.....	52
3.2.1.4.	Matriz de ponderación para el componente resiliencia	53
3.2.1.5.	Ponderación para la vulnerabilidad a inundaciones	53
3.2.2.	Elaboración de cartografía.....	54
3.3.	Tercera instancia: discusión de medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones según el contexto de Turubamba Bajo.	57
	Capítulo tercero: Análisis de resultados y discusión	59
1.	Primera instancia: identificación de amenazas y riesgos de inundación en Turubamba Bajo y derivación de los componentes de análisis	59
1.1.	Información demográfica e indicadores de vulnerabilidad social	59
1.1.1.	Género y edad	59
1.1.2.	Instrucción académica y cohesión social.....	60
1.1.3.	Tiempo de residencia.....	61
1.2.	Indicadores de vulnerabilidad económica	62
1.2.1.	Ingresos económicos y seguros de salud y vida	62
1.2.2.	Conocimiento y afectaciones sobre inundaciones pasadas.....	64
1.2.3.	Accesibilidad y nivel de confianza sobre servicios públicos	65
1.3.	Indicadores de vulnerabilidad infraestructural	67
1.3.1.	Percepción del estado general de infraestructura	67
1.3.2.	Eliminación de desechos y tipología de afectaciones en la infraestructura de drenaje	70
1.4.	Indicadores de resiliencia	71
1.4.1.	Conocimiento.....	71
1.4.2.	Preparación	73
2.	Segunda instancia: espacialización de la vulnerabilidad a inundaciones en Turubamba Bajo	74
2.1.	Mapa síntesis de vulnerabilidad física.....	74
2.2.	Mapa síntesis de vulnerabilidad socioeconómica.....	75
2.3.	Mapa síntesis de vulnerabilidad infraestructural	77

2.4.	Mapa síntesis de vulnerabilidad en su componente de resiliencia	79
2.5.	Mapa síntesis de vulnerabilidad a inundaciones	81
3.	Tercera instancia: discusión de medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones según el contexto de Turubamba Bajo	85
	Conclusiones.....	91
	Lista de referencias.....	93
	Anexos.....	103
	Anexo 1: Modelo de encuesta	103
	Anexo 2: Desglose de resultados de encuesta aplicada.....	106
	Anexo 3: Modelo de fichas técnicas para observación directa.....	110
	Anexo 4: Desglose de resultados de observación directa.....	112
	Anexo 5: Registro fotográfico	114

Figuras y tablas

Figura 1. Mapa base de ubicación, Turubamba Bajo.	37
Figura 2. Mapa de precipitaciones para el año 2022, Turubamba Bajo.	38
Figura 3. Mapa de cobertura y uso de suelo, Turubamba Bajo.	39
Figura 4. Mapa hidrográfico, Turubamba Bajo.	40
Figura 5. Delimitación de zonas y puntos de muestreo para recolección de datos en el área de estudio, Turubamba Bajo.	43
Figura 6. Proceso para derivar la vulnerabilidad a inundaciones utilizando SIG.	54
Figura 7. Género y edad, Turubamba Bajo.	59
Figura 8. Nivel de instrucción académica y cohesión social, Turubamba Bajo.	60
Figura 9. Tiempo de residencia, Turubamba Bajo.	61
Figura 10. Nivel de ingresos económicos y acceso a seguros de salud Turubamba Bajo	63
Figura 11. Conocimiento y experiencia sobre inundaciones pasadas, Turubamba Bajo	64
Figura 12. Acceso a servicios públicos, Turubamba Bajo.	65
Figura 13. Nivel de confianza en servicios provistos por entidades públicas, Turubamba Bajo.	66
Figura 14. Percepción del estado general de conservación de viviendas, vías, y sistema de drenaje, Turubamba Bajo.	67
Figura 15. Eliminación de desechos y tipología de afectaciones en infraestructura, Turubamba Bajo.	70
Figura 16. Nivel de conocimiento sobre medidas a tomar en caso de inundación: antes, durante y después de un evento de inundación, Turubamba Bajo.	71
Figura 17. Fuentes de información sobre medidas de prevención y mitigación ante eventos de inundación, Turubamba Bajo.	72
Figura 18. Nivel de preparación de la población ante eventos de inundación, Turubamba Bajo.	73
Figura 19. Mapa síntesis de vulnerabilidad física, Turubamba Bajo.	74
Figura 20. Mapa síntesis de vulnerabilidad socioeconómica, Turubamba Bajo.	76
Figura 21. Mapa síntesis de la vulnerabilidad infraestructural, Turubamba Bajo.	78
Figura 22. Mapa síntesis de vulnerabilidad en su componente de resiliencia.	80
Figura 23. Mapa de vulnerabilidad a inundaciones, Turubamba Bajo.	81

Figura 24. Ejemplos de estructuras habitacionales con deterioro, Turubamba Bajo.	82
Figura 25. Tramos de la quebrada Shanshayacu y viviendas cercanas	83
Figura 26. Tramos de la quebrada El Capulí y viviendas cercanas.....	83
Figura 27. Ejemplos de infraestructura de drenaje convencional deterioradas, Turubamba Bajo.....	84
 Tabla 1 Elementos para el análisis de la vulnerabilidad desde diferentes enfoques	31
Tabla 2 Planificación para la realización de las encuestas	45
Tabla 3 Aspectos, variables, indicadores, recursos y metodologías propuestos para el análisis de vulnerabilidad en Turubamba Bajo.....	47
Tabla 4 Pesos y valores para la vulnerabilidad física en Turubamba Bajo	49
Tabla 5 Pesos y valores para la vulnerabilidad socioeconómica en Turubamba Bajo..	51
Tabla 6 Pesos y valores la vulnerabilidad infraestructural en Turubamba Bajo	52
Tabla 7 Pesos y valores para la vulnerabilidad en términos de resiliencia para Turubamba Bajo.....	53
Tabla 8 Estandarización de la vulnerabilidad.....	56
Tabla 9 Discusión sobre medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones según el contexto de Turubamba Bajo	87

Abreviaturas

CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
DMQ	Distrito Metropolitano de Quito
EPMAPS	Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEMA	Agencia Federal de Gestión de Emergencias
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INHAMI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MDMQ	Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
OCHA	Oficina de Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
SGSCGR	Secretaría General de Seguridad Ciudadana y Gestión de Riesgos de Quito
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SNGR	Secretaría General de Gestión de Riesgos
SUDS	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible
UNDRR	Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres

Introducción

El mundo actual es un mundo urbanizado y América Latina es una de las regiones más urbanizadas del planeta (Schrader-King 2020). El contexto territorial y socioeconómico en el que se desarrolla un proceso de urbanización en una zona determinada condiciona y define las dinámicas que establece con otros aspectos o fenómenos del entorno. De esta manera, para el año 2015, alrededor de 980 millones de personas habitaban asentamientos informales dentro de la configuración urbana global; y en la de América Latina, 111 millones de personas (Watanabe 2015). Para el 2022, esta cifra aumentó en un 13%, tanto a nivel global como regional. Estos asentamientos se ubican en zonas altamente vulnerables, como márgenes de ríos, laderas montañosas y llanuras fluviales, expuestos a desastres asociados a eventos hidrometeorológicos extremos (Acuña-Duarte 2021). Por lo tanto, la población que habita en estas zonas se inserta en un modelo de urbanización marcado por dinámicas de poder que generan desigualdades socioambientales en el acceso a recursos hídricos, infraestructura y capacidad socioeconómica para habitar espacios seguros; convirtiéndolas en poblaciones especialmente vulnerables frente a los impactos por desastres naturales (Domene Gómez 2006).

En este sentido, en América Latina, entre 1960 y 2020 tuvieron lugar alrededor de 3570 desastres provocados por eventos hidrometeorológicos extremos, afectando a un total de 321 millones de personas en zonas urbanas; con mayor impacto socioeconómico sobre comunidades o personas en situaciones de alta vulnerabilidad y pobreza (CEPAL 2022; IPCC 2022). Entre estos eventos, las inundaciones se identifican como los de mayor frecuencia y afectación en la región, tanto en términos económicos como ambientales, sanitarios y humanitarios (Blaikie et al. 1996; OCHA y UNDRR 2023). Aunque las inundaciones forman parte de la geodinámica natural del planeta (Burgos et al. 2019), se convierten en una amenaza cuando la actividad antrópica altera los espacios naturales, transformándolos en zonas propensas a estos eventos. En este contexto, el crecimiento urbano acelerado y desordenado, caracterizado por la expansión de asentamientos informales en zonas de riesgo, la impermeabilización del suelo, y la carencia de una gestión de aguas urbanas integrada y sostenible, ha incrementado la vulnerabilidad de las ciudades latinoamericanas frente a inundaciones (Montero y García 2017). A este panorama se suma el impacto del cambio climático. Según el IPCC (2022), el

calentamiento global ha incrementado la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos como olas de calor, lluvias torrenciales, inundaciones y sequías y, de no reducirse las emisiones de gases de efecto invernadero, esta proyección a futuro es creciente. Las alteraciones en el ciclo hidrológico resultantes impactan directamente en la seguridad hídrica y elevan el riesgo de desastres.

Vulnerabilidad y configuración urbana de ciudades latinoamericanas

El asentamiento urbano en América Latina refleja una combinación de factores históricos, sociales, y económicos que han configurado ciudades con altos niveles de vulnerabilidad frente a amenazas de origen climático y desigualdades en el acceso a recursos esenciales como el agua (Stadel 2000). En este sentido, ciudades como Buenos Aires, Córdoba y Rosario en Argentina, acumularon un crecimiento paulatino a lo largo de 50 a 70 años, impulsado esencialmente, por la llegada de inmigrantes europeos. En contraste, otras áreas urbanas han mostrado un crecimiento más reciente, concentrándose en las últimas dos o tres décadas, debido principalmente a la migración interna (Aguilar-Barajas 2018). Asimismo, la ocurrencia de eventos extremos de precipitación en este país andino, combinada con la urbanización de llanuras, ha derivado en un aumento de las inundaciones urbanas en zonas ribereñas (Miralles-Wilhelm et al. 2018). A este escenario se suma la reducción en la capacidad de infiltración del suelo, producto de la expansión de superficies pavimentadas y contaminación por actividades industriales, lo que incrementa la escorrentía superficial y, en última instancia, disminuye la eficiencia del sistema de drenaje urbano (Zapperi y Montico 2021).

En Lima, capital del Perú, el proceso de urbanización se ha desarrollado de forma acelerada y poco planificada. La población se abastece de agua de acuíferos subterráneos, los cuales han sido afectados por la degradación de las cuencas fluviales, resultado de actividades mineras, y por el aumento de la impermeabilización en los lechos de los ríos en las zonas urbanas. Por esta razón, el agua superficial presenta elevadas cargas de sedimento y sustancias contaminantes (Loris 2018). A esta situación se suma la recurrente ocurrencia de sequías, lo que evidencia que las fuentes de agua no están garantizadas de forma permanente. Por ello, resulta imprescindible reformular los usos del agua potable y fomentar la integración de sistemas sostenibles para el manejo tanto del suministro como del drenaje pluvial urbano (Zapperi y Montico 2021).

El Alto, en Bolivia, experimentó un crecimiento urbano acelerado y dinámico pasando de ser un asentamiento periférico en La Paz, a transformarse en una de las

ciudades más pobladas (Urquieta y Botton 2020). Esta configuración urbana responde principalmente a procesos de migración interna y a un desarrollo urbano sin planificación estatal. A su vez, el desborde poblacional que experimentó esta ciudad, ocasionó asentamientos en zonas vulnerables como laderas y terrenos inestables, que son particularmente susceptibles a deslizamientos e inundaciones. Además, la deforestación y extracción de materiales para la construcción informal, contribuyen al arrastre de sedimentos y escombros que afectan la función de las infraestructuras de drenaje, lo cual, durante lluvias intensas, inciden en la ocurrencia de inundaciones (Díaz 2015).

A pesar de existir avances recientes, todavía existe una falta significativa de estudios sistemáticos y detallados sobre la vulnerabilidad de las ciudades latinoamericanas a inundaciones, especialmente en lo que respecta a las desigualdades sociales y urbanas. Muchas ciudades latinoamericanas crecen rápidamente y de forma desordenada, lo que dificulta el monitoreo y la planificación; la infraestructura urbana es desigual, y los asentamientos informales suelen estar en zonas de alto riesgo; finalmente hay falta de inversión en investigación interdisciplinaria que combine datos climáticos, sociales y urbanos (Cajigal y Maldonado 2019; Kephart et al. 2024).

Vulnerabilidad y expansión urbana en ciudades ecuatorianas

La expansión urbana en Ecuador, especialmente en ciudades como Cuenca, Guayaquil y Quito, revelan patrones de crecimiento acelerado, desordenado y con importantes implicaciones sociales y ambientales. El crecimiento urbano en Cuenca se caracteriza por una expansión desordenada, resultado de la falta de una adecuada planificación urbana y territorial y de una gestión municipal limitado respecto al control sobre nuevas edificaciones. Esto propicia la construcción de viviendas en áreas vulnerables, como aquellas en cercanía a zonas inundables en los márgenes de ríos, zonas con pendientes pronunciadas, zonas de deslizamientos con fallas geológicas activas, zonas de condiciones especiales por su tipo de suelo, en territorios con rellenos, y en áreas de drenajes naturales o quebradas (Flores-Juca y Balseca Carrera 2022).

En la ciudad de Guayaquil, el modelo de expansión se lo califica como desordenado y con base en la iniciativa privada, es decir, es un modelo directamente relacionado a las variaciones en su economía donde inmobiliarias y traficantes de tierra promueven proyectos sin la correcta coordinación institucional causando el agotamiento del suelo urbanizable (Cuero Melville y Lavalle Villacís 2024). Este fenómeno da lugar a la transformación del suelo rural a urbano con prevalencia de asentamientos informales,

especialmente en zonas inundables; la expansión de los límites urbanos, y problemáticas ambientales sobre los ecosistemas naturales de la ciudad (Carofilis Cedeño 2017).

Quito, ubicada al pie de la cordillera de los Andes, presenta su concentración urbana en la ladera este del volcán Pichincha, además en márgenes de quebradas y orillas de arroyos (Bonilla-Bedoya et al. 2020; Vidal et al. 2018). La expansión urbana inició hacia el norte de la ciudad desde la década de 1920, y se amplió e intensificó hacia el sur en las décadas de 1970 y 1980 (Villalobos 2013). Esta configuración ocurrió como respuesta a movimientos migratorios internos impulsados por una reforma agraria, aumento poblacional y ausencia de una planificación urbana efectiva. Consecuentemente, se ha evidenciado una reducción significativa de áreas verdes y agrícolas dentro del territorio y la construcción de infraestructura en zonas vulnerables, afectando la capacidad de absorción e infiltración de agua y aumentando el riesgo de inundaciones (Vidal et al. 2018).

Vulnerabilidad y configuración urbana del barrio Turubamba Bajo

El nombre Turubamba proviene de dos vocablos quechuas: *Turi*: lodo y *Pamba*: valle; dando origen a la denominación Valle del Lodo, establecida desde la época colonial debido a las características de la zona, una netamente agropecuaria (Cupuerán 2016). Para la década de 1980, como resultado de los planes de urbanización planteados por la Junta Nacional de la Vivienda y financiados por el Banco Ecuatoriano de la Vivienda empieza un profundo proceso de urbanización en el sur de Quito y nace el barrio Turubamba Bajo en 1986 como parte de la división político-administrativa de la ciudad (Terán Parra 2010).

Sin embargo, la inminente conversión del suelo rural a espacio urbano en la zona dio lugar a diversos componentes. Primero, una importante masa migrante en busca de suelo a costos reducidos, convergió en un tejido social de tipo popular y de recursos económicos escasos que empezaron la ocupación de franjas vulnerables periféricas ya sea a través del cumplimiento mínimo de las normativas territoriales o simplemente por medio de la invasión de terrenos (Cupuerán 2016). Segundo, tomó lugar la expansión de la infraestructura habitable, en muchos de los casos sin autorizaciones municipales y legalizadas años después. La construcción de edificaciones en el sector, se la denominó de tipo informal, espontánea y adaptativa, de baja altura y destinadas primordialmente a usos residenciales y en menor escala, a usos comerciales (Pilatasig 2021). Como consecuencia, estudios técnicos realizados bajo la supervisión de la EPMAPS y de la SGSCGR, han señalado que muchas de estas construcciones carecen de las características

estructurales adecuadas, debido a la ausencia de estudios y diseños de cimentación apropiados (Dávila et al. 2020). Esto ha producido deterioros importantes en diversas unidades de vivienda, que se las califica de tipo popular, poniendo en riesgo la habitabilidad de las mismas (Dávila et al. 2020). Tercero, el desarrollo infraestructural necesario para el abastecimiento de agua potable continúa siendo ineficiente. A inicios del proceso de urbanización, el barrio contaba con tres cisternas y más adelante se realizó la conexión de mangueras y medidores (Cupuerán 2016). En la actualidad, Turubamba Bajo tiene parte en el sistema combinado de alcantarillado de la ciudad de Quito, que constituye el componente de drenaje artificial. En cuanto al sistema de drenaje natural, el barrio está influenciado por la presencia de cauces significativos, entre los cuales destacan la quebrada Shanshayacu y, en sus inmediaciones, las quebradas Caupicho y El Capulí, mismas que se han desbordado durante épocas de precipitaciones intensas en años anteriores (EPMAPS 2011). Sin embargo, ambos sistemas presentan serias complicaciones, especialmente durante temporadas de lluvias intensas, vinculadas a la contaminación por el vertido y acumulación de desechos lo cual sobrecarga y obstruye los sistemas de drenaje, contribuyendo en última instancia a la ocurrencia de eventos de inundaciones (Dávila et al. 2020).

Los factores detallados dentro de la configuración urbana de Turubamba Bajo, comparten relación con el modelo de expansión urbana registrado para las ciudades latinoamericanas; y sugieren a priori, que se trata de una zona potencialmente vulnerable a inundaciones debido a su situación demográfica, a la conversión del uso de suelo a causa de la impermeabilización del terreno, y a las deficiencias en la construcción y mantenimiento de infraestructuras. Se optó trabajar con un barrio como unidad de análisis de vulnerabilidad en respuesta al interés de integrar variables socioeconómicas como nivel educativo, ingresos, edad, entre otras; información que se desprende de censos y estudios sociales que, mayormente, están desagregados por barrios. De esta manera, se busca la interacción de datos físicos con datos sociales para obtener una visión integral de la vulnerabilidad.

En la ciudad de Quito, existen diversos estudios y fichas técnicas para la gestión de riesgos por inundaciones; sin embargo, no se cuenta con estudios específicos para los barrios urbanos y sus respectivos contextos, por lo tanto, resulta pertinente el planteamiento del objetivo general de esta investigación, determinar el nivel de vulnerabilidad a inundaciones en el barrio Turubamba Bajo mediante la aplicación de una metodología heurística. En concordancia, los objetivos específicos propuestos son:

- Identificar las amenazas y riesgos asociados a inundaciones en el barrio Turubamba Bajo, y derivar variables e indicadores de vulnerabilidad que integren aspectos ambientales, sociales, económicos e infraestructurales.
- Espacializar el nivel de vulnerabilidad a inundaciones del barrio Turubamba Bajo utilizando herramientas de cartografía temática y sistemas de información geográfica (SIG) para integrar datos multivariantes.
- Discutir medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones del barrio Turubamba Bajo.

De acuerdo al enfoque conceptual y en respuesta a los objetivos establecidos se aplicaron distintos procedimientos metodológicos que incluyen investigación documental, observación directa, encuesta, y análisis cartográfico. Y en referencia a ambos marcos, conceptual y metodológico, la tesis se estructura en cuatro capítulos:

El primer capítulo desarrolla consideraciones conceptuales respecto a los nexos entre urbanización, cambio climático y eventos hidrometeorológicos extremos a nivel global y regional, la gestión hídrica, y la vulnerabilidad.

El segundo capítulo realiza una caracterización, tanto de la ciudad de Quito como de Turubamba Bajo con el fin de identificar amenazas y riesgos a inundaciones en el área, y que puedan ser tratados como indicadores y variables de análisis. Se presenta también la metodología de la investigación conforme a los objetivos establecidos.

El cuarto capítulo presenta el análisis y discusión de resultados obtenidos conforme a los objetivos establecidos, y como sustento de las conclusiones identificadas.

Capítulo primero

Configuración urbana global y regional

Este capítulo presenta el marco conceptual frente a la vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos extremos como inundaciones dentro de ámbitos de urbanización y cambio climático, lo cual influye en la gestión hídrica en América Latina. Además, presenta consideraciones conceptuales sobre las metodologías para el análisis de la vulnerabilidad.

1. Urbanización, cambio climático y eventos hidrometeorológicos extremos

La urbanización comprende un proceso complejo que implica el crecimiento de las ciudades y la transformación de las formas de vida y del paisaje (Díaz 2018). Para Gran Castro (2020), la urbanización incluye además una reconfiguración de las dinámicas económicas, sociales, políticas y culturales que cambian los territorios y generan nuevas formas de vulnerabilidad socioespacial. Montero y García (2017), argumentan que se trata de un proceso de reestructuración económica y social que da lugar a ciudades donde se concentra el poder político, económico y administrativo, pero también desigualdades espaciales y ambientales. Aunque Domene Gómez (2006), no ofrece una definición explícita, su enfoque permite entender a la urbanización como un proceso territorial y social que genera desigualdades socioambientales dentro del entorno urbano vinculadas al acceso a recursos como el agua, la energía y el espacio público, además de estar profundamente influido por relaciones de poder.

Es así que, a nivel global, aproximadamente el 55% de la población vive en áreas urbanas, y se estima que para el año 2050, el 66% de la población mundial resida en ciudades (Schrader-King 2020). De manera similar, en América Latina, alrededor del 80% de la población es urbana, convirtiéndola en la región más urbanizada del mundo (Montero y García 2017). El crecimiento urbano en la región se debe, principalmente, a movimientos migratorios del espacio rural al urbano, al aumento demográfico en las zonas urbanas y a la reclasificación de áreas rurales a urbanas (Montero y García 2017).

El ritmo y la magnitud de la urbanización en las ciudades latinoamericanas, las transforma en superficies impermeables que, vinculadas a los efectos del cambio

climático, presentan desafíos importantes en su gestión. De acuerdo al IPCC (2022), el cambio climático influye en la ocurrencia y frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos que, si bien son propios de la variabilidad del tiempo y el clima, es decir son naturales, se pueden transformar en amenazas cuando incrementan en frecuencia e intensidad. Dentro de los fenómenos atmosféricos se cuenta las lluvias, granizadas, tormentas, olas de calor, estiaje, entre otros; y dentro de los fenómenos hidrológicos están las inundaciones, erosiones, sedimentación y otros (Carrión et al. 2024); siendo las inundaciones el evento hidrometeorológico extremo que más afecta a América Latina (IPCC 2022; Hardoy y Pandiella 2009).

2. Gestión hídrica urbana en América Latina

La gestión hídrica en la región enfrenta desafíos complejos derivados de la urbanización acelerada, la deficiencia en infraestructura y la desigualdad social. Históricamente, el asentamiento de ciudades en la región latinoamericana ha estado estrechamente vinculado a la disponibilidad de fuentes naturales de agua dulce como ríos, lagos y manantiales para asegurar un suministro continuo (Stadel 2000). Sin embargo, el crecimiento acelerado de las ciudades transforma profundamente esta relación, obligando a replantear el manejo del agua urbana y las dinámicas de oferta y demanda del recurso.

La narrativa dominante supone que a medida que la población aumenta, también lo hace la demanda de agua, por lo tanto, se busca aumentar la oferta (Aguilar-Barajas 2018). No obstante, Kallis (2010) en su análisis de políticas de gestión del agua en Atenas, indica que existe un ciclo de retroalimentación o “coevolutivo” entre la oferta y demanda en el que la expansión de la infraestructura hídrica para satisfacer la demanda urbana, genera una percepción de abundancia que incentiva un mayor consumo; con el tiempo, la demanda nuevamente supera a la oferta dando lugar a nuevas inversiones en infraestructura, perpetuando así la presión sobre el recurso y repitiendo el ciclo. De manera similar, Aguilera-Klink et al. (2000) argumenta que la oferta hídrica está condicionada por factores físicos y sociales, y que incluso durante períodos de oferta abundante, la demanda no se satisface debido a una oferta manipulada por intereses económicos y políticos particulares, mientras la demanda se mantiene alta y mal gestionada generando una construcción social de la escasez del agua.

La expansión continua de los sistemas artificiales de drenaje, como son las redes de alcantarillado, es necesaria en la región para satisfacer la creciente demanda de agua

potable; sin embargo, su eficacia se ha visto limitada (Montero y García 2017). En Latinoamérica, la planificación urbana en materia de infraestructuras y servicios de agua y saneamiento adolece de coordinación integral, lo que evidencia claras deficiencias en su desarrollo (Aguilar-Barajas et al. 2018). Consecuentemente, la presión ejercida sobre los sistemas de suministro y drenaje urbano, sumada a la falta de una planificación adecuada, convierte a estos en sistemas inadecuados e ineficientes (Gran Castro 2020). Este escenario se configura como una problemática de ecología política, ya que las deficiencias en infraestructura, así como el acceso y abastecimiento de agua de calidad, se evidencian particularmente en zonas urbanas marginadas y socialmente desiguales (2020).

2.1. Desigualdades y relaciones de poder en la gestión hídrica

La desigualdad dentro de la gestión del agua en contextos urbanos se complejiza debido a las políticas estatales y las estructuras de poder que determinan quien tiene acceso al recurso y en qué condiciones, situación que frecuentemente conduce a la escasez de agua en numerosas comunidades (Zapana, March y Sauri 2021). A su vez, la problemática de la escasez de agua trasciende lo físico para constituirse también en una construcción social gestionada de forma desigual, exacerbando los conflictos entre diferentes actores como residentes, empresas, y gobiernos locales (Zapana et al. 2021). Dichos conflictos emergen cuando se otorga prioridad al uso industrial o comercial del recurso, generando beneficios económicos para unos pocos en detrimento del consumo humano.

Sumado a esto, la expansión urbana no planificada intensifica las disputas entre áreas urbanas y rurales, y entre niveles de gobierno, en torno al acceso al agua (Zapana et al. 2021). De este modo, se precarizan las fuentes hídricas reduciendo la disponibilidad de agua limpia y segura de forma general, pero afectando mayoritariamente a comunidades que habitan en asentamientos informales, donde la infraestructura adecuada para el suministro del agua es insuficiente o inexistente (Urquieta y Botton 2020).

En las ciudades de la región, las desigualdades en el acceso al agua se manifiestan en dimensiones como la asequibilidad, la calidad y la equidad en el suministro (Stadel 2000). Así, las comunidades con mayor influencia socioeconómica y política disfrutan de un acceso constante y de alta calidad. En contraste, la población de zonas marginadas en áreas urbanas periféricas y de bajos ingresos, enfrenta deficiencias en el suministro

(Swyngedouw et al. 2016). Esta situación perpetúa las desigualdades socioeconómicas, considerando que el acceso al agua es esencial para la salud, la higiene y el desarrollo humano. Por ejemplo, en ciudades como El Alto, en Bolivia, la priorización del suministro de agua está influenciada por la capacidad de movilización de los habitantes de barrios, lo que refleja la forma en que las redes sociopolíticas determinan el acceso al recurso (Urquieta y Botton 2020). De igual manera, en Arequipa, Perú, la distribución del agua se ve afectada por la prevalencia de sistemas informales de abastecimiento en las áreas periféricas (Stadel 2000).

Por lo tanto, los conflictos por el agua en áreas urbanas son un reflejo de desigualdades estructurales y de relaciones de poder que dominan la gestión del recurso. Para abordar estos conflictos, se requiere de una gestión hídrica sostenible e inclusiva por medio de políticas con enfoques en la equidad y sostenibilidad, implementación de infraestructura eficiente que garantice el acceso equitativo al agua a todas las comunidades urbanas, especialmente a aquellas más vulnerables (Aguilar-Barajas et al. 2018).

2.2. Perspectiva ecológica-política de la gestión urbana e hídrica

La ecología política representa una contribución significativa al entendimiento del papel que desempeñan los procesos económicos, sociales, culturales y políticos en el estudio del cambio socioambiental (Domene Gómez 2006). Se reconoce que la naturaleza es percibida y construida de manera diferente por diversos grupos sociales, dependiendo de los contextos, experiencias e intereses de cada uno (2006). También se comprende que, en esta construcción social de la naturaleza y en la diferenciación de percepciones, pueden existir grupos sociales que impongan predominantemente su visión sobre lo que para ellos representa la naturaleza en comparación con otros. Desde esta perspectiva, la urbanización se entiende como un factor que produce diferentes “naturalezas” y que resulta de procesos socioambientales específicos que también dan lugar a una distribución particular de recursos naturales y servicios medioambientales (Swyngedouw, Kaika, y Castro 2016).

Para Damonte y Lynch (2016), en un proceso de urbanización, se consideran dos instancias: el cambio del paisaje en términos físicos y socio-ecológicos, y los patrones de relaciones de poder y consumo que generan las condiciones para dicho cambio. Ambas instancias darían lugar a un cambio urbano diferenciado y probablemente desigual en un

entorno producido, como son las ciudades. Es decir, mientras que ciertas cualidades sociales y/o físicas pueden ser mejoradas en determinados lugares y para ciertas personas, esas mejoras también pueden implicar un deterioro de las condiciones sociales y físicas para otros grupos sociales y su entorno (Domene Gómez 2006). Por lo tanto, se entiende que, mientras el crecimiento urbano no se detenga, se requerirán constantemente de procesos intensos de cambio socio-ambiental para sustentar las dinámicas que conlleva la urbanización.

Por otro lado, Swyngedouw et al. (2016) identifican tres configuraciones en relación con la gestión hídrica dentro de la ecología política. Primero, la transformación del espacio físico y alteraciones en los regímenes hidrológicos, donde las fuentes de agua que abastecen a las ciudades experimentan modificaciones por la expansión e incremento en la demanda del recurso. Segundo, la intensificación del uso impulsado por el crecimiento urbano y por usos alternativos resultando en la creación de infraestructuras de suministro. Finalmente, la incorporación de reservas no explotadas en respuesta a eventos de saturación hídrica.

Para analizar estas transformaciones, los autores consideran cuatro etapas en la organización de los sistemas urbanos de suministro y manejo del agua, que abarcan desde la segunda mitad del siglo XIX hasta la actualidad dentro de su estudio sobre ciudades europeas. En la primera etapa, las compañías privadas controlaban el suministro de agua destinándolo preferentemente a sectores económicamente acomodados. En la segunda etapa, se introdujo una tarifa básica que permitió ampliar el acceso y beneficio a un grupo más amplio de la población. En la tercera etapa, se establecen cuerpos regulatorios y actores con intereses diversos. Se incrementa la inversión en infraestructura hídrica y se definen tarifas más detalladas, lo que transforma la relación público-privada en el sector. Finalmente, en la cuarta etapa y actualidad, el sector hídrico se encuentra bajo control estatal lo cual genera conflictos sociopolíticos ante un persistente proceso de privatización y demandas de grupos sociales que abogan por una gestión equitativa y sustentable, así como por la protección de las fuentes hídrica.

En comparativa, Ávila-García (2015) explora los cambios en el modelo de apropiación y gestión del agua urbana en ciudades latinoamericanas, indicando que, al igual en Europa, este modelo se apega a la privatización del recurso para incentivar la inversión extranjera en proyectos extractivistas e infraestructurales, dando lugar así a nuevas formas de resistencia y conflicto sociopolítico. Estos procesos de privatización se iniciaron a fines de la década de 1980, facilitados por ajustes en la normativa y la

regularización ambiental por parte de los Estados a favor de la empresa privada. Esto ha excluido otras formas de gestión comunitaria o social; poniendo en riesgo el bienestar individual y la protección de bienes comunes como ríos, manantiales, lagos y humedales (Acuña-Duarte 2021). Estas prácticas se basan, en muchos casos, en la depredación ambiental, la sobreexplotación y contaminación de cuerpos de agua, así como en el desvío de fuentes naturales para actividades mineras, industriales y agrícolas, generando desechos altamente contaminantes que afectan la calidad del agua.

Esta situación se interpreta, en términos generales, como una violación al derecho humano al agua, afectando especialmente a los sectores vulnerables que no disponen del capital necesario para adquirir el servicio (Ávila-García 2015). En respuesta, se generan tensiones sociales que se han transformado en luchas y movimientos de defensa y oposición a la privatización del agua en América Latina. Las propuestas de estas organizaciones se orientan hacia la promoción de una gestión alternativa y ciudadana, basada en modelos de cogestión o autogestión (Merlinsky et al. 2020). Sin embargo, en contextos donde no ha existido resistencia social significativa y donde el Estado ha brindado facilidades para la inversión, el modelo de privatización del agua se ha consolidado y es probable que continúe expandiéndose.

3. Acepciones sobre vulnerabilidad, amenaza y riesgo

Vulnerabilidad

Según el último informe del IPCC (2022, 12), la vulnerabilidad se refiere a “la propensión o predisposición a ser afectado negativamente, comprende la susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación”. Por otro lado, Gran Castro (2020) presenta el concepto de vulnerabilidad desde un contexto social y ecológico, entendiéndolo como una situación que resulta en una capacidad insuficiente o incapacidad de asegurar el bienestar de un grupo social frente a la variabilidad e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos y el cambio climático. Esta definición se contrapone a la proporcionada por el IPCC (2022), principalmente en lo que respecta a la indicación de que los efectos negativos del cambio climático pueden ser más pronunciados en ciertos espacios debido a la falta de capacidad de respuesta individual o comunitaria (Gran Castro 2020).

Por otro lado, según Oliver-Smith et al. (2017) la vulnerabilidad se establece como una precondition para el desastre, refiriéndose a las condiciones de un grupo social que

colocan a sus miembros en riesgo dependiendo de sus habilidades para anticipar, responder o recobrase de un impacto. En este contexto, se entiende por desastres a una combinación compleja tanto de amenazas naturales como de procesos socioeconómicos y políticos que pueden variar de un desastre a otro (Blaikie et al. 1996). Es decir, para comprender la ocurrencia de desastres “naturales”, es necesario integrar el conocimiento sobre los eventos naturales que los causan, así como el entorno social, político y económico en el que se estructuran los grupos sociales vulnerables.

Cardona (2002) coincide con Blaikie et al. (1996) al proponer una perspectiva desde los desastres naturales, y define a la vulnerabilidad como “la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste” (2). Con esta definición, el autor busca exteriorizar la noción de que la vulnerabilidad se puede entender como un factor de riesgo interno que matemáticamente se puede expresar la potencialidad de que el sujeto o sistema expuesto sufra afectaciones por el fenómeno que caracteriza la amenaza. Por lo tanto, desde esta perspectiva los conceptos de riesgo, amenaza y vulnerabilidad son interdependientes.

Amenaza

Se refiere a un factor de riesgo externo para un sistema o individuo expuesto, que desde un enfoque cuantitativo se puede expresar como la probabilidad de ocurrencia de que un evento con determinada magnitud ocurra en un lugar específico, dentro de un intervalo de tiempo definido (Cardona 2002). En este enfoque, las amenazas no se limitan a eventos naturales como terremotos o inundaciones, sino que también incluye amenazas antropogénicas como el desempleo, la exclusión social, o la contaminación (González et al. 2009). Es decir, comprende los diversos factores externos que puedan afectar negativamente el bienestar de un sujeto o sistema.

Riesgo

Para Cardona (2002), el riesgo corresponde al potencial de daños o pérdidas que pueden sufrir el sujeto o sistema expuesto producto de la interacción mutua y condicionada entre la amenaza y la vulnerabilidad. De forma matemática, se lo denota como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto lugar y período de tiempo. Asimismo, Díaz Caravantes (2018) resalta la importancia de conceptualizar al riesgo como integrador de la interacción

vulnerabilidad-amenaza, más no de forma aislada. Esto implica que el riesgo pueda variar según el entorno social, económico y geográfico.

Por lo tanto, es fundamental reconocer la relación que guardan estos conceptos, y en ese sentido, se entiende que es primordial en primera instancia, definir la o las amenazas a partir de las cuales se examinará la vulnerabilidad. Segundo, entender que un evento natural no es suficiente para producir un desastre, sino que este es producto de la construcción social de riesgos relacionada con las condiciones de vulnerabilidad del sujeto o sistema expuesto (Díaz Caravantes 2018). Si no existe una amenaza, no es posible ser vulnerable y, por lo tanto, no hay un riesgo que intervenir. Así, en los casos donde no es posible intervenir la amenaza para reducir el riesgo, es imperativo modificar las condiciones de vulnerabilidad ya que, al reducir uno de estos elementos, lo que realmente se busca es la reducción del riesgo (González et al. 2009).

3.1. Dimensión social y distribución de la vulnerabilidad

La dimensión social de la vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad de individuos o grupos a sufrir afectaciones o perjuicios debido a factores socioeconómicos, culturales y políticos, además de su posición dentro de la estructura social (González et al. 2009). Esta dimensión representa un aspecto crucial para entender cómo estos grupos experimentan desigualdades en la distribución de la vulnerabilidad.

Moreno-Crossley (2008) argumenta que la noción de vulnerabilidad social se percibe desde dos principales interpretaciones: como fragilidad o como riesgo. La primera se basa en la idea de que la vulnerabilidad corresponde a un atributo de individuos o comunidades que están sujetos a situaciones de fragilidad o precariedad, mismas que influyen de forma negativa en la integración y desarrollo social. La segunda asume que, los individuos o comunidades están aquejados por la distribución de riesgos, que son consecuencia de procesos colectivos. Por ejemplo, un individuo, hogar o comunidad es vulnerable como resultado del efecto conjunto de toma de decisiones por parte de más actores en cuanto a la distribución, generalmente desigual, de bienes y recursos.

Ramos Ojeda (2019) coincide al identificar dos nociones generales sobre la dimensión social, una relacionado con la estructura y otra con la estratificación. La noción de estructura enfatiza sobre aspectos de interdependencia y articulación entre un individuo o comunidad con otras estructuras sociales, mientras que la noción de estratificación indica los rasgos o características que influyen en la capacidad de un

individuo, hogar o comunidad para hacer frente a situaciones de desigualdad; ambas instancias coincidiendo con la interpretación de riesgo y de fragilidad de Moreno-Crossley (2008), respectivamente. Esto implica evaluar aspectos como el nivel de conocimiento e información, la organización comunitaria y la preparación para responder ante emergencias (Watanabe 2015).

Desde un enfoque más práctico, la vulnerabilidad social incluye aspectos objetivos como la pobreza y el acceso a recursos, y aspectos subjetivos como la percepción de la inseguridad y exclusión social de ciertos grupos (González et al. 2009). Esto representa un impacto sobre el desarrollo contemporáneo al exponer a grupos menos favorecidos a situaciones de riesgo debido a las construcciones sociales, culturales y políticas.

4. Conceptualización de metodologías para el análisis de vulnerabilidad

Para el análisis de la vulnerabilidad, es fundamental reconocer la complejidad inherente al concepto explorada anteriormente. La selección del enfoque de análisis y de la integración de factores y variables dependerá de las características propias de cada sitio de investigación, además de la disponibilidad y factibilidad de obtención de datos, de manera que se aborde de manera precisa las particularidades de cada contexto. Para este fin, se revisaron los estudios sobre vulnerabilidad de Connor y Hiroki (2005), Andersen y Woodrow (1989), Peck et al. (2007), y Beevers et al. (2016) que se encuentran resumidos en la Tabla 1 y que proporcionan las bases para la identificación y selección de variables de análisis para el presente trabajo.

Tabla 1
Elementos para el análisis de la vulnerabilidad desde diferentes enfoques

Estudio	Componentes	Indicadores
Connor y Hiroki (2005)	Meteorológico	Frecuencia e intensidad de lluvias / Velocidad y volumen del flujo de agua
	Hidrogeológico	Promedio de la pendiente en la cuenca / Área urbanizada en la cuenca
	Socioeconómico	Porcentaje de pobreza / Tasa de alfabetización / Tipo de vivienda
	Contramedidas	Estructurales / No estructurales
	Físico	Características de la tierra / Suelo / Clima / Infraestructura / Tecnología

Andersen y Woodrow (1989)	Social	Nivel de marginalidad / Etnicidad/ Religión/ Estructura social
	Motivacional	Resiliencia / Capacidad de respuesta
Peck, Karmakar, y Simonovic (2007)	Vulnerabilidad	Sensibilidad biológica/ Estructura económica/ Etnicidad/ Accesibilidad a recursos/ Infraestructura
	Amenaza	Índice de inundaciones a través del tiempo/ Nivel de impacto de inundaciones pasadas
	Exposición	Uso del suelo / Permeabilidad del suelo
Beevers, Walker, y Strathie (2016)	Susceptibilidad	Densidad y crecimiento poblacional/ Desempleo/ Desigualdad
	Resiliencia	Capacidad de respuesta/ Conocimiento/ Preparación/ Número de refugios
	Exposición	Topografía/ Uso del suelo/ Edificaciones

Fuente: con base en Connor y Hiroki (2005), Andersen y Woodrow (1989), Peck et al. (2007), Beevers et al. (2016)

Elaboración propia

Los estudios de Connor y Hiroki (2005), Peck et al. (2007), y Beevers et al. (2016) abordan el análisis de vulnerabilidad desde enfoques técnicos y cuantitativos. Connor y Hiroki (2005) desarrollan un Índice de Vulnerabilidad a Inundaciones (FVI por sus siglas en inglés), que integra variables sociales, económicas, físicas y ambientales para comparar la vulnerabilidad entre cuencas. Peck et al. (2007) proponen el análisis con base en la fórmula: *Riesgo de Inundación = Amenaza * Vulnerabilidad * Exposición*, que es la forma convencional de definir al riesgo presentada en la literatura mainstream, lo que permite desarrollar un modelo integrado y preciso en el análisis. Beevers et al. (2016) por su parte, utilizan herramientas geoespaciales para mapear la vulnerabilidad urbana a través de un enfoque sistémico donde las dimensiones exposición, susceptibilidad y resiliencia son interdependientes y poseen el mismo peso en el análisis. En contraste, Andersen y Woodrow (1989) plantean un enfoque participativo y cualitativo, centrado en el análisis comunitario de vulnerabilidad y capacidad. Su modelo considera tres dimensiones: física, social y motivacional con el objetivo de diseñar intervenciones que fortalezcan las capacidades locales.

Todos estos estudios coinciden en la importancia de seleccionar variables e indicadores relevantes, pero difieren en sus metodologías: mientras unos priorizan la medición técnica y la modelación, otros enfatizan el contexto social y la participación comunitaria como clave para comprender y evaluar la vulnerabilidad.

4.1. Determinación de la vulnerabilidad

La metodología heurística para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones consiste en la combinación de criterios cualitativos y cuantitativos mediante un sistema estructurado de ponderación y valoración de variables (Lozano 2009). La ponderación se asigna a las variables seleccionadas de acuerdo con su importancia ante el riesgo de inundación, y los valores se asignan a cada indicador de cada variable según su nivel de criticidad (Lozano 2009). De esta manera los niveles de vulnerabilidad se establecen y se expresan mediante rangos, y su aplicación se enfoca, principalmente en entornos urbanos dentro de contextos donde se requiere flexibilidad y adaptabilidad a las condiciones locales (Burgos et al. 2019).

Algunos casos de aplicación incluyen para la evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones ante inundaciones y sismos, de poblaciones afectadas por ciclones tropicales y sus inundaciones asociadas, y en proyectos de gestión del riesgo (Lozano 2009).

En comparación con las metodologías cualitativa y cuantitativa, aunque coinciden en su objetivo de análisis, difieren en sus enfoques y aplicaciones. La metodología cualitativa se basa en la interpretación de percepciones, experiencias y dinámicas sociales, permitiendo comprender los significados que las comunidades atribuyen a los riesgos (Hernández Sampieri y Fernández-Collado 2014; Cáceres 2001); la cuantitativa, en cambio, utiliza datos medibles y modelos estadísticos para representar la vulnerabilidad de forma objetiva y comparativa asociados (Hernández Sampieri y Fernández-Collado 2014; Cajigal y Maldonado 2019). La heurística al apoyarse en criterios prácticos y aproximaciones adaptativas, sin requerir necesariamente de grandes volúmenes de datos, resulta especialmente apropiada para el análisis de vulnerabilidad a inundaciones en barrios urbanos, donde la información puede ser incompleta, los contextos sociales son complejos y se requiere una respuesta rápida y contextualizada que combine experiencia local, observación directa y juicio técnico para orientar decisiones efectivas.

Capítulo segundo

Área de estudio y metodología

Este capítulo presenta una descripción del Distrito Metropolitano de Quito como espacio donde se encuentra el sitio de estudio, el barrio Turubamba Bajo. Se presenta la descripción del sitio de estudio y se desarrolla la metodología de investigación.

1. Descripción del Distrito Metropolitano de Quito

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) se ubica a $0^{\circ} 13' 47''$ de latitud sur y $78^{\circ} 31' 29''$ de longitud oeste en los Andes Centrales de Sudamérica y a una a una altitud de 2850 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Bonilla-Bedoya et al. 2020). Políticamente se organiza en nueve administraciones zonales, con 32 parroquias urbanas y 33 parroquias rurales y suburbanas. Las parroquias urbanas, a su vez, se subdividen en barrios (Ron Zambrano 2022). Su entorno se caracteriza por una condición de valle entre montañas y quebradas en el que confluyen diversos ecosistemas y pisos climáticos.

El clima de Quito se caracteriza por su variabilidad, producto de su relieve irregular y gran altitud, lo que permite transitar de un clima frío en los páramos a uno templado en los valles. El régimen pluviométrico está distribuido en dos estaciones, una lluviosa durante los meses de octubre a mayo; y una seca que comprende los meses de junio a septiembre (Serrano Vincenti et al. 2012). La precipitación media anual de la ciudad es de 1200 mm (Bonilla-Bedoya et al. 2020), y la temperatura media anual oscila entre 14°C y 18°C (Carrión et al. 2024).

Además, la presencia de los volcanes Pichincha, Casitagua y Atacazo influyen en las corrientes de aire y en la distribución de las precipitaciones (Villacis y Marrero de León 2017). En concreto, el sector sur de la ciudad recibe mayor pluviosidad y presenta un clima más frío debido a las corrientes de aire húmedo provenientes de la región amazónica que, al chocar con las montañas, reducen la temperatura; en contraste con el norte de la ciudad, donde el clima es generalmente más seco y cálido debido a la desviación de las corrientes amazónicas por el volcán Pichincha (Vidal et al. 2018).

En términos de población, entre los años de 1950 a 2010, la población total del DMQ creció de 319 000 a 2,2 millones de habitantes y la población urbana de 209 932 a

1,6 millones, según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (Bonilla-Bedoya et al. 2020). Esto sugiere un proceso sostenido de expansión urbana marcado por asentamientos informales en zonas vulnerables.

La ciudad cuenta con un sistema de drenaje natural compuesto por 182 quebradas que recorren 1300 kilómetros (km) desempeñando un papel importante en la regulación de flujos de agua y prevención de inundaciones. Sin embargo, la mayoría de las quebradas experimentan degradación debido a la acumulación de desechos y escombros en sus cauces, al relleno para la construcción de obras, el vertido de aguas servidas, la eliminación de la cobertura vegetal natural y la ocupación ilegal (Secretaría de Ambiente del DMQ 2025).

El sistema de drenaje artificial en cambio, lo compone la red de alcantarillado que comprende 847 km de recolectores y 4643 km de redes secundarias; sumando un total de 5490 km de infraestructura y cubriendo el 89% de la superficie de la ciudad (EPMAPS 2022). Es un sistema de tipo combinado, en el que los mismos conductos permiten evacuar tanto, las escorrentías como las aguas servidas derivadas de las actividades antrópicas. Sin embargo, gran parte de estos se encuentran deteriorados a causa de obstrucción por desechos y sedimentos, y servicios de limpieza y mantenimiento deficientes.

2. Descripción de Turubamba Bajo

La investigación se llevó a cabo en el barrio Turubamba Bajo que forma parte de la organización política del DMQ.

2.1. Ubicación geográfica

Turubamba Bajo se encuentra ubicado en la zona sur de la ciudad de Quito, perteneciente a la parroquia urbana Turubamba en la zonal Quitumbe. Cuenta con una altitud aproximada de 2974 msnm (Cupuerán 2016). Sus límites geográficos están definidos en base a la expansión urbana y la topografía de la zona. Así, el barrio se encuentra envuelto por varias arterias viales principales y rodeados por barrios aledaños, como se indica en la delimitación geográfica en la figura 1. Limita al sur con la vía Moran Valverde, al norte con la Av. Cusubamba, al oeste con la Av. Teniente Hugo Ortiz, y al oeste con el pasaje Oe2.

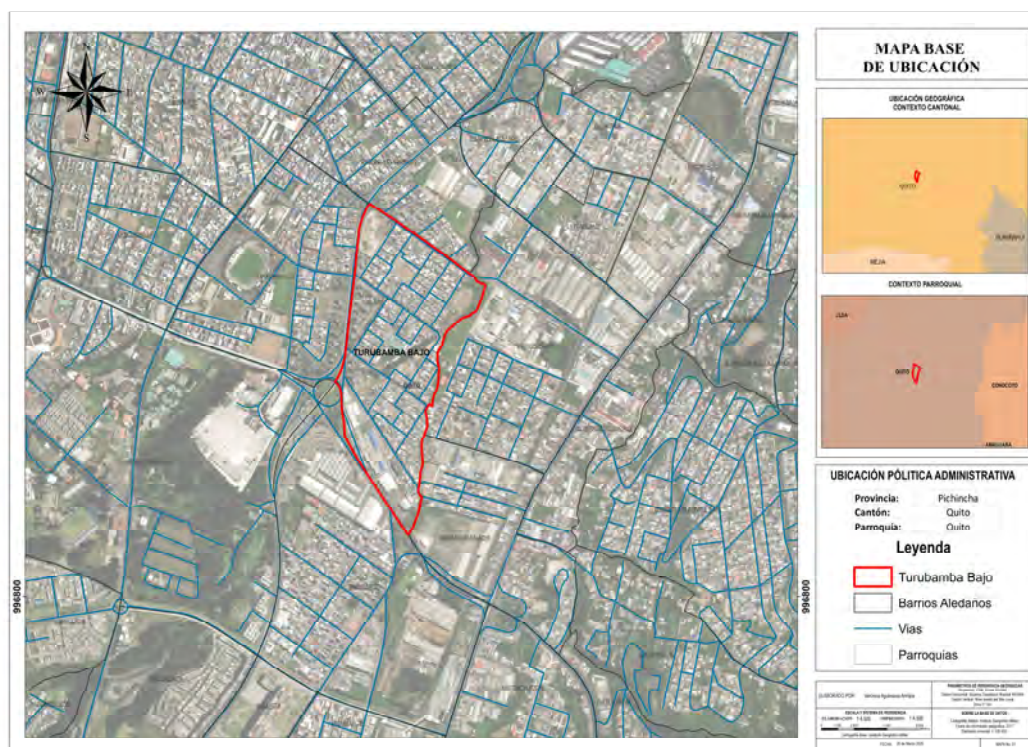


Figura 1. Mapa base de ubicación, Turubamba Bajo
Elaboración propia

2.2. Clima

El clima del área se determina como frío-húmedo, con una precipitación media mensual de 143,6 mm, identificando a los meses de enero, marzo, abril y mayo como los que registran precipitaciones más intensas. La media mínima de temperatura es de 11 °C y la media máxima de 13 °C (Morochó y Reateguá 2021). Estos datos se basan en la información proporcionada por las estaciones hidrometeorológicas del INAMHI ubicadas en las proximidades del área de estudio.

2.3. Precipitaciones

Turubamba Bajo presenta un patrón de frecuencia e intensidad de precipitaciones influenciado por el clima interandino y la orografía local, similar al observado en Quito y sus alrededores (Morochó y Reateguá 2021). El mapa de precipitaciones para Turubamba Bajo, representado en la figura 2, se base en datos recopilados de las estaciones hidrometeorológicas del DMQ disponibles en los registros del INAMHI para

el año 2022, año significativo respecto de la variabilidad en las precipitaciones que se registran tanto en el área como a nivel de la ciudad (SNGR 2025). Se representan rangos de precipitación anual de 250-1500 mm, 1500-1750 mm, 1750-2000 mm y 2000-2500 mm, permitiendo visualizar gradientes espaciales de precipitación en el área.

Turubamba Bajo se encuentra en una transición entre los rangos de 1500-1750 mm y 1750-2000 mm y en zonas hacia el oeste se registran valores entre los rangos de 1750 a 2000 mm y 2000 y 2500 mm.

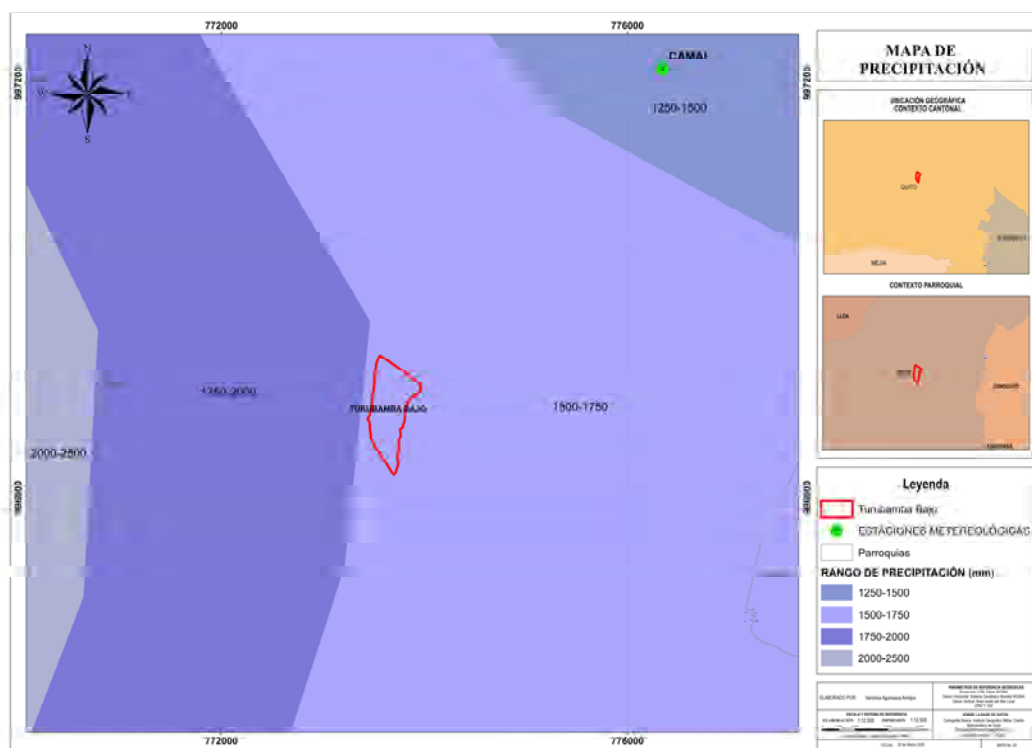


Figura 2. Mapa de precipitaciones para el año 2022, Turubamba Bajo
Elaboración propia

2.4. Uso de suelo

El establecimiento del barrio Turubamba Bajo transformó una zona agropecuaria en urbana (Terán Parra 2010). El mapa de cobertura y uso de suelo presentado en la figura 3 muestra que Turubamba Bajo se encuentra dentro de una zona antrópica, es decir, un área significativamente modificada por la actividad humana, particularmente por la urbanización. Alrededor del barrio se destacan franjas de vegetación arbustiva y herbácea estableciendo transiciones entre zonas antrópicas y otros tipos de cobertura; identifica parches de "bosque" bien delimitados, aunque escasos en la zona de Turubamba Bajo,

sugiriendo una baja proporción de vegetación natural remanente; y a mayor distancia, tierras dedicadas a actividades agrícolas y ganaderas, con intervención humana significativa.

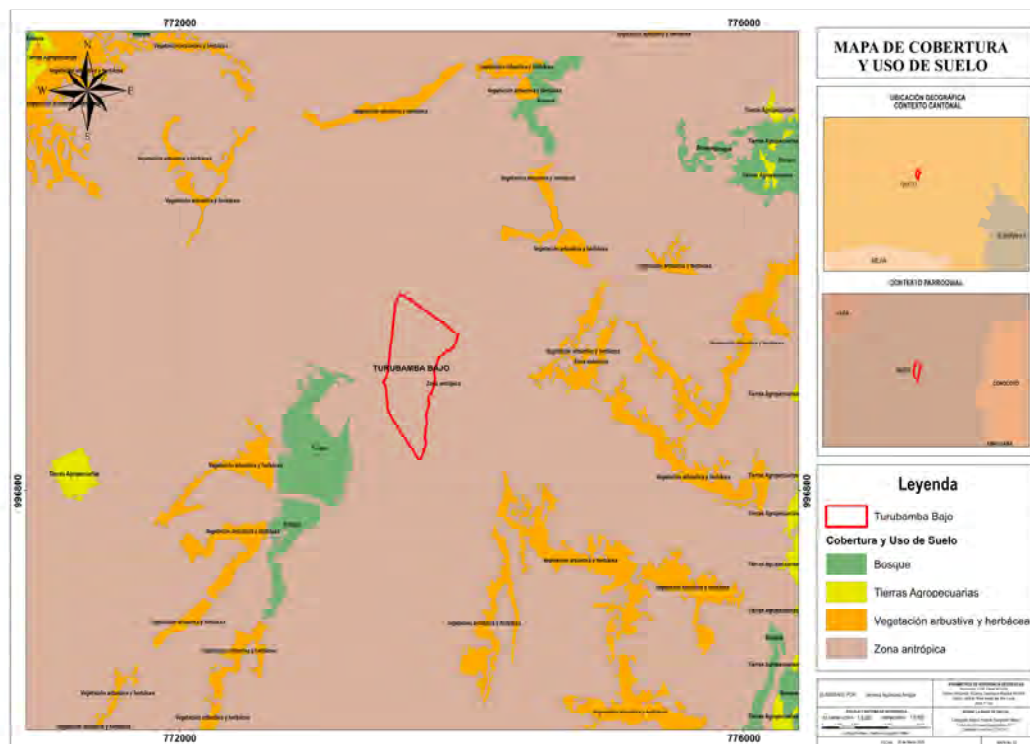


Figura 3. Mapa de cobertura y uso de suelo, Turubamba Bajo
Elaboración propia

2.5. Hidrografía

Turubamba Bajo se encuentra rodeado de una notoria red de ríos y quebradas. El río Machángara al norte, la quebrada Capulí por el lado este que desciende hasta unirse con la quebrada Caupicho al sureste, la quebrada Shanshayacu, que atraviesa el barrio y desciende hasta el suroeste donde se deriva la quebrada Ortega; ambas desembocan en el río Machángara (figura 4). Heredia (2023) indica registros de desbordes e inundaciones en la quebrada El Capulí a causa de erosiones y lluvias intensas. La quebrada Caupicho ha sido declarada en estado de emergencia de forma recurrente debido a deslizamientos, desprendimientos y colapsos de muros de contención causando desbordamientos e inundaciones (Ron Zambrano 2022). Asimismo, la quebrada Shanshayacu reporta desbordes y la quebrada Ortega se ha visto afectada históricamente por erosión, contaminación y la expansión urbana (Heredia 2023).

que comercializan principalmente verduras en las aceras del barrio, fenómeno que refleja dinámicas socioeconómicas particulares del área (Pilatasig 2021).

2.7. Sistemas de drenaje

Turubamba Bajo presenta un sistema de drenaje que combina elementos naturales y artificiales, adaptados tanto a su topografía como a la dinámica de su expansión urbana. Como se describió en la sección de hidrografía, el barrio está atravesado por varias quebradas que funcionan como canales naturales de escorrentía pluvial. Sin embargo, el crecimiento urbano acelerado ha provocado que muchas de estas quebradas hayan sido canalizadas o incluso cubiertas, alterando el flujo natural del agua y generando posibles puntos críticos para la acumulación de escorrentía (EPMAPS 2011). La topografía predominantemente inclinada del área favorece el rápido flujo superficial hacia las zonas bajas, pero esta condición incrementa también el riesgo de desbordamientos y anegamientos si no se mantiene un control y gestión adecuados del sistema de drenaje (Cupuerán 2016).

El barrio cuenta con un sistema de alcantarillado que presenta problemas de capacidad y mantenimiento ya que una gran proporción de estructuras de sumideros y rejillas se encuentran obstruidas por basura o sedimentos lo cual afecta directamente la eficiencia del sistema al reducir la captación y evacuación del agua de lluvia (Dávila et al. 2020). Esta situación se agrava en temporadas lluviosas, cuando la infraestructura insuficiente y el mantenimiento irregular provocan colapsos del alcantarillado, con episodios recurrentes de inundaciones en vías y viviendas (EPMAPS 2022).

3. Metodología

La metodología aplicada para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos planteados, se estableció en tres instancias:

Primera instancia: Identificación de amenazas y riesgos asociados a inundaciones en Turubamba Bajo, y elaboración de la tabla de variables e indicadores de análisis en cuatro componentes.

Segunda instancia: Creación de cartografía para la espacialización de la vulnerabilidad a inundaciones de Turubamba Bajo.

Tercera instancia: Discusión de medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones según el contexto de Turubamba Bajo.

3.1. Primera instancia: identificación de amenazas y riesgos de inundación en Turubamba Bajo y derivación de los componentes de análisis

Esta primera instancia requirió de dos etapas. Una primera etapa que consistió en la revisión bibliográfica realizada del área de estudio: ubicación geográfica, datos climáticos, población y economía y sistemas de drenaje; información que proporciona nociones para la identificación de componentes para el análisis de la vulnerabilidad.

La segunda etapa comprendió una fase de campo para la aplicación de una encuesta (Anexo 1) con el fin de conocer la opinión, conocimiento y perspectivas de los sujetos de estudio. Además, mediante las visitas de campo realizadas en todo el sitio de estudio se documentó de forma sistematizada, a través de la observación directa (Anexo 3), el estado de conservación y deterioro de infraestructura (viviendas, vías y alcantarillado).

3.1.1. Encuesta: tamaño muestral y selección de la muestra

Para muestras probabilísticas se considera dos tipos de características para la selección de la misma: el tamaño muestral (n) y el procedimiento de selección de la muestra (Hernández Sampieri y Fernández-Collado 2014).

En cuanto a la primera característica, y con base en la información provista por datos censales del INEC respecto a la población de Turubamba Bajo, se determinó la población del área de estudio (N) sujeta a ser encuestada: $N=6474$. La fórmula para la estimación del tamaño de la muestra es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 (p * q)}{e^2 + \frac{(z^2 (p * q))}{N}}$$

Donde

n : tamaño de la muestra

z : nivel de confianza del 95% (valor $z = 1,96$)

p : probabilidad de ocurrencia (0,5)

q: probabilidad de no ocurrencia (0,5)

e: margen de error (0,1)

N: tamaño de la población (6474)

Reemplazando valores:

$$n = \frac{1.96^2 (0,5 * 0,5)}{0,1^2 + \frac{(0,1^2 (0,5 * 0,5))}{6474}} = \frac{0,9604}{0,0100} = 96$$

Por lo tanto, se determina que se requerirá de un total de 96 unidades muestrales (96 encuestas) que serán representativas de la población total. El procedimiento de selección de los individuos a ser encuestados, se lo realizó de forma aleatoria, determinando las siguientes consideraciones y con base en la figura 5.

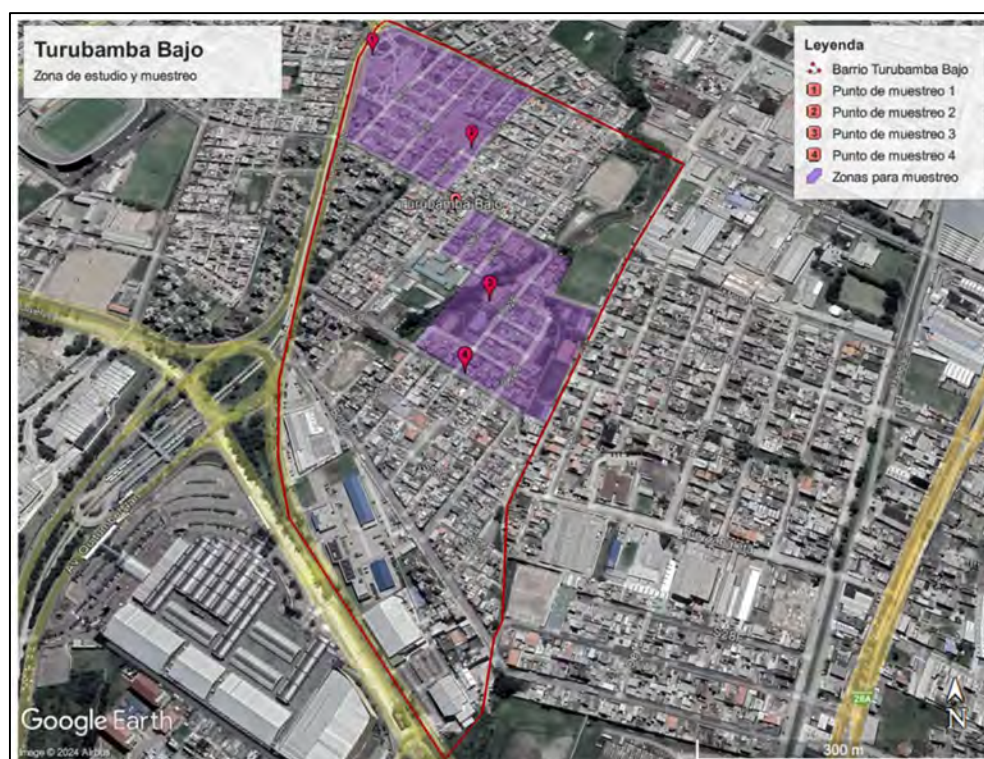


Figura 5. Delimitación de zonas y puntos de muestreo para recolección de datos en el área de estudio, Turubamba Bajo
Elaboración propia

En la figura se indican las zonas y puntos de muestreo. Los puntos de muestreo 1 y 2, ubicados en el Parque Cultural Turubamba y en la cancha de la Liga Barrial respectivamente, fueron considerados ya que son espacios de esparcimiento donde los moradores, con base en la primera fase de campo o fase exploratoria, muestran

predisposición e interés para responder las preguntas. Los puntos 3 y 4 corresponden al Centro de Integración Comunitario del barrio y a un supermercado respectivamente. El punto 3 fue seleccionado ya que se encuentran en un área de reunión donde se agrupan distintos grupos sociales para actividades varias, tanto durante la semana como el fin de semana. Por otro lado, el punto 4 fue considerado ya que representa un espacio comercial donde el flujo de moradores del sector está en mayor y constante movimiento.

3.1.2. Diseño y aplicación de la encuesta

Realizada la identificación del tamaño muestral y puntos de muestreo, se aplicó la encuesta a la población para conocer la realidad de condiciones de vida que puedan o no dar indicaciones de vulnerabilidad, así como para conocer la percepción de la población con respecto a factores de resiliencia frente a eventos de inundación.

La encuesta fue estructurada en cuatro secciones donde se exploran indicadores de vulnerabilidad social, económica, socioambiental, y resiliencia. Se integró preguntas abiertas y cerradas que permiten evaluar datos demográficos de la población, así como comprender las diversas opiniones, experiencia y conocimiento frente a las preguntas planteadas (ver Anexo 1 y 2).

3.1.3. Realización de las encuestas

La fase de campo se llevó a cabo en dos etapas. La primera etapa de trabajo exploratorio durante los meses de octubre y noviembre del 2024, donde se recorrió dos barrios Turubamba Alto y Turubamba Bajo ya que se encuentran contiguos, y por cuestiones logísticas, no se visitó otros barrios que conforman la zona sur de la ciudad.

En el primer barrio se aplicó la encuesta propuesta con el objetivo de determinar puntos de muestreo, efectividad y tiempo estimado por encuesta. La disposición ciudadana general no fue alentadora por los siguientes motivos: los moradores no presentaron mayor predisposición para una encuesta, la respuesta más común con referencia al tema de inundaciones fue que, indican desconocer, la zona no cuenta con espacios donde realmente se pueda recabar datos (supermercados, micro mercados o zonas de recreación). Se avanzó a Turubamba Bajo para exploración, donde la respuesta de los moradores fue mayormente positiva con respecto a predisposición de tiempo e interés con el tema de estudio. Además, se determinó que el tiempo aproximado para la

aplicación de una encuesta, fue de ocho minutos; por lo tanto, la planificación se la determinó como se indica en la tabla 2.

Tabla 2
Planificación para la realización de las encuestas

Días	Número de horas	Número de encuestas
Día 1	3	20
Día 2	3	20
Día 3	3	20
Día 4	3	20
Día 5	3	16
Total	15	96

Fuente y elaboración propias

Con estos lineamientos, se continuó con la segunda etapa del trabajo de campo durante el mes de diciembre de 2024 para la aplicación de la encuesta final en los puntos determinados y en el tiempo establecido, este trabajo lo realicé sola. Se recabó los datos digitalmente, por medio del uso del programa Google Forms, un total de 98 unidades muestrales, y se los procesó con los softwares Excel y SPSS.

3.1.4. Observación directa sistematizada

Esta herramienta metodológica permite la recopilación estructurada y comparable de datos, asegurando la consistencia y exhaustividad en el registro de información esencial. Para su aplicación se realizó lo siguiente:

Primero se elaboró plantillas con categorías definidas y adaptadas al contexto de Turubamba Bajo de manera que se pueda transformar lo observado en datos analizables. Estas plantillas tienen base en la información provista por Useche et al. (2019), y se encuentran reproducidas en su totalidad en el Anexo 3.

Se documentó aspectos específicos sobre la infraestructura de viviendas, vías y sistema de drenaje convencional (red de alcantarillados) para evaluar las condiciones físicas y funcionales de la infraestructura.

3.1.5. Diseño y aplicación de plantillas de observación directa

El diseño de las plantillas para los tres tipos de infraestructura incluye un registro fotográfico (Anexo 5), y la percepción del estado general de conservación clasificado en tres categorías bueno, regular o malo.

De manera específica, la estructura de las plantillas sobre la infraestructura habitacional consistió de los siguientes aspectos: número de pisos, tipos de materiales de construcción, y grado de deterioro de superficies. Para la recolección de datos sobre infraestructura vial se integró información sobre: tipo de vía, tipos de materiales de construcción, presencia de alcantarillado, y grado de deterioro de superficies. Finalmente, para la infraestructura del sistema de alcantarillado se recolectó información sobre: presencia de escombros o desechos, presencia de áreas verdes cercanas, y grado de deterioro de superficies.

La aplicación se la realizó a lo largo del mes de diciembre de 2024 durante las salidas de campo, conjuntamente con la aplicación de la encuesta. La información fue recolectada de manera digital haciendo uso del programa Google Forms, y se los procesó con el software Excel.

Con base en la información recabada en las dos etapas de esta primera instancia, se presenta en la tabla 3 la información necesaria para el establecimiento de la información requerida para el análisis de vulnerabilidad a inundaciones en Turubamba Bajo. Se propone analizar cuatro componentes que abarcan once variables y veinte y nueve indicadores, resumidos en las columnas 1, 2, y 3 respectivamente.

Respecto a las variables que integran cada componente: para el físico se considera tres variables: uso de suelo y cobertura vegetal, hidrografía y precipitaciones; todas se determinaron haciendo uso de la investigación documental y análisis cartográfico. Para el componente socioeconómico se considera tres variables: registro de inundaciones pasadas, accesibilidad a servicios públicos y de emergencia, e índice de pobreza, todas se determinaron haciendo uso de la investigación documental y de la encuesta estructurada. El componente infraestructura cuenta con tres variables: estado de conservación de viviendas, vías y sistemas de drenaje; desarrolladas con base en la investigación documental y en la observación directa en campo. Finalmente, para el componente resiliencia se considera dos variables: conocimiento y preparación; mismas que se fundamentaron en la encuesta estructurada.

3.1.6. Determinación de los componentes de análisis de vulnerabilidad

Tabla 3
Aspectos, variables, indicadores, recursos y metodologías propuestos para el análisis de vulnerabilidad en Turubamba Bajo

Componente	Variables	Indicadores	Recursos para la obtención de datos	Metodologías de análisis			
				Investigación documental	Observación directa	Encuesta	Cartografía
Físico	Uso de suelo y cobertura vegetal	Áreas construidas	(Gómez y Cui 2016) (Morocho y Reateguá 2021) (Van Metre et al. 2020) (IPCC 2022) (FAO 2011) (FEMA 2020) Geoportal Ecuador Geoportal Metropolitano Datos INAMHI	X			X
		Cultivos intensivos					
		Pastizales o vegetación dispersa					
		Bosques o zonas conservadas					
	Hidrografía	Zona de influencia: 0-100 m		X			X
		Zona de influencia: 100-500 m					
		Zona de influencia: > 500 m					
	Precipitaciones	> 1750 mm/año		X			X
		1500–1750 mm/año					
		1000–1500 mm/año					
		< 1000 mm/año					

Socioeconómico	Inundaciones pasadas	Registro de inundaciones	Encuesta Datos INEC (SNRG 2025) (OPS y OMS 2020) (Moreno-Crossley 2008) (Carrión et al. 2024)	X	X		
		Sin registro de inundaciones					
	Accesibilidad a servicios públicos y de emergencia	Zona de influencia: > 7 km				X	X
		Zona de influencia: 1-3 km					
		Zona de influencia: 3-7 km					
		Zona de influencia: < 1 km					
Índice de pobreza	Ingresos mensuales: < \$470-\$470	X	X				
	Ingresos mensuales: > \$470						
Infraestructura	Conservación de viviendas	Viviendas precarias	Observación en campo (Weikert Bicalho 2021) (Dávila et al. 2020) (SGSCGR 2024) (MDMQ et al. 2021) (CEPAL 2022)	X	X		
		Viviendas conservadas					
	Conservación de vías	Vías colapsadas		X	X		
		Vías conservadas					
	Conservación de drenajes	Drenajes colapsados		X	X	X	
		Drenajes funcionales					
Resiliencia	Conocimiento	Posee información	Encuesta		X		
		No posee información					
	Preparación	Implementa acciones prácticas					X
		No implementa acciones prácticas					

Fuente y elaboración propias

3.2. Segunda instancia: espacialización de la vulnerabilidad a inundaciones en Turubamba Bajo

En esta instancia, se trabajó dentro de dos etapas. Primero se realizó la elaboración de matrices de ponderación y valoración de las variables e indicadores de análisis conforme lo detalla la metodología heurística. La segunda etapa consistió en la elaboración cartográfica.

3.2.1. Construcción de matrices de ponderación y valoración

Los principios conceptuales de la metodología heurística plantean la creación de matrices de ponderación para determinar los niveles de vulnerabilidad. De manera general, este proceso consiste en la asignación de pesos (p) a las variables establecidas; y en la asignación de la valoración (v) a cada indicador; con base en su incidencia ante inundaciones. Los indicadores son categorizados con valores de: 4,3,2 y 1 que representan un nivel de vulnerabilidad muy alto, alto, medio y bajo respectivamente. Estos pueden variar dependiendo de la cantidad de indicadores con los que se trabaje. Para este fin, se creó matrices de ponderación para cada uno de los componentes considerados para Turubamba Bajo.

3.2.1.1. Matriz de ponderación para el componente físico

El componente físico de la vulnerabilidad se midió en función de tres variables: uso de suelo y cobertura vegetal, hidrología y precipitaciones, y se estableció la valoración para cada uno de sus indicadores, representados en la tabla 4.

Tabla 4
Pesos y valores para la vulnerabilidad física en Turubamba Bajo

Variables de vulnerabilidad			Uso de suelo y cobertura vegetal	Hidrografía (m)	Precipitaciones (mm/año)
p			30%	30%	40%
v	4	Muy alto	Áreas urbanas o construidas	0 – 100	> 1750
	3	Alto	Cultivos intensivos	100 – 500	1500–1750
	2	Medio	Pastizales o vegetación dispersa	---	1000–1500
	1	Bajo	Bosques o zonas conservadas	> 500	< 1000

Fuente: elaboración propia con base en FAO (2011), FEMA (2020), IPCC (2022), Van Metre et al. (2020)

La variable uso de suelo y cobertura vegetal fue ponderada con el 30% por su impacto en la permeabilidad y estabilidad del terreno. Según Van Metre et al. (2020), las áreas urbanizadas (impermeables) aumentan la escorrentía, mientras que los bosques y zonas conservadas reducen la erosión y retienen agua. La FAO (2011) también señala que las prácticas agrícolas intensivas pueden degradar el suelo, exacerbando su vulnerabilidad. Siendo estos dos indicadores los de mayor valoración dentro de los niveles de vulnerabilidad. Este peso refleja cómo las actividades humanas y la cobertura natural modifican la capacidad del territorio para absorber o mitigar impactos climáticos, siendo un componente esencial en estudios de vulnerabilidad física.

La variable hidrografía se ponderó con el 30% debido a su relación directa con las inundaciones fluviales y la dinámica de crecidas. La FEMA (2020) establece que las áreas cercanas a ríos (0–100 m) son zonas de alto riesgo, especialmente en temporadas de lluvias intensas. Además, Van Metre et al. (2020) resalta que la presencia de ríos amplifica la vulnerabilidad en cuencas con pendientes pronunciadas o suelos poco permeables. Este peso captura el riesgo espacial asociado a la cercanía a fuentes de agua, considerado un factor clave en la planificación territorial y la gestión de riesgos.

La variable precipitación recibió el mayor peso (40%) debido a su papel crítico como desencadenante principal de eventos hidrometeorológicos extremos, como inundaciones. Según el IPCC (2022), la intensidad y frecuencia de las lluvias son factores determinantes en la vulnerabilidad física de un territorio, especialmente en regiones con alta variabilidad climática. Además, estudios de la FAO (2011) destacan que las lluvias intensas superan la capacidad de infiltración del suelo, generando escorrentía superficial y aumentando el riesgo de inundaciones rápidas. Este peso refleja su influencia directa en la saturación hídrica y la capacidad de respuesta del terreno. Los indicadores se determinaron estableciendo rangos de precipitación promedio anual a los cuales se les asignaron valores específicos.

3.2.1.2. Matriz de ponderación para el componente socioeconómico

El componente socioeconómico de la vulnerabilidad se midió en función de tres variables: registros de inundaciones pasadas, accesibilidad a servicios públicos de emergencia e índice de pobreza; y se estableció la valoración para cada uno de sus indicadores, representados en la tabla 5.

Tabla 5

Pesos y valores para la vulnerabilidad socioeconómica en Turubamba Bajo

Variables de vulnerabilidad			Inundaciones pasadas	Accesibilidad a servicios	Índice de pobreza
p			40%	35%	25%
v	4	Muy alto	Si	> 5	< 470 – 470
	3	Alto	---	3 – 5	---
	2	Medio	---	1 – 3	---
	1	Bajo	No	< 1	> 470

Fuente: elaboración propia con base en OPS y OMS (2020), SNGR (2025), Moreno-Crossley (2008), Carrión et al. (2024)

La variable de inundaciones pasadas se le asignó un peso del 40%, el mayor dentro de este componente, al ser considerada un desencadenante directo de emergencias. Según información del SNGRE (2025), el 70% de los desastres en Ecuador tiene origen hidrometeorológico (Carrión et al. 2024).

La variable accesibilidad a servicios públicos de emergencia recibió una ponderación del 35% ya que la proximidad a estos servicios define de manera crucial la capacidad de respuesta y atención a una población en riesgo. En este estudio se decidió trabajar con los servicios públicos: bomberos y servicios de salud debido primero a, la disponibilidad de datos para Turubamba Bajo, y a su relevancia conforme a los estándares de acceso y cobertura a servicios de emergencia establecidos por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Mismos que indican que, a mayor distancia de los centros poblados a centros de atención médica y de emergencia, mayor es el riesgo.

La ponderación asignada a la variable índice de pobreza corresponde a un peso del 25%, con base en la capacidad económica de la población para acceder a medidas y herramientas de prevención y recuperación. El peso indicado responde también a que el impacto de la vulnerabilidad socioeconómica es considerado indirecto, ya que el nivel de ingresos económicos influye mayormente en la preparación pre-desastre y en la recuperación post-desastre, más no en la ocurrencia directamente (Moreno-Crossley 2008). Es importante destacar que, esta clasificación se ha procurado fundamentar en la realidad y características económicas de la población, información que se recabó mediante la encuesta.

3.2.1.3. Matriz de ponderación para el componente infraestructura

Se consideró el aspecto de infraestructura a partir de tres variables: el estado general de conservación de viviendas, vías y sistema de drenaje evaluados en cuatro categorías (bueno, regular, malo y muy malo). Los datos se obtuvieron mediante registros de observación directa sistematizada (Anexo 3), los cuales se corroboran con el registro fotográfico presentado (Anexo 5).

Tabla 6
Pesos y valores la vulnerabilidad infraestructural en Turubamba Bajo

Variables de vulnerabilidad			Estado de viviendas	Estado de vías	Estado de sistema de drenaje
p			30%	30%	40%
v	4	Muy alto	Viviendas precarias	Vías colapsadas, intransitables	Drenajes colapsados
	3	Alto	---	---	---
	2	Medio	---	---	---
	1	Bajo	Viviendas conservadas, antisísmicas	Vías pavimentadas y conservadas	Drenajes funcionales

Fuente: elaboración propia con base en Weikert Bicalho (2021); Dávila et al. (2020); SGSCGR (2024); MDMQ et al. (2021), CEPAL (2022)

Se asignó el 30% tanto a la variable estado de conservación de viviendas, como a la variable estado de conservación de las vías; y se asignó el 40% a la variable estado de conservación de sistemas de drenaje. En el caso de las viviendas en mal estado o estado precario, intensifican la vulnerabilidad. Según el Atlas de Incidentes, de Seguridad y de Convivencia Ciudadana de Quito, el 45% de las viviendas en zonas urbanas al sur de la ciudad, como en Turubamba Bajo son autoconstruidas, con alta susceptibilidad a inundaciones (MDMQ et al. 2021; Dávila et al. 2020). La CEPAL (2022), referente a la evaluación de riesgos establece que viviendas informales multiplican por 2.5 los daños en eventos climáticos.

El peso asignado para el estado de conservación de las vías se basa en la premisa que, vías en mal estado de conservación obstaculizan la respuesta a emergencias y generan malestar en la movilidad y convivencia de la población. Según la guía de infraestructura resiliente del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), infraestructuras de vías en un estado de deterioro, incrementan un 40% el tiempo de respuesta y evacuación (Weikert Bicalho 2021).

Finalmente, el peso asignado al estado de conservación de sistemas de drenaje responde a información del Plan Metropolitano de Gestión Integral del Riesgo de

Desastres en el DMQ, indicando que, el 65% (tabla 6) de emergencias en zonas urbanas y periurbanas son por inundaciones vinculadas a drenajes deficientes en su función (SGSCGR 2024). Asimismo, la CEPAL (2022) destaca que, sistemas de drenaje deficientes aumentan significativamente los daños por inundaciones en asentamientos informales.

3.2.1.4. Matriz de ponderación para el componente resiliencia

Para este componente, se decidió un enfoque en dos variables que miden netamente la resiliencia de los habitantes: primero el nivel de conocimiento sobre medidas preventivas, protocolos de seguridad y planes de evacuación; y segundo, el nivel de preparación real que posean para hacer frente a emergencias por inundaciones (tabla 7).

Tabla 7

Pesos y valores para la vulnerabilidad en términos de resiliencia para Turubamba Bajo

Variables de vulnerabilidad			Conocimiento	Preparación
p			50%	50%
v	4	Muy alto	Viviendas precarias	Vías colapsadas, intransitables
	3	Alto	---	---
	2	Medio	---	---
	1	Bajo	Viviendas conservadas, antisísmicas	Vías pavimentadas y conservadas

Fuente y elaboración propias

Se establece que ambas variables, son igualmente determinantes en la capacidad de respuesta y adaptación de la población ante inundaciones, por lo que se asigna un peso igual del 50% para cada una. Una población que posee el conocimiento sobre riesgos, protocolos de emergencia y medidas preventivas le permite anticiparse adecuadamente y responder de mejor manera a eventos de inundación (CEPAL 2022; IPCC 2022). En contraste, una población poco preparada en términos de implementación de acciones prácticas como la preparación de kits de emergencia, planes familiares o reforzamiento de viviendas, evidencia una baja resiliencia y alta vulnerabilidad a inundaciones.

3.2.1.5. Ponderación para la vulnerabilidad a inundaciones

La asignación de pesos para espacializar la vulnerabilidad (final) a inundaciones en Turubamba Bajo se la consideró de la siguiente manera. Para la vulnerabilidad física, se asignó una ponderación del 30%, es decir, que tiene una influencia significativa en la evaluación de la vulnerabilidad a inundaciones debido a su relación directa con factores

naturales como la hidrografía, inundabilidad del suelo y precipitaciones. Igualmente se asignó el mismo peso, 30%, al aspecto de infraestructura, considerándolo crucial dentro de este análisis y dentro del área de estudio.

El aspecto socioeconómico para el análisis de vulnerabilidad tiene un peso del 25%, igualmente relevante pero menos predominante comparado a los otros dos aspectos. Finalmente, se asignó una ponderación del 15% al aspecto de resiliencia, es decir, se lo considera de menor incidencia ante inundaciones, pero sigue siendo clave para la recuperación y adaptación ante emergencias por inundaciones.

3.2.2. Elaboración de cartografía

Las fuentes de información que se usaron para la elaboración de cartografía fueron obtenidas de los sitios Geoportal Ecuador del Instituto Geográfico Militar (IGM) y el Geoportal Quito del Distrito Metropolitano de Quito. El análisis de datos cartográficos fue realizado utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

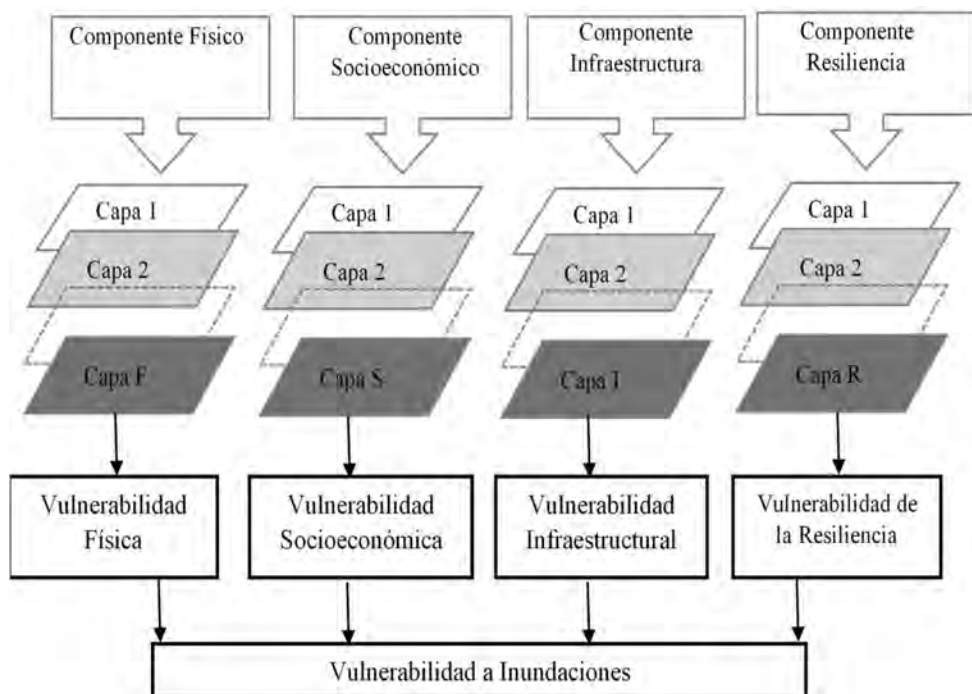


Figura 6. Proceso para derivar la vulnerabilidad a inundaciones utilizando SIG
Fuente: elaboración propia con base en Aytekin et al. (2025)

En la figura 6 se muestra el flujo de trabajo para la espacialización de la vulnerabilidad, mismo que consiste en:

Carga y procesamiento de datos: de las múltiples capas de información espacial de cada uno de los componentes para cuantificar y visualizar la vulnerabilidad del territorio. Los datos georreferenciados en formatos vectorial y ráster de cada capa fueron convertidos a una misma escala (1: 100 000) para la normalización de atributos utilizando las herramientas de raster calculator. El sistema de referencia utilizado fue WGS84 17N.

Ponderación: se realizó la asignación de pesos con base en las matrices elaboradas previamente. Así, para las variables del componente físico se realizaron las siguientes consideraciones: en uso de suelo y cobertura vegetal, a las áreas conservadas o bosques con bajo riesgo de inundación se les asignó un valor de 1, mientras que las áreas construidas se les asignó un valor de 4. Para hidrografía se generó las zonas de influencia asignando un valor de 1 a zonas situadas a más de 500 m de distancia con respecto a cuerpos de agua, y 4 a zonas comprendida entre 0 y 100 m que presentan un elevado riesgo de inundación. Para la variable precipitaciones se identificaron áreas (figura 2) y se establecieron rangos de precipitación promedio anual, asignado 1 a zonas con menor precipitación (< 1000 mm/año) y 4 a zonas con altas precipitaciones (> 1750 mm/año).

Para los datos del componente socioeconómico, en inundaciones pasadas se clasificaron las áreas con registros históricos y ocurrencia de inundaciones como son las zonas adyacentes a quebradas, asignándoles un valor de 4; y un valor de 1 para áreas sin antecedentes de inundaciones o con riesgo mínimo, información que fue validada mediante datos de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) y reportes municipales. Para accesibilidad a servicios se indicó que, áreas situadas a una distancia > 5 km a centros de atención médica y de emergencia, registran una tasa de mortalidad tres veces mayor (OPS y OMS 2020), asignando un valor 4, y un valor de 1 para áreas con una distancia < 1 km. Respecto al índice de pobreza se determinó que la población con ingresos mensuales iguales o inferiores a un salario básico (USD 470) presenta importantes limitaciones en capacidad de respuesta ante emergencias asignándole un valor de 4, en contraste, la población que percibe ingresos mensuales superiores a un salario básico, se le asignó un valor de 1.

Para los datos de los indicadores de infraestructura, se asignó dos valores 1=bajo para áreas con infraestructura en buen estado de conservación y 4=muy alto para áreas con infraestructura en mal estado de conservación.

Para la integración de los datos del componente resiliencia se identificó los espacios (coordenadas) donde la población reportó sentirse o no preparada ante un evento

de inundación. Se asignó un valor de 4 en los espacios de la población que no posee información, y un valor 1 para la proporción de la población que si poseen conocimiento.

Integración y análisis de capas: se realizó haciendo uso de la herramienta de álgebra de mapas “intersección” para la identificación de áreas críticas donde coinciden el riesgo de inundación con las diferentes variables. Además, se realizó un análisis de pendientes y rutas de flujo de agua mediante el modelo digital de elevación (MDE).

Creación de mapas temáticos: combinación de las capas temáticas (variables dentro de cada componente) por medio de la función análisis de superposición (overlay análisis) para obtener índices compuestos de vulnerabilidad y para extraer e identificar zonas vulnerables comunes entre variables. Se generó los mapas síntesis de vulnerabilidad para los componentes físico, socioeconómico, infraestructura y resiliencia. Para generar el mapa de vulnerabilidad (total) a inundaciones, se asignan los pesos previamente establecidos a cada capa temática por medio de la función weigthed overlay.

Cálculo de la vulnerabilidad a inundaciones: por medio de la integración de los índices (valor porcentual de vulnerabilidad) de cada uno de los cuatro aspectos analizados, es decir, es una evaluación global que se la denominó vulnerabilidad a inundaciones. Para este cálculo se utilizó la fórmula basada en Burgos et al. (2019), adaptado de Noriega et al. (2011).

$$V_G = \sum V_f * 0.25 + V_s * 0.25 + V_i * 0.25 + V_r * 0.25$$

Con el valor obtenido, se puede caracterizar la vulnerabilidad sobre la base de la estandarización propuesta por Burgos et al. (2019) adaptado de Cáceres (2001) y que se detalla en la tabla 8.

Tabla 8
Estandarización de la vulnerabilidad

Porcentaje (%)	Caracterización de la vulnerabilidad
00 - 19.99	Muy baja
20 - 39.99	Baja
40 - 59.99	Media
60 - 79.99	Alta
80 - 100	Muy alta

Fuente: Burgos et al. (2019) adaptado de Cáceres (2001)

3.3. Tercera instancia: discusión de medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones según el contexto de Turubamba Bajo

Para abordar el último objetivo específico de esta investigación, se realizó una revisión sistemática para consolidar y validar parte de los datos recopilados mediante las encuestas, salidas de campo y el nivel de vulnerabilidad determinado. Se integró la información en una matriz de discusión de las medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones que representen óptimas para ser integradas en el contexto de Turubamba Bajo y con base en otros estudios que analizan dichas medidas propuestas.

Capítulo tercero

Análisis de resultados y discusión

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos durante la investigación conforme a los objetivos específicos establecidos.

1. Primera instancia: identificación de amenazas y riesgos de inundación en Turubamba Bajo y derivación de los componentes de análisis

Se presenta esta sección de resultados en cuatro secciones donde se establecen los indicadores de vulnerabilidad social, económica, infraestructural y de resiliencia que influyen como amenazas y riesgos sobre la vulnerabilidad a inundaciones en el territorio de estudio.

1.1. Información demográfica e indicadores de vulnerabilidad social

La caracterización sociodemográfica para Turubamba Bajo aporta al contexto social necesario para identificar cómo diferentes perfiles poblacionales en Turubamba Bajo enfrentan amenazas y riesgos de inundación. Dentro de esta sección se reporta la información demográfica respecto a género, edad, instrucción académica, cohesión social y tiempo de residencia.

1.1.1. Género y edad

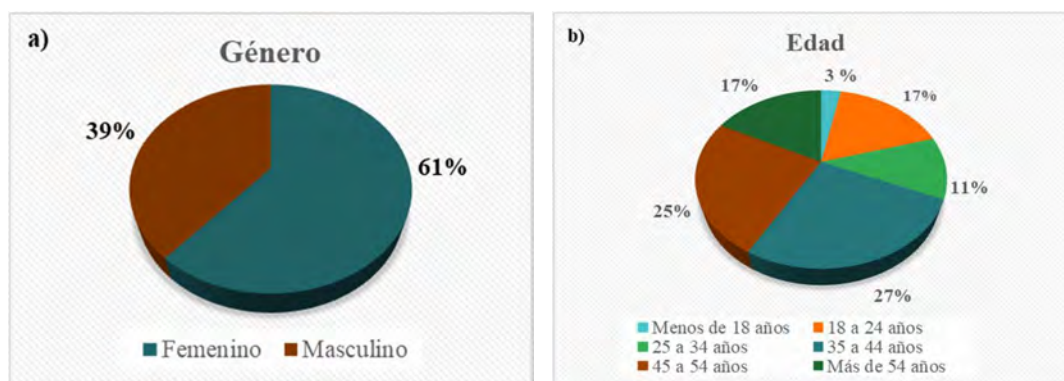


Figura 7. Género y edad, Turubamba Bajo

Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

La distribución de la población encuestada según el género muestra que el 61% corresponde al género femenino, mientras que el 39% corresponde al género masculino (figura 7, literal a), tendencia que coincide con los datos demográficos del barrio Turubamba Bajo según el censo del año 2010.

Por otro lado, la distribución etérea de la población indica que la mayor parte de las personas encuestadas se encuentran entre los 35 y 44 años, con un 27%; en edad de 45 a 54 años con un 25%; y le sigue población entre 18 y 24 años y la población de más de 54 años con un porcentaje de 17% cada una, mientras que la franja comprendida entre 25 y 34 años contaría con un 11% de la población. Finalmente, la franja menor de 18 años sería la que menos población encuestada acoge, alcanzando tan solo el 3% (figura 7, literal b). Los datos recopilados muestran una prevalencia de adultos en la muestra poblacional, con una presencia relativamente menor de jóvenes.

1.1.2. Instrucción académica y cohesión social

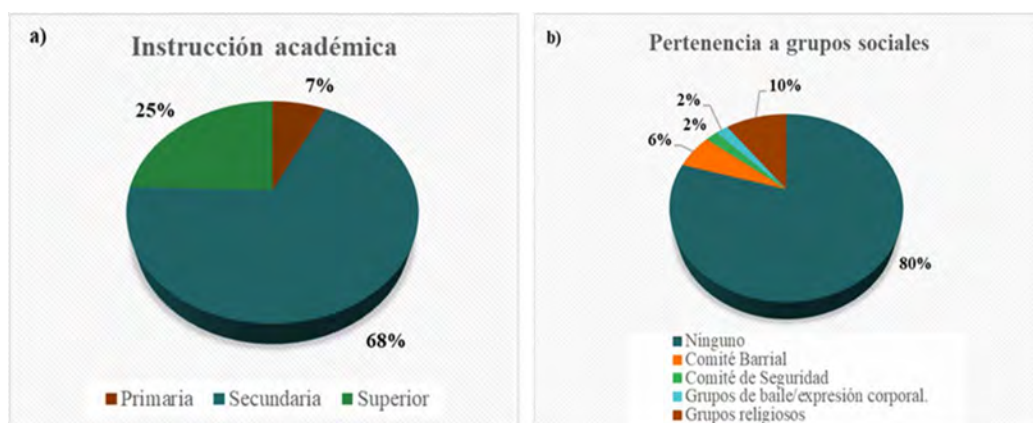


Figura 8. Nivel de instrucción académica y cohesión social, Turubamba Bajo
Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

El nivel de instrucción académica de la población indica que el 68% de personas han tenido acceso y culminado la educación secundaria, seguido por un 25% de la población que han completado un nivel superior ya sea tercer y hasta cuarto nivel. Finalmente, existe un 7% de personas que solo han accedido a enseñanza primaria. Estas estadísticas muestran una alta cobertura en educación media; pero una tasa relativamente baja en educación superior (figura 8, literal a).

Por otro lado, el análisis de participación en organizaciones comunitarias muestra que la mayoría de la población, el 80% no pertenece a ningún grupo o comité. De los que

participan, el 9% pertenece a grupos religiosos, el 6% al comité barrial, el 2% al comité de seguridad, y el 1% a grupos de expresión artística (figura 8, literal b). Se puede inferir pocas formas de organización comunitaria y cohesión social dentro del barrio.

1.1.3. Tiempo de residencia



Figura 9. Tiempo de residencia, Turubamba Bajo

Fuente: Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

El tiempo de residencia en el sector indica que el 38,8% de los encuestados vivió en el barrio de uno a diez años, mientras que el 24,5% permaneció entre diez y veinticinco años. Por otro lado, el 36,7 por ciento de la población ha vivido en la zona durante más de 25 años (figura 9), lo que indica una presencia significativa de residentes con una larga historia. Estas estadísticas muestran una distribución equilibrada entre los nuevos residentes y los con mayores niveles de arraigo en el sector.

El análisis conjunto de estos cinco aspectos permite establecer un perfil poblacional que, en el contexto de la vulnerabilidad a inundaciones, revela una situación de moderada vulnerabilidad. Este perfil destaca el predominio de una población femenina y adulta, lo cual representa tanto fortalezas como desafíos. Si bien estos grupos pueden aportar valiosos insumos en términos de organización y resiliencia, también es necesario considerar que el fortalecimiento de la comunidad depende de la inclusión de diversos actores sociales. En este sentido, para el establecimiento de planes de acción y estrategias de acción comunitaria es imprescindible integrar a amplios sectores de la comunidad, sin importar la edad o género, con el fin de asegurar una participación equilibrada y efectiva.

Por otro lado, se identifica riesgos ligados a una falta de cohesión social, lo cual repercute en la capacidad de respuesta comunitaria y en la eficacia de las redes de apoyo durante emergencias. Según Moreno-Crossley (2008), la vulnerabilidad influye sobre la integración y desarrollo social si se la trata aislada en lugar de forma colectiva dentro una comunidad. Además, se identifican riesgos asociados con la escasez de recursos educativos avanzados. Aunque una proporción significativa de la población cuenta con acceso a la educación media, se observan limitaciones en el acceso a estudios superiores de tercer o cuarto nivel. Esta situación puede restringir la difusión y el aprovechamiento de información especializada en la gestión de riesgos y en estrategias de prevención, lo que afecta negativamente la capacidad de adaptación y respuesta ante eventos adversos.

El tiempo de residencia en un sector ofrece un aporte importante para el entendimiento de la configuración de la vulnerabilidad social ante inundaciones ya que influye en la percepción del riesgo, la preparación para desastres, y la capacidad de adaptación (Elum 2022). El porcentaje de la población con más de 25 años en el sector, probablemente tienen memoria histórica de eventos pasados de inundación lo que puede traducirse en mayor conocimiento de áreas críticas (quebradas, puntos de acumulación de agua), y en experiencia en estrategias de adaptación. Mientras que, el porcentaje que ha vivido en el sector entre uno y diez años, puede poseer menor conocimiento del riesgo local, y/o menor integración en redes comunitarias.

1.2. Indicadores de vulnerabilidad económica

La caracterización en términos socioeconómicos de Turubamba Bajo permite analizar la capacidad de preparación, respuesta, y recuperación por factores económicos, sociales e institucionales. Dentro de esta sección, se reporta datos respecto a conocimiento sobre inundaciones pasadas, afectaciones a la comunidad, accesibilidad a servicios públicos y nivel de confianza en entidades públicas.

1.2.1. Ingresos económicos y seguros de salud y vida

El análisis de los niveles de ingresos de los hogares presentados en la figura 10, literal a, muestra que la mayoría de los hogares (53%) percibe un salario básico unificado, que en el Ecuador es de 470 dólares americanos (USD), de manera mensual. En cambio, un 20% de los encuestados afirma tener entre uno a dos sueldos básicos dentro de su

hogar. Solo el 10% de las familias recibe más de dos sueldos básicos, mientras que el 17% de las familias percibe menos de un sueldo básico al mes, lo que indica circunstancias económicas más precarias. Estas estadísticas muestran que más del 70% de la población encuestada tiene ingresos iguales o inferiores a un salario básico.

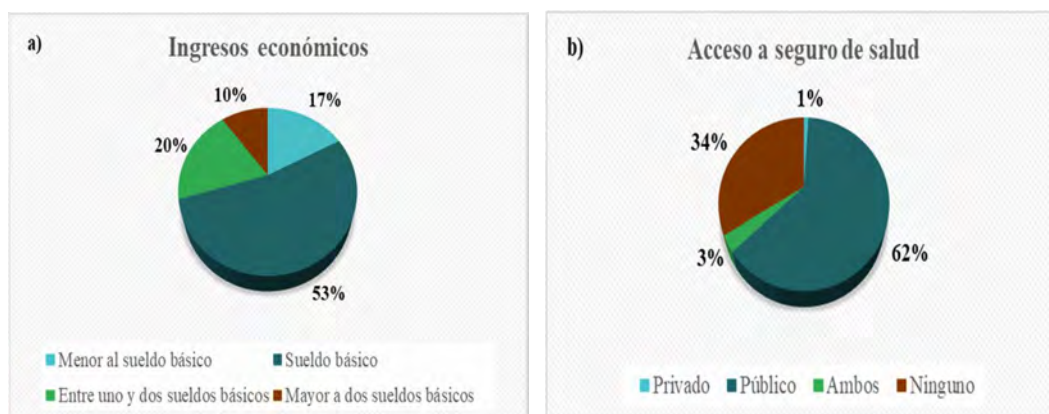


Figura 10. Nivel de ingresos económicos y acceso a seguros de salud Turubamba Bajo
Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

En cuanto al acceso de la población a seguros de salud, la mayoría (62%) cuenta con un seguro público, mientras que el 34% no tiene ningún tipo de cobertura. Solo el 3% tiene acceso a un seguro de salud y vida tanto público como privado, y el 1 por ciento solo tiene una póliza de seguro privada (figura 10, literal b). Estas estadísticas muestran una relación con los resultados de nivel de ingresos, para una población que mayoritariamente percibe ingresos económicos mensuales por debajo del salario básico o un salario básico, está sujeto a una atención de salud primaria pública que generalmente la proporciona un empleador; y muy difícilmente, su economía individual o familiar le permitirían acceder y pagar por una atención privada.

El nivel de ingresos de la población implica una limitada capacidad económica para reforzar viviendas, adquirir seguros o reponer bienes perdidos en caso de inundaciones. Por otro lado, el porcentaje de la población sin ningún tipo de seguro refleja una brecha en la protección social, lo que agrava la vulnerabilidad ante emergencias médicas o estructurales causadas por inundaciones. Ambas instancias reducen la capacidad de adaptación, respuesta y recuperación ante eventos de inundación de la población.

1.2.2. Conocimiento y afectaciones sobre inundaciones pasadas

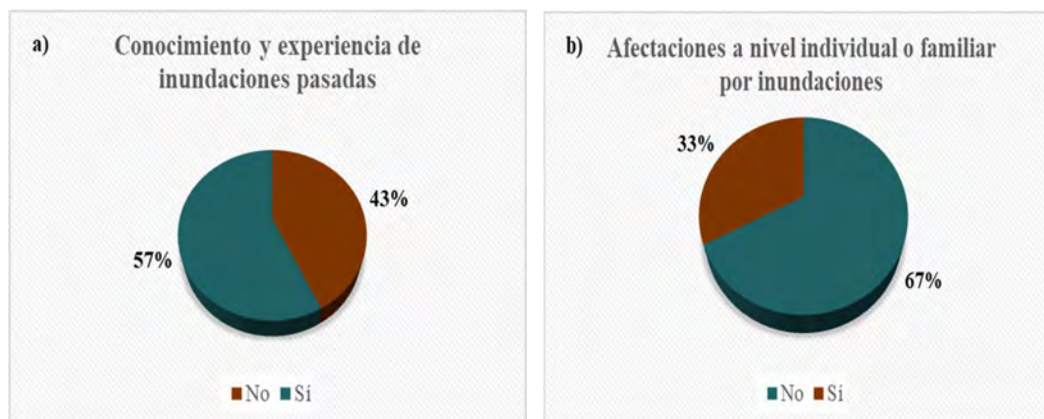


Figura 11. Conocimiento y experiencia sobre inundaciones pasadas, Turubamba Bajo
Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

Los resultados de la figura 11, literal a muestran que el 57% de la población encuestada indica haber experimentado o tener conocimiento de eventos pasados de inundación, mientras que un 43% no ha tenido esta experiencia o no ha escuchado sobre estos eventos en el área. Las respuestas reflejan una serie de inundaciones recurrentes ocurridas debido, principalmente a, desbordamientos de quebradas, taponamientos de las estructuras de alcantarillas por escombros, y lluvias fuertes. Los eventos más mencionados incluyen, desbordes de quebradas como las de Caupicho y El Capulí, con impactos significativos en las vías y viviendas cercanas. Además, se destaca que algunos de estos eventos ocurrieron hace varios años, específicamente hace 5 a 15 años, pero también se mencionan inundaciones más recientes entre los años 2021 y 2024.

El impacto de las inundaciones a nivel individual o familiar es sido significativo, con un 33% de los encuestados reportando afectaciones (figura 11, literal b). Las principales consecuencias incluyen daños estructurales en sus viviendas, como fisuras en los techos y paredes, y el ingreso de agua en los pisos inferiores, ocasionando pérdidas materiales, incluidos objetos personales de valor sentimental. También se ha registrado un riesgo para la seguridad y bienestar individual, pues se reporta habitantes que han sufrido caídas leves, y un caso grave de ahogamiento de un familiar. Además, el taponamiento de alcantarillas ha agravado la situación, causando el ingreso de agua en las viviendas, lo que evidencia fallas en la infraestructura de drenaje. Las afectaciones no solo se limitan a las viviendas de los encuestados, sino que también han afectado a familiares cercanos, reflejando la extensión del problema dentro de la comunidad.

En conjunto, el alto porcentaje de la población con memoria histórica de eventos de inundación revela que existe hasta cierta medida conocimiento local del riesgo que puede traducirse en fortalezas en cuanto a la preparación comunitaria y reducción de la vulnerabilidad si se traduce en acciones preventivas; sin embargo, a la vez este resultado revela la presencia de amenazas recurrentes (desbordes de quebradas, taponamientos de drenajes, lluvias fuertes, entre otros) lo cual incrementa la vulnerabilidad de los habitantes. Los desplazamientos, interrupciones cotidianas y riesgos personales (caídas, ahogamiento) muestran una vulnerabilidad social que afecta la seguridad, la salud y la estabilidad emocional de los residentes. Las pérdidas materiales y costos de recuperación reflejan una vulnerabilidad económica significativa. En Turubamba Bajo, esto puede estar relacionado con viviendas informales o sin seguros y bajos ingresos familiar.

1.2.3. Accesibilidad y nivel de confianza sobre servicios públicos

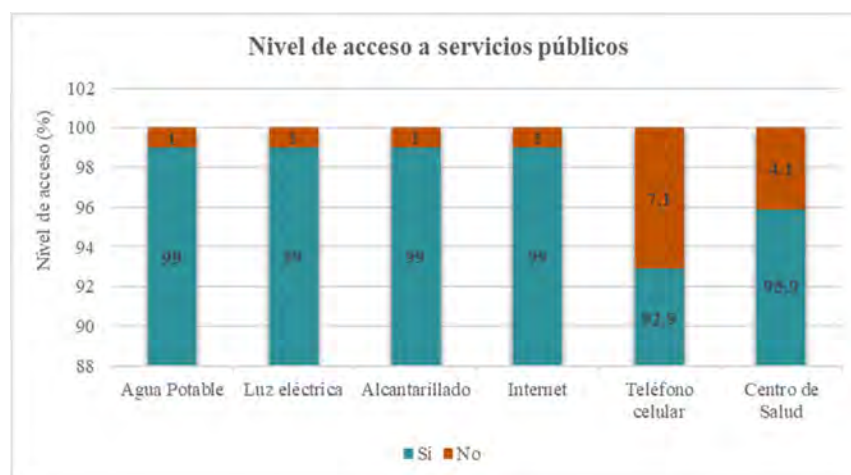


Figura 12. Acceso a servicios públicos, Turubamba Bajo

Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

Como se muestra en la figura 12, la población encuestada tiene un alto acceso a servicios públicos básicos, ya que el 99% de los participantes reporta tener acceso a servicios de agua potable, electricidad, e internet; mientras que solo el 1% carece de estos servicios. Por otro lado, 92,9 % de la población encuestada si dispone de un teléfono celular, sin embargo, existe un 7,1 % que no lo tiene; que mayormente es en el caso de la población adulta mayor lo cual puede resultar en una limitación de su capacidad para comunicarse y obtener información o ayuda en situaciones de emergencia. En cuanto a servicios públicos de emergencia, el 95,9% reporta tener acceso a un centro de salud

dentro del barrio, mientras que el 4,1% aún tiene dificultades en esta área. Estas estadísticas muestran una cobertura aparentemente adecuada en la infraestructura básica de servicios, pero una brecha en el acceso a la telefonía móvil, que, aunque no alarmante, si importante para efectos de comunicación de la población que no disponga de dicho servicio.

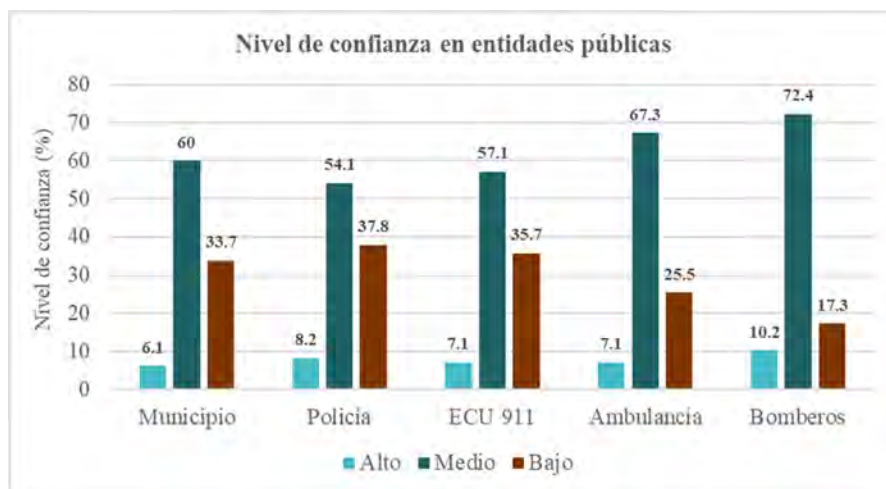


Figura 13. Nivel de confianza en servicios provistos por entidades públicas, Turubamba Bajo
Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

El análisis del nivel de confianza de la población encuestada en las entidades públicas y los servicios que proveen (figura 13) indica que las percepciones varían dependiendo de la institución evaluada. Con el 72,4% de respuestas en la categoría “medio” y 10,2 % en la categoría “alto”, los bomberos son el grupo más confiado, lo que indica un valor positivo otorgado a su trabajo. Una tasa de confianza comparativamente alta de 67,3% en “medio” y 7,1% en “alto” también es atribuida a los servicios de ambulancia. Por otro lado, organizaciones como la policía y el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 tienen niveles más diversificados de confianza. La policía tiene el 37,8% de las respuestas en “bajo”, lo que sugiere cierto escepticismo por parte de la comunidad. En contraste, el ECU 911 tiene una distribución similar, con 35,7% en “bajo” y 57,1% en “medio”. Como entidad de gobierno local, el municipio tiene un índice de confianza “mediano” (60%), pero así mismo un índice de confianza “bajo” (33,7%), lo que indica una percepción mixta de la gestión. Además, estos resultados sugerirían que la población mantiene de forma general una percepción de confianza de media a baja en cuanto a instituciones que son de importancia en la gestión de respuesta ante emergencias.

Según Cáceres (2016) y Acuña-Duarte (2011), la confianza en las instituciones gubernamentales fortalece la resiliencia comunitaria ya que estas organizaciones tienen un rol fundamental en la coordinación de respuesta, gestión de la información y movilización de recursos para reducir el daño. Sin embargo, en Turubamba Bajo se resalta la baja confianza institucional en la policía, ECU 911 y municipio, lo que representa una limitación en la efectividad de alertas y coordinación de emergencias. No obstante, la alta confianza en bomberos y ambulancias debe ser aprovechada para fortalecer las redes de respuesta a emergencias.

1.3. Indicadores de vulnerabilidad infraestructural

Dentro de esta sección se reporta los resultados respecto al estado general de conservación de la infraestructura habitacional, vial y de los sistemas de drenaje, ampliando en la última con la identificación de afectaciones directas a dichos sistemas debido a causas naturales y antrópicas.

1.3.1. Percepción del estado general de infraestructura

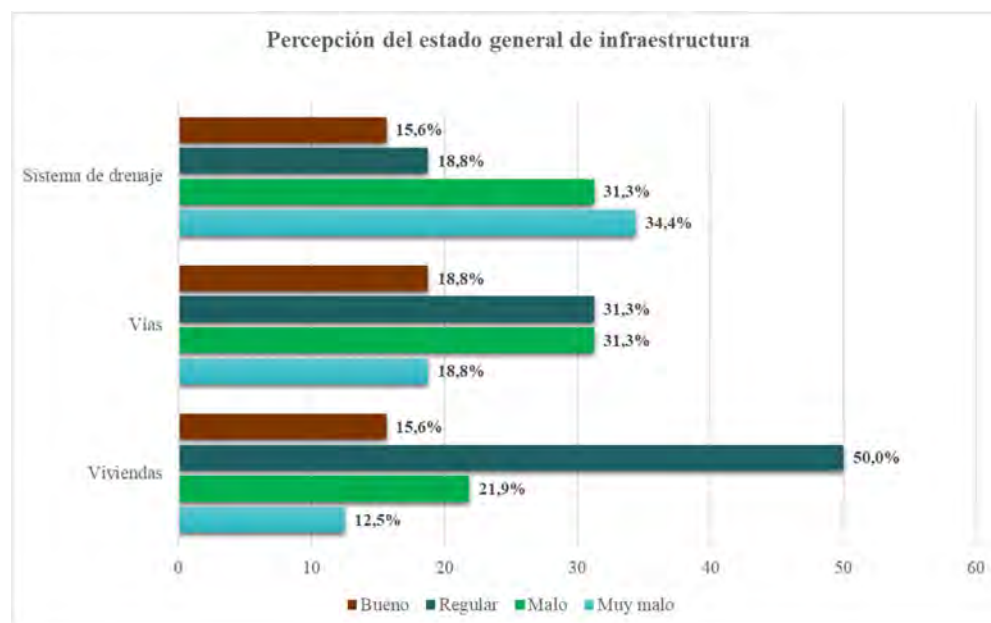


Figura 14. Percepción del estado general de conservación de viviendas, vías, y sistema de drenaje, Turubamba Bajo

Fuente y elaboración propia a partir de observaciones directas realizadas en diciembre 2024

El análisis de datos respecto a la percepción del estado de conservación general de infraestructura en viviendas, vías y sistemas de drenaje en Turubamba Bajo se resume en la figura 14.

El análisis de condición de viviendas en Turubamba Bajo refleja un panorama donde la mayoría de las viviendas (50%) presentan un estado regular, mientras que un porcentaje significativo está en estado malo (21,9%) y muy malo (12,5%). Solo el 15,6% se percibe en buen estado, datos registrados en el desglose de resultados de observación directa presentados en el Anexo 4. Una alta proporción de viviendas en estado regular, malo y muy malo puede ser indicativo que las viviendas presentan un importante grado de deterioro y fallas estructurales lo cual representa un riesgo para la seguridad de los ciudadanos, aumentando la vulnerabilidad a inundaciones y otros desastres naturales. Se puede inferir también que existe una probable relación con factores socioeconómicos, es decir, existirían brechas en el acceso a recursos para el mejoramiento de viviendas.

Además, se observó que la mayor proporción de viviendas (53,2%) son viviendas de dos pisos o más, mientras que el 46,9% son viviendas de un solo piso. Estos datos indican mayor riesgo para las viviendas de un piso, ya que no ofrecen zonas de refugio (pisos superiores), además de presentar mayor susceptibilidad a daños estructurales. Las viviendas de más de un piso si bien tienen menor riesgo al daño, siguen siendo vulnerables si no cuentan con una infraestructura adecuada Dávila et al. (2020). Por otro lado, el material de construcción predominante en las viviendas es el hormigón (56,3%), seguido de bloque y/o ladrillo (40,6%) (Anexo 4). Si bien el hormigón es considerado como un material con menor riesgo de daño debido a su baja porosidad, es decir absorbe poca agua en comparación con el ladrillo o bloque, lo que evita el debilitamiento estructural (Cupuerán 2016); si no cuenta con un buen diseño estructural, sigue existiendo riesgos importantes ante eventos de inundación. Esta información concuerda con Dávila et al. (2020) que indican que, la infraestructura residencial del área presenta fisuras y fallas estructurales importantes debido a malos procesos constructivos, uso de materiales deficientes y un suelo inestable, lo cual pone en riesgo a la población del sector.

El análisis del estado de vías en Turubamba Bajo presenta una misma proporción de vías en mal estado (31,3%) y en estado regular (31,3%); es decir que, comprende vías con un importante grado de deterioro y fallas que incluyen fisuras, baches, desgaste y falta de mantenimiento, se puede apreciar algunas de estas en el registro fotográfico presentado en el Anexo 5. Asimismo, presenta un porcentaje igual (18,8%) de vías en buen estado y en mal estado (Anexo 4). Las vías en buen estado en su mayor parte

corresponden a las avenidas principales como la Av. Teniente Hugo Ortiz y la Av. Moromoro que conectan con los barrios contiguos y con la red vial central para dirigirse al norte y sur de la ciudad. En cambio, las vías en estado malo, mayormente, corresponden a vías de segundo y tercer orden en la parte interna del barrio. Se podría inferir que, existe mayor gestión y/o inversión por parte de las autoridades respecto al mantenimiento de vías principales, en comparación a las vías en pasajes y vías transversales.

El material de construcción predominante de las vías es el asfalto (62,5%), adoquín (31,3%) y piedra y/o tierra un 6,3% (Anexo 4). El asfalto si bien es una superficie lisa que facilita el desplazamiento del agua lluvia hasta los drenajes, también tiene una alta sensibilidad cuando el agua se acumula, generando fisuras y hundimientos; además de ser sensible a temperaturas extremas, causando grietas (Cupuerán 2016). En cambio, el adoquín se considera como un material más permeable, permitiendo una evacuación más eficaz del agua pluvial, y también puede ser más fácil de reparar si se requiere. Sin embargo, este tipo de material puede ser menos estable si la colocación no es adecuada, ocasionando desplazamiento de piezas por acción del agua Dávila et al. (2020). Finalmente, las vías con material de piedra y/o tierra poseen mayor vulnerabilidad a inundaciones ya que presentan mayor riesgo de erosión, formación de charcos y afectaciones en la circulación vehicular, por lo que requieren de mantenimiento y mejoras urgentes.

El análisis de percepción sobre el estado de conservación del sistema de drenaje (alcantarillado) en Turubamba Bajo, muestra un predominio de drenaje muy malo (54,4%) y malo (31,3%), seguido de un drenaje regular del 18,8% y drenaje bueno del 15,6%. Del total de alcantarillas que se observó, el 96,9% presentó presencia de escombros y desechos a sus alrededores y dentro de los mismos, y en algunos casos, se identificó presencia de aguas empozadas.

De manera similar, se obtiene un grado de deterioro alto del 65,6% del total de alcantarillas observadas, frente a un 18,8% con un grado medio de deterioro y un 15,6% con un grado de deterioro bajo (Anexo 4). Estos resultados, evidencian que varios de los sistemas presentan fisuras en sus estructuras y en la estructura vial a su alrededor. También presentan obstrucción por desechos y materia orgánica, ausencia de las tapas de las alcantarillas, y falta de limpieza y mantenimiento. Otras consecuencias asociadas en un escenario de sistemas de drenaje deficiente incluyen, mayor deterioro de vías y afecciones en viviendas cercanas en caso de eventos de lluvias fuertes.

1.3.2. Eliminación de desechos y tipología de afectaciones en la infraestructura de drenaje

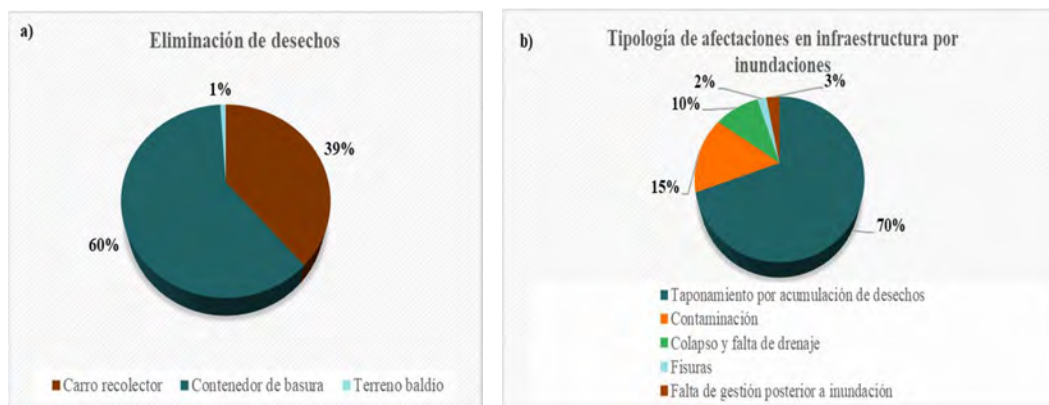


Figura 15. Eliminación de desechos y tipología de afectaciones en infraestructura, Turubamba Bajo

Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

Con el 60,2% de las respuestas en esa categoría, el análisis del método de eliminación de desecho en la población encuestada muestra que la gran mayoría de los participantes utiliza contenedores de basura para deshacerse de sus residuos. En segundo lugar, el 38,8% menciona el uso de carros recolectores como método de eliminación, lo que indica que una parte importante depende del servicio de recolección para una adecuada gestión de los desechos. Sin embargo, un pequeño porcentaje (1,0%) continúa utilizando terrenos baldíos (figura 15, literal a), lo que puede indicar una falta de infraestructura o problemas de acceso para el manejo de basura en algunas áreas. Esta pauta sugiere que, aunque se prefieran métodos más formales, pueden seguir existiendo métodos informales de disposición de los desechos.

Por otro lado, se indica como afectaciones la contaminación interna de los alcantarillados, especialmente debido a una falta de gestión de limpieza posterior a inundaciones, acumulando el 15% y 3% de las respuestas respectivamente. Finalmente, el 10% de las respuestas indican afectaciones relacionadas con el colapso de las alcantarillas por arrastre de materiales rocosos y sedimentación; y el 2% de respuestas indican que los sistemas de alcantarillados presentan fisuras en sus estructuras debido a inundaciones (figura 15, literal b); problemática que requiere de atención urgente por parte de las autoridades municipales correspondientes.

Los taponamientos de alcantarillas por sedimentos y basura, junto con colapsos estructurales, evidencian una vulnerabilidad infraestructural. Esto implica, sistemas de

drenaje insuficientes, viviendas construidas en zonas de acumulación de agua, y falta de capacidad institucional en términos de mantenimiento y limpieza de infraestructuras. La contaminación interna del alcantarillado no solo aumenta el riesgo de colapso, sino que también puede generar problemas sanitarios, afectando la salud pública. Estos resultados revelan que la vulnerabilidad a inundaciones en Turubamba Bajo está fuertemente influenciado por afectaciones multidimensionales. Esto valida el enfoque integral de la vulnerabilidad que indica que se debe valorar las amenazas y riesgos físicos, además de incluir indicadores sociales, económicos y ambientales (Domene Gómez 2006).

1.4. Indicadores de resiliencia

Esta sección analiza los resultados respecto al conocimiento y preparación de la comunidad ante la ocurrencia de eventos de inundación. Estos resultados se vinculan a los indicadores de vulnerabilidad socioeconómica.

1.4.1. Conocimiento

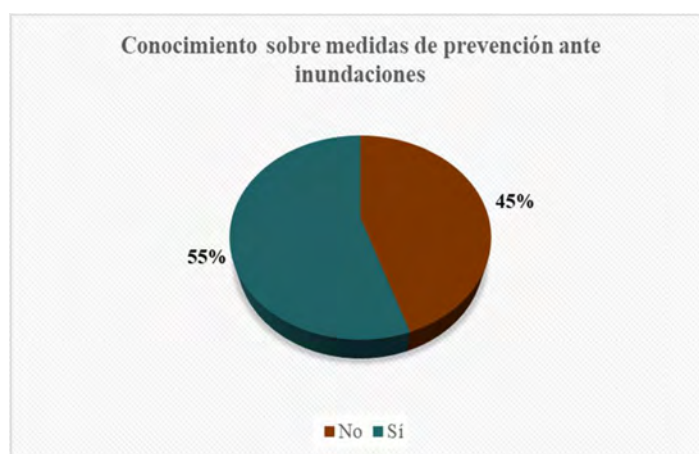


Figura 16. Nivel de conocimiento sobre medidas a tomar en caso de inundación: antes, durante y después de un evento de inundación, Turubamba Bajo
Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

Los resultados en la figura 16, muestran que la mayoría de los encuestados, un 55%, tiene algún tipo de conocimiento sobre las medidas a tomar antes, durante y después de un evento de inundación, mientras que el 45% restante no posee esta información. Entre las respuestas más frecuentes respecto a especificar este tipo de medidas incluyen: la limpieza periódica de alcantarillas como una acción comunitaria crucial y preventiva,

para evitar daños futuros en estos sistemas; y con especial énfasis la limpieza posterior a un evento de inundación. Además, los encuestados concuerdan en la importancia de preparar kits de emergencia y estar listos para evacuar, así como informar y mantener una comunicación regular con la comunidad. En cuanto a la existencia de refugios en caso de emergencia, la mayor parte de la población reporta no conocer; lo cual sugiere la necesidad de incrementar la difusión sobre los lugares o centros de refugio para la población afectada por inundaciones. En general, estos resultados reflejan una ligera mayoría de la población que está informada sobre las acciones preventivas y de respuesta frente a inundaciones; sin embargo, la proporción de habitantes que desconoce sobre este tema es significativo.

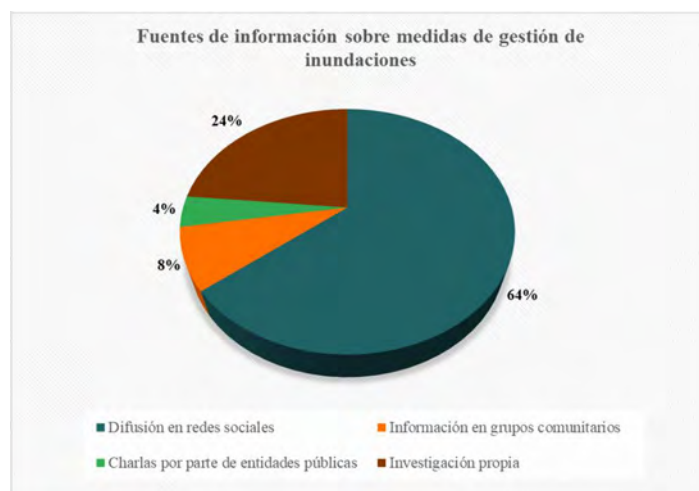


Figura 17. Fuentes de información sobre medidas de prevención y mitigación ante eventos de inundación, Turubamba Bajo

Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

Por otro lado, la figura 17 indica las fuentes de información disponibles y utilizadas por la población, sobre medidas preventivas y de mitigación ante inundaciones. El 64% indica obtener información respecto a estos temas, por medio de la difusión en redes sociales. El 24% indicó haber obtenido la información a través de su propia investigación, mientras que el 8% lo hizo mediante grupos comunitarios, y solo el 4% mencionó haber recibido información a través de charlas por parte de entidades públicas.

Esto sugiere que la difusión digital y la investigación personal son las principales fuentes de conocimiento, mientras que las charlas oficiales y los grupos comunitarios juegan un papel menos relevante en la diseminación de este tipo de información. La población expresó consistentemente el interés y necesidad de recibir este tipo de

información oficial por parte de las entidades públicas, un punto que va en congruencia con la baja percepción de confianza que muestran los habitantes hacia estas instituciones como se indicó en la figura 13.

A pesar de contar con lineamientos para la gestión de riesgos por desastres naturales a nivel nacional, como el Plan Específico de Gestión de Riesgos, el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres; Plan Nacional para la Reducción de Riesgos; y a nivel municipal como el Plan Metropolitano de Gestión Integral del Riesgo de Desastres y otros lineamientos técnicos; se infiere que esta información no está altamente difundida y accesible para la comunidad. Por lo tanto, se reitera la importancia de fortalecer la educación y sensibilización sobre el manejo de emergencias por riesgos a inundaciones, y de esa manera incrementar el conocimiento y preparación de los habitantes.

1.4.2. Preparación



Figura 18. Nivel de preparación de la población ante eventos de inundación, Turubamba Bajo
Fuente y elaboración propia a partir de encuestas realizadas en diciembre 2024

Los resultados en la figura 18 indican que la mayoría de la población, el 91%, no se encuentra realmente preparada en caso de emergencia por inundaciones, mientras que solo el 9% considera si estar preparada al respecto. Estos datos resaltan una discordancia entre el conocimiento teórico y la preparación práctica. Es decir, la población puede conocer sobre medidas preventivas, pero puede no tener acceso a herramientas como rutas de evacuación, refugios de emergencia y una práctica real de implementación de estas medidas.

Además, estos resultados pueden ser indicativos de la ausencia de planes comunitarios y apoyo gubernamental que motiven y prioricen la accesibilidad y eficiencia

en la difusión de información, conjuntamente con el fortalecimiento de estrategias de prevención que se enfoquen en acciones prácticas y simulacros comunitarios que ayuden a mejorar la aplicación real del conocimiento y cree mayor resiliencia comunitaria. Por lo tanto, actualmente la preparación de la población de Turubamba Bajo ante emergencias por inundación, es un área importante y urgente de mejora

2. Segunda instancia: espacialización de la vulnerabilidad a inundaciones en Turubamba Bajo

2.1. Mapa síntesis de vulnerabilidad física

El mapa síntesis resultante de la integración de los valores y pesos asignados a las variables: uso de suelo y cobertura vegetal, hidrografía y precipitaciones, junto con sus respectivos indicadores para el análisis de la vulnerabilidad a inundaciones en su componente físico para el barrio Turubamba Bajo, se muestra en la figura 19. Con un resultado del 50,89%, se concluye que el territorio presenta un nivel medio de vulnerabilidad en este aspecto.

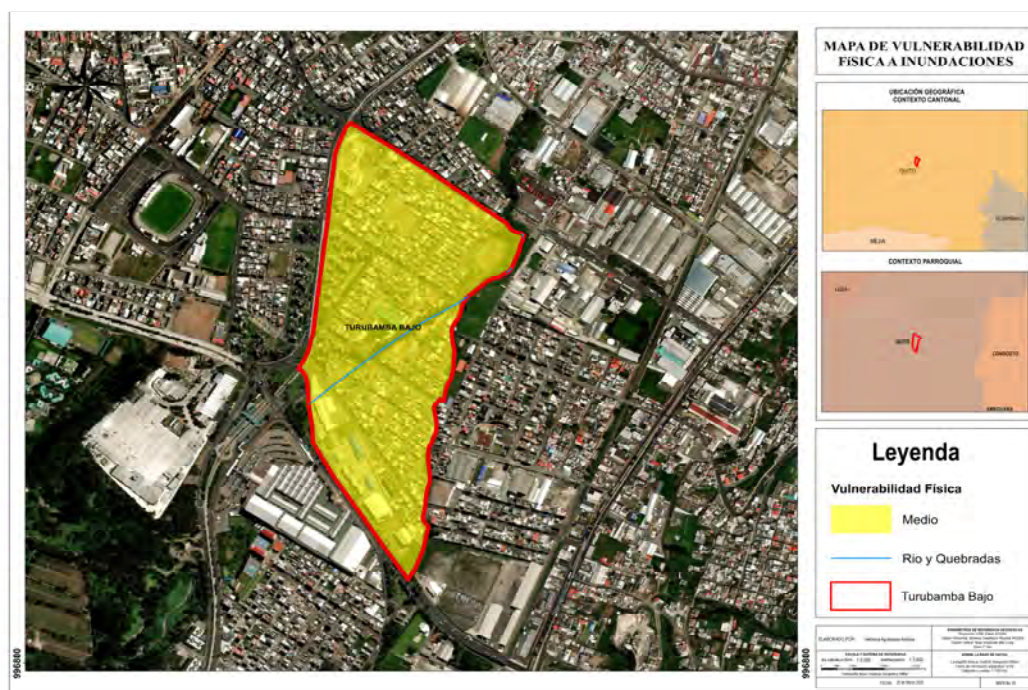


Figura 19. Mapa síntesis de vulnerabilidad física, Turubamba Bajo
Fuente y elaboración propia

Este resultado implica que las condiciones naturales y construidas del lugar contribuyen a que el territorio no sea ni altamente vulnerable ni poco vulnerable, sino que tendría una capacidad intermedia para resistir los efectos de la ocurrencia de inundaciones. La cantidad, intensidad y frecuencia de las precipitaciones son factores determinantes para el riesgo de inundación. Un nivel medio de vulnerabilidad sugiere que, las lluvias no son, de forma constante, extremadamente intensas; sin embargo, alcanzan niveles que pueden representar un riesgo significativo durante períodos prolongados. Como se indicó, el sector sur del DMQ recibe mayor pluviosidad, y en Turubamba Bajo se reporta constantemente eventos de precipitaciones que resultan en microinundaciones e inundaciones (SNGR 2025). La percepción de los habitantes expresado en las encuestas (figura 11) coincide al reportar la ocurrencia de eventos pasados de inundación a causa de lluvias en el sector hace varios años (5 a 15 años atrás), y en años recientes (2021 a 2024).

Las características de un uso de suelo mayormente modificado por la expansión urbana con cierta presencia de vegetación arbustiva y herbácea en Turubamba Bajo, configuran una capacidad moderada de absorción e infiltración de escorrentías. Sin embargo, durante eventos de precipitaciones intensas estas características no resultan suficientes, pues esa misma capacidad de absorción e infiltración se vería limitada y saturada.

En conjunto, se infiere que el territorio de Turubamba Bajo posee una combinación intermedia de características que lo hacen moderadamente vulnerable a inundaciones en su componente físico, pero no se encuentra en la situación más crítica. Por lo tanto, es importante implementar medidas de prevención y monitoreo para este tipo de variables de análisis.

2.2. Mapa síntesis de vulnerabilidad socioeconómica

El mapa resultante de la integración de valores y pesos asignados a las tres variables con sus respectivos indicadores, para la determinación de la vulnerabilidad socioeconómica, se muestra en la figura 20. Con un resultado del 67,59% se entiende que la población enfrenta dificultades económicas significativas para hacer frente a los impactos de una inundación, y para recuperarse eficazmente después de un evento de esta naturaleza.

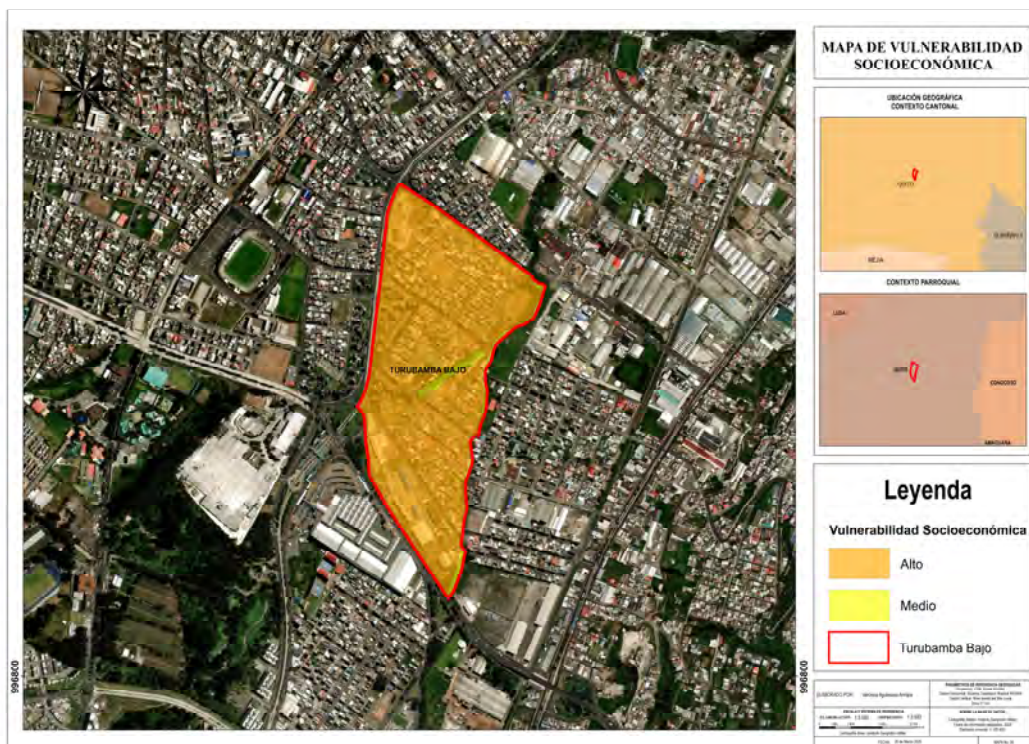


Figura 20. Mapa síntesis de vulnerabilidad socioeconómica, Turubamba Bajo

Fuente y elaboración propia

Turubamba Bajo se encuentra, mayoritariamente, clasificado en un nivel alto de vulnerabilidad económica que se sustenta en los datos recogidos y presentados en la figura 11, donde gran parte de la población reporta haber experimentado directamente eventos de inundación y sus efectos tanto a nivel barrial como individual o familiar. Esta conciencia histórica indica que las inundaciones no son eventos aislados, sino fenómenos recurrentes que dejan huella en la memoria colectiva de la comunidad. Por otro lado, este nivel de vulnerabilidad representa áreas donde la caracterización económica de Turubamba Bajo (figura 10) revela que una proporción significativa de los habitantes percibe ingresos mensuales iguales o inferiores a un salario básico unificado, lo que coincide con los hallazgos del informe de calidad de vida para el sector (Quito Cómo Vamos 2024). Esta condición económica tendría implicaciones directas en la capacidad de recuperación de las familias con bajos ingresos económicos ya que enfrentan mayores dificultades para reparar daños, reponer bienes perdidos o acceder a servicios de salud y asistencia técnica. Asimismo, influye en la capacidad para la inversión e implementación de medidas preventivas como la adquisición de seguros de salud y vida, además de acceso inmediato a servicios públicos de esta índole.

En menor proporción, una fracción de la población de Turubamba Bajo presenta una vulnerabilidad media frente a inundaciones, atribuida a dos factores clave. Primero, ausencia de experiencia previa con eventos de inundación (figura 11), lo que puede generar una menor percepción del riesgo ya que no han enfrentado directamente los efectos de inundaciones, pero a la vez, una preparación limitada ante futuros eventos extremos. Segundo, mayor capacidad económica al pertenecer al 10% de la población que percibe más de dos sueldos básicos (figura 10), teniendo potencialmente mejores recursos para implementar medidas de protección, acceder a seguros de salud y vida, o realizar mejoras estructurales en sus viviendas.

Por lo tanto, es crucial que, en territorios con estos niveles de vulnerabilidad socioeconómica, se establezcan políticas públicas y se fortalezca el apoyo gubernamental, mediante la implementación e inversión en programas de asistencia socioeconómica. Estas estrategias son fundamentales para reducir el riesgo y mejorar la capacidad de respuesta y recuperación de la población ante emergencias por inundaciones.

2.3. Mapa síntesis de vulnerabilidad infraestructural

La figura 21 muestra el mapa resultante de vulnerabilidad infraestructural del barrio Turubamba Bajo, dentro de tres niveles de vulnerabilidad: medio, alto y muy alto; siendo el nivel alto el más representativo. En términos numéricos, este aspecto representa un 63,49% de vulnerabilidad. Este resultado permite identificar las zonas dentro del barrio de mayor riesgo en términos de infraestructura habitacional, vial y drenaje; así como identificar las necesidades prioritarias de intervención.

La infraestructura de viviendas con vulnerabilidad media representa un indicador de unidades habitacionales con estructuras, en general, relativamente estables y funcionales, pero que muestran signos tempranos de desgaste como pequeñas fisuras y humedades en muros y techos que, aunque no comprometen la integridad estructural inmediata, pueden evolucionar hacia daños más complejos con el tiempo. En eventos de lluvias intensas o inundaciones, estas deficiencias pueden amplificarse generando problemas de infiltración y afectaciones en la durabilidad de materiales y bienes, aumentando la necesidad de mantenimiento preventivo. Dentro del nivel de vulnerabilidad alta, se entiende que existe viviendas con mayor grado de deterioro estructural como fisuras profundas y grietas visibles que afectan la capacidad portante de muros y techos, debilitando la resistencia frente a eventos naturales (Dávila et al. 2020).



Figura 21. Mapa síntesis de la vulnerabilidad infraestructural, Turubamba Bajo
Fuente y elaboración propia

Las viviendas se sitúan en riesgo mayor de sufrir daños funcionales durante precipitaciones intensas, siendo más vulnerables a filtraciones masivas y afectaciones de cimientos y afectando la posibilidad de evacuaciones preventivas en casos críticos. Viviendas dentro del nivel de vulnerabilidad muy alta, representa viviendas en estados críticos de conservación y estabilidad, con posibles riesgos de colapso y capacidad reducida de resistir eventos climáticos extremos e inclusive lluvias moderadas pueden desencadenar fallas estructurales relevantes.

Por otro lado, la infraestructura vial en vulnerabilidad media es un indicativo de presencia de vías con un deterioro moderado (baches, desgaste del material de construcción) que, aunque puede afectar superficialmente la funcionalidad, no limita su uso principal. Estas condiciones pueden provocar acumulación temporal de agua en lluvias intensas, generando riesgos puntuales de resbalones o ligeros daños a vehículos, pero la red vial en conjunto sigue siendo operativa para la circulación y evacuación. Vías dentro de los niveles de vulnerabilidad alta y muy alta comprenden estructuras con un deterioro avanzado que comprometen su funcionalidad y seguridad. El deterioro se presenta en forma de fisuras profundas, hundimientos, deformaciones y zonas con acumulación permanente de agua durante lluvias fuertes, lo que puede erosionar la base

de la estructura. Estas condiciones afectan la capacidad de evacuación rápida y segura de residentes durante emergencias por inundaciones, elevando el riesgo de accidentes y bloqueos viales. Además, estas vías pueden presentar problemas graves para el acceso de vehículos de emergencia y equipos de rescate.

El estado de conservación del sistema de alcantarillado tiene una influencia directa en la integridad y funcionalidad de la infraestructura vial, especialmente en contextos de inundaciones, ya que, un sistema de drenaje inadecuado contribuye a la acumulación y estancamiento de agua en las vías, lo cual acelera el deterioro de sus materiales y estructura, afectando la movilidad y aumentando el riesgo de daños mayores. Sistemas de drenaje dentro del nivel de vulnerabilidad media indica que las alcantarillas mantienen su funcionalidad, pero existe riesgo de saturación durante lluvias fuertes y prolongadas. En contraste, infraestructura de drenaje en niveles de vulnerabilidad alta y muy alta indica que los canales y alcantarillas presentan grados de deterioro elevados, debido a obstrucciones parciales o completas por acumulación de escombros y, por lo tanto, una capacidad reducida de absorción y evacuación de escorrentía, incrementando el riesgo a inundaciones y daños estructurales futuros en viviendas y vías aledañas.

Esta información permite priorizar medidas de mitigación que se enfoquen en las zonas con vulnerabilidad alta y muy alta. Ejemplos incluyen, realizar refuerzos estructurales en viviendas en estado crítico y malo; rehabilitar vías deterioradas con materiales adecuados y que se complemente con el mantenimiento y optimización de un sistema de drenaje eficiente y sostenible.

2.4. Mapa síntesis de vulnerabilidad en su componente de resiliencia

La figura 22 muestra el mapa resultante de vulnerabilidad a inundaciones para Turubamba Bajo en su componente de resiliencia. Este componente con un resultado de 85%, es el más vulnerable en comparación con los otros tres; y se ubica en un nivel muy alto de vulnerabilidad.

Este resultado sugiere que la población enfrenta grandes desafíos en varios aspectos críticos relacionados con el conocimiento, prevención y respuesta ante inundaciones. En cuanto a los conocimientos prácticos existe una limitada difusión por parte de las organizaciones gubernamentales responsables sobre medidas efectivas para la prevención y mitigación, lo que debilita la capacidad individual y colectiva para actuar adecuadamente antes y durante eventos de inundación.

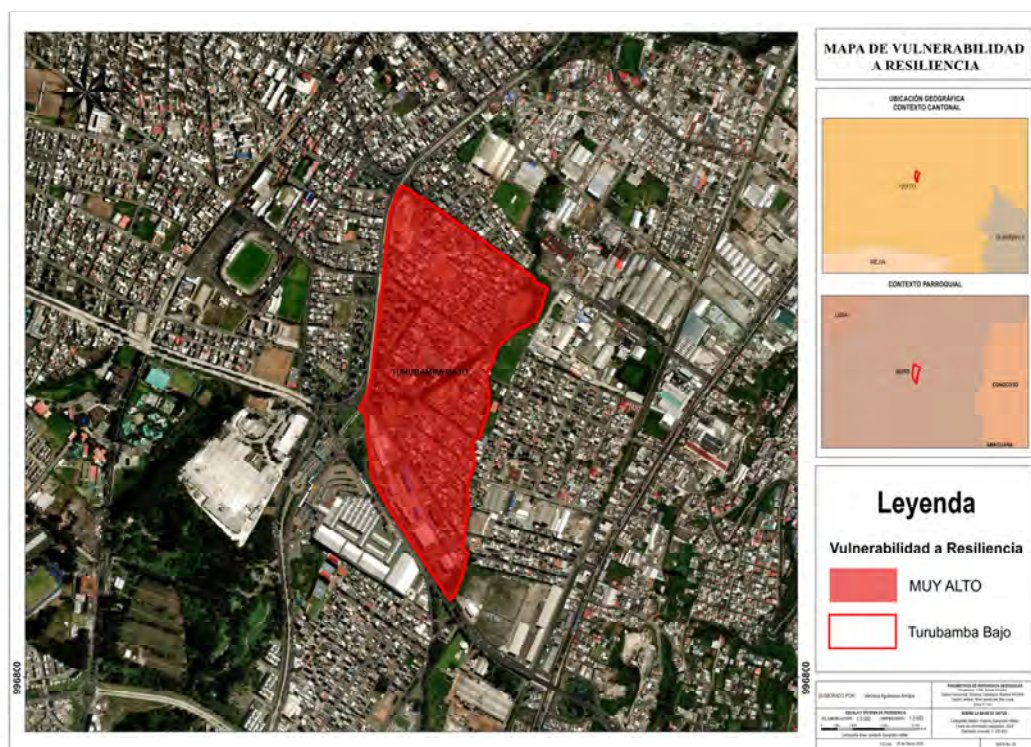


Figura 22. Mapa síntesis de vulnerabilidad en su componente de resiliencia
Fuente y elaboración propia

A pesar de que se reportó que las inundaciones son un fenómeno constante en el barrio, solo un porcentaje mínimo de la población, 4%, (figura 17) alega haber recibido información sobre el tema por parte de entidades públicas; siendo la investigación personal en redes sociales la forma común de obtener información, sin embargo, esta puede estar sujeta a inconsistencias. El nivel de vulnerabilidad representado en el mapa también responde a la falta de preparación efectiva para la gestión de riesgos que incluyan planes de emergencia comunitarios, rutas de evacuación claramente definidas y conocimiento sobre centros de refugio; situación que se vincula a las condiciones socioeconómicas limitadas que pueden dificultar la integración de medidas preventivas a nivel familiar e individual y a una organización comunitaria escasa (figura 8, literal b) lo que reduce aún más la capacidad de respuesta inmediata y coordinada.

Por lo tanto, la población de Turubamba Bajo posee una baja resiliencia a los impactos por eventos de inundación, lo cual implica riesgos mayores como pérdidas humanas, dificultades en la recuperación posterior a inundaciones a largo plazo, y aumento del riesgo de desplazamiento poblacional (Schrader-King 2020).

Para la determinación de la vulnerabilidad global a inundaciones en Turubamba Bajo, se integró los resultados cuantitativos de vulnerabilidad de los cuatro aspectos analizados anteriormente en la fórmula basada en Burgos et al. (2019), adaptado de Noriega et al. (2011) que se presentó en el apartado de metodología; obteniendo un resultado de vulnerabilidad global de 67%. Con base en la tabla 8 sobre la estandarización de la vulnerabilidad propuesta por Burgos et al. (2019) y adaptado de Cáceres (2001), este resultado se inserta en un nivel de vulnerabilidad alto.



El resultado se muestra en la figura 23 que corresponde al mapa síntesis de la vulnerabilidad a inundaciones en Turubamba Bajo. Este, presenta niveles de vulnerabilidad medio y alto, con predominancia del nivel alto. Este resultado sugiere, de forma general, una exposición muy significativa al riesgo de inundaciones para la comunidad dentro de los componentes evaluados.

De forma específica, un nivel alto de vulnerabilidad dentro de este contexto identifica sectores con una mayor exposición y fragilidad frente a los impactos de inundaciones. Se identificó que en Turubamba Bajo, esto se debe a factores antrópicos, físicos y sociales. Suelos con baja capacidad de absorción de escorrentías debido al proceso intenso de urbanización y conversión de uso de suelo de agrícola a residencial que ha experimentado el barrio desde las décadas de 1970 y 1980 (Vidal et al. 2018; Terán Parra 2010), se relaciona con la vulnerabilidad alta respecto a infraestructuras ya que, conjuntamente con la expansión urbana, las construcciones habitacionales informales y sin permisos adecuados (Dávila et al. 2020; Gómez y Cuvi 2016), tomaron lugar y en la actualidad, una gran proporción (34,4%, apartado 1.3.1) de las unidades habitacionales presentan deterioro y fallas estructurales debido a los procesos constructivos deficientes como se puede apreciar en los ejemplos provistos en la figura 24.



Figura 24. Ejemplos de estructuras habitacionales con deterioro, Turubamba Bajo
Fuente: fotografías tomadas durante las visitas de campo en diciembre 2024

Asimismo, la ubicación de viviendas respecto a cuerpos de agua revela una proximidad intermedia, que, si bien no es la zona más crítica, representa una amenaza inminente frente a la posibilidad de afectaciones por el desbordamiento de quebradas, saturación del suelo y finalmente inundaciones. En este sentido, la población mayormente vulnerable se identifica en la zona donde cruza la quebrada Shanshayacu, ubicada a

0°16'44.9" de latitud sur y 78°32'21 de longitud oeste entre la calle Cusubamba y pasaje Oe2F en Turubamba Bajo, misma que se ha desbordado recurrentemente en años anteriores (Heredia 2023). En la figura 25 se observa dos tramos de la quebrada Shanshayacu y varias viviendas cercanas a esta dentro de la zona de influencia de 0 – 100 m.



Figura 25. Tramos de la quebrada Shanshayacu y viviendas cercanas
Fuente: fotografías tomadas durante las visitas de campo en noviembre 2024

En las inmediaciones del barrio, se identificó la quebrada El Capulí ubicada a 0°16'58.5" de latitud sur y 78°31'60.0 de longitud oeste en el sector de Guajaló y al este de Turubamba Bajo, misma que según la memoria colectiva de los habitantes (figura 10, literal a) e información de la EPMAPS (2022) ha experimentado desbordamientos a causa de erosiones y precipitaciones intensas dando lugar a inundaciones que afectan a los barrios ubicados en la zona de influencia como a los barrios aledaños. En la figura 26 se observa dos tramos de la quebrada y viviendas cercanas.



Figura 26. Tramos de la quebrada El Capulí y viviendas cercanas
Fuente: fotografías tomadas durante las visitas de campo en noviembre 2024

Según Cajigal y Maldonado (2019), los asentos informales en este tipo de áreas propensas al riesgo de inundación, son una manifestación de la desigualdad ambiental y socioeconómica ya que, estas se presentan como zonas relativamente más accesibles para personas de bajos recursos económicos. En este sentido, se inserta aquí, parte del grupo poblacional que reportó tener ingresos inferiores a un salario básico unificado (figura 9, literal a) generando una doble vulnerabilidad; por un lado, la amenaza constante de eventos de inundación y por otro lado la vulnerabilidad socioeconómica que limita su capacidad de recuperación post-desastre.

El crecimiento urbano significó, además, la expansión del sistema de alcantarillado en Turubamba Bajo. Este, a pesar de los lineamientos establecidos en el Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ (EPMAPS 2011) en cuanto al mantenimiento, ampliación y mejoras del sistema de drenaje; en la actualidad este no es completamente suficiente en su capacidad y funcionalidad. Se suma a esta realidad, un importante grado de deterioro en la infraestructura de alcantarillados (65,6%, apartado 1.3.1) presentes en el barrio como se observa en la figura 27 y se puede revisar en el Anexo 5 con un registro fotográfico más completo. Este deterioro responde a la presencia de escombros, desechos y aguas servidas acumuladas en su interior (96,9% de las infraestructuras de drenaje registradas, apartado 1.3.1).



Figura 27. Ejemplos de infraestructura de drenaje convencional deterioradas, Turubamba Bajo
Fuente: fotografías tomadas durante las visitas de campo en diciembre 2024

Finalmente, se identifica que los sectores con un nivel alto de vulnerabilidad están relacionados con el grado de resiliencia y cohesión social de la comunidad en términos de conocimiento, preparación y organización ante eventos de inundación. La población en estos sectores corresponde al porcentaje que reporta no conocer, ni sentirse preparada (figuras 16 y 18) en cuanto a medidas preventivas que reduzcan el riesgo de afectaciones

por eventos de inundación. De igual manera, la población en este nivel de vulnerabilidad pertenece al porcentaje (80%; figura 8, literal b) que reportó no pertenecer a ninguna forma de organización comunitaria. Esta ausencia de cohesión social afecta en la capacidad de respuesta individual y comunitaria durante emergencias.

Por otro lado, y en contraste, los sectores del barrio dentro de un nivel medio de vulnerabilidad indica da indicaciones de la presencia de condiciones que los hacen moderadamente susceptibles a los impactos por inundaciones, relacionándose a factores como un uso de suelo mixto que regula la inundabilidad de la zona, niveles de precipitación variables, y una distancia intermedia a cuerpos de agua. En estas zonas, las condiciones de las infraestructuras pueden resistir eventos de menor intensidad, pero requieren intervención y mantenimiento para reducir su vulnerabilidad al riesgo. Los habitantes poseen cierto nivel de resiliencia comunitaria reflejado en su nivel de preparación y respuesta con base en una organización colectiva.

3. Tercera instancia: discusión de medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones según el contexto de Turubamba Bajo

El panorama descrito en las dos primeras instancias de esta sección de resultados nos indica que la población de Turubamba Bajo está significativamente expuesta a un nivel alto de vulnerabilidad a inundaciones, situación que se debe tener en primordial consideración dentro de la planificación y gestión urbana. La situación presente en el territorio de estudio, demanda de una de una intervención integral enfocada en la propuesta, elaboración e integración de medidas de adaptación frente a la ocurrencia de estos eventos, tanto a nivel barrial como a nivel de ciudad. La última pregunta de la encuesta aplicada (ver Anexo 2, sobre “Percepción sobre la implementación de medidas de adaptación y resiliencia”), indica que el 100% de los moradores de Turubamba Bajo considera necesario la implementación de medidas que les beneficie como comunidad para hacer frente de mejor manera los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos como son las inundaciones que aquejan a este sector.

Por lo tanto, en esta tercera instancia se presenta una matriz de discusión sobre algunas medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones que puedan ser implementadas en Turubamba Bajo con base en los componentes analizados previamente e insertados y validados con la literatura referente a adaptación al cambio climático y a eventos hidrometeorológicos extremos a nivel global y regional, recordando que el barrio

investigado es tratado como un caso de estudio de la vulnerabilidad a inundaciones a la que están sujetas las ciudades latinoamericanas dentro de una configuración urbana.

Para este fin, se identificaron y plantearon dos tipos de medidas de adaptación: estructurales y no estructurales. Las medidas estructurales son aquellas referentes a obras y/o construcciones físicas diseñadas para modificar la dinámica del riesgo con el objetivo de prevenir y alivianar los impactos de inundaciones (Meadowcroft 2016). En contraste, las medidas de adaptación de tipo no estructural se enfocan en alteraciones en el comportamiento, planificación y educación de manera que se reduzca la vulnerabilidad e incremente la resiliencia de la comunidad expuesta (Meadowcroft 2016; Cajigal y Maldonado 2019).

Tabla 9

Discusión sobre medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones según el contexto de Turubamba Bajo

Componente	Vulnerabilidades Identificadas	Medidas de Adaptación Propuestas	Tipo de Medida	Estudios relacionados
Físico	Desbordamiento de quebradas (Shanshayacu, El Caupicho, Capuli)	Canalización y mantenimiento periódico de quebradas	Estructurales / No estructurales	• Ferreira (2025) en su estudio sobre las inundaciones urbanas en Brasil, analiza la canalización y control hidráulico como una obra necesaria para para encauzar cursos de agua y evitar desbordamientos en zonas urbanas densamente pobladas. • Aytekin et al. (2025) en su evaluación de la vulnerabilidad a inundaciones identifica zonas de alta vulnerabilidad que sugiere sean sujetas de intervenciones estructurales prioritarias como medidas de adaptación. • Cajigal y Maldonado (2019) identifica como medidas de adaptación a la vulnerabilidad física la construcción de elementos concretos permanentes que brinden protección ante inundaciones (diques, muros de contención)
	Ocurrencia de lluvias intensas y constantes	Monitoreo hidrometeorológico continuo		• El informe del IPCC (2022) indica que el desarrollo e implementación de sistemas de alerta temprana con base en el monitoreo frecuente de eventos hidrometeorológicos extremos es necesario para anticipar impactos, proteger vidas y bienes, y mejorar la toma de decisiones en la gestión del agua y planificación urbana. Se sugiere, además, la inversión en infraestructura tecnológica para mejorar la precisión y cobertura de los datos, además de asegurar que los datos sean accesibles y comprensibles para tomadores de decisiones y comunidades locales. • Miralles-Wilhelm et al. (2018) en su estudio sobre a gestión de los recursos hídricos y la adaptación al clima en la cuenca del río Grande, Argentina, indica como medidas de adaptación el fortalecimiento de redes de monitoreo para anticipar eventos como inundaciones y sequías, así como el uso de modelos climáticos para proyectar escenarios futuros y respuestas.
	Saturación de suelos	Implementación de sistemas de drenaje sostenibles (SUDS)		• Melfo (2023), Castro et al. (2005) coinciden en la identificación de SUDS como una medida complementaria a las funciones de los sistemas convencionales de drenaje urbano y en el drenaje de escorrentías con un enfoque sostenible y de protección ambiental en entornos urbanos. • Perero von Hove y Ronquillo (2018) en su estudio sobre los desafíos que enfrentan las ciudades latinoamericanas, promueve el uso de infraestructura verde y rediseños del drenaje urbano.

Socioeconómico	Población en zonas de riesgo (proximidad intermedia a quebradas)	Ordenamiento territorial con enfoque ambiental	No estructurales	• Ferreira (2025) propone una política nacional de ordenación del territorio que coordine leyes locales, regionales y sectoriales como medida eficaz para evitar la ocupación de zonas de riesgo. • Acuña-Duarte (2011), sugiere la implementación de reformas para la reubicación de viviendas propensas a daños por inundaciones, y de aquellas que ya han sido afectadas dentro de la planificación urbana.
	Nivel de ingresos económicos limitados, acceso limitado a seguros de salud y vida	Políticas públicas para la implementación e inversión en programas de asistencia socioeconómica por parte de los gobiernos.		• La CEPAL (2022) establece que, es necesaria la implementación de medidas en protección social y económica adaptativas para la población, que garanticen el acceso igualitario a servicios esenciales, además de la integración de políticas adaptativas que respondan a necesidades específicas, especialmente para los grupos más vulnerables. • Kephart et al. (2024) ofrece recomendaciones clave para la implementación de medidas de adaptación, principalmente enfocado a políticas públicas que prioricen los esfuerzos de adaptación y recuperación ante inundaciones en los barrios con menor posición socioeconómica.
	Cohesión social limitada	Fortalecimiento de redes de apoyo local		• Ferreira (2025) destaca la importancia de involucrar a la ciudadanía en la gestión del riesgo, mediante campañas educativas y procesos participativos que vinculen a las instituciones públicas y a la sociedad civil. • Cajigal y Maldonado (2019) identifica y resalta la necesidad, y hasta cierta extensión, la obligación, de una participación activa de la población en brigadas de coordinación entre actores locales y protección civil durante emergencias por inundaciones.
Infraestructura	Importante porcentaje de deterioro en infraestructura habitacional y vial	Intervenciones de refuerzo, mejoramiento y mantenimiento de infraestructuras	Estructurales/ No estructurales	• Parra Saad et al. (2024) en su análisis de vulnerabilidad del riesgo por inundaciones en Colombia, deriva medidas de adaptación relacionadas con el diseño y construcción de vías con criterios adaptativos como drenajes pluviales sostenibles y reforzados que integren información local sobre capacidad de drenaje y exposición a escorrentías. • Arévalo Carmona (2016) en su estudio sobre vulnerabilidad físico-espacial de la vivienda y el entorno inmediato, propone medidas de mejoramiento progresivo de viviendas con materiales resistentes, combinada con la instalación para el acceso a servicios básicos. Integra también propuestas de medidas sobre la construcción de vías que integren drenaje pluvial conjuntamente con intervenciones participativas en el mantenimiento de la infraestructura, es decir, una responsabilidad colectiva por comunidad y autoridades.

Resiliencia	Colapso y alto grado de deterioro del sistema de alcantarillado	Rediseño y ampliación del sistema de alcantarillado Gestión hídrica participativa y sostenible	Estructurales	• La EPMAPS (2022), según su Plan Operativo Anual para el año 2025 contempla como medida de adaptación a inundaciones la implementación de infraestructura nueva de saneamiento, a través de la construcción de 27,77 km de redes de alcantarillado y colectores, reconociendo que la red de drenaje de la ciudad de Quito requiere de intervención y mejoras. • Perero von Hove y Ronquillo (2018) identifica la importancia de evaluar y establecer lineamientos para una gestión integrada del recurso hídrico, por medio de la coordinación de políticas de agua, suelo, y urbanismo con el fin de reducir la vulnerabilidad de las ciudades. • Miralles-Wilhelm et al. (2018) promueve como estrategia clave para enfrentar la variabilidad climática, el mejoramiento sobre la eficiencia en el uso del agua y reducir conflictos entre sectores.
	Falta de protocolos de emergencia	Establecimiento de planes de emergencia con participación comunitaria a través de capacitaciones y asistencia técnica		• Coronel Espinoza (2023), analizó con un enfoque cuantitativo las implicaciones de un plan institucional de emergencias para la gestión de riesgo por desastres naturales en centros educativos del Ecuador, concluyendo que la aplicación de este plan produce cambios significativos y puede ser aplicado a otros ámbitos sectores. • Villa-Santillán et al. (2024) en su estudio de conciencia ambiental y gestión de riesgos en estudiantes de Perú, indica que el conocimiento genera capacidad de prevención, por lo tanto, la implementación y difusión de planes de emergencia crea conciencia y responsabilidad social a distintos niveles.
	Escasa articulación institucional y gobernanza climática local	Mecanismos de coordinación interinstitucional		• Meadowcroft (2016), indica que los gobiernos locales deben enfocar primeros esfuerzos en las reformas institucionales y de procesos, y segundo en la elaboración de instrumentos dentro de la gobernanza de adaptación al cambio climático. Debe integrar actores clave que colaboren con los distintos sectores de la comunidad. • Ferreira (2023) sugiere la evaluación y aprobación de nuevos instrumentos legales que fortalezcan el marco normativo para la prevención de daños por inundaciones. • Acuña-Duarte (2011), indica que la percepción pública del desempeño gubernamental tras un desastre influye en la disposición de la ciudadanía a colaborar con medidas de adaptación futuras.

Fuente: elaboración propia con base en Ferreira (2025), Aytekin et al. (2025), Cajigal y Maldonado (2019), IPCC (2022), Miralles-Wilhelm et al. (2018), Melfo (2023), Castro et al. (2005), Perero von Hove y Ronquillo (2018), Acuña-Duarte (2011), CEPAL (2022), Kephart et al. (2024), Parra Saad et al. (2024), Arévalo Carmona (2016), EPMAPS (2022), Coronel Espinoza (2023), Villa-Santillán et al. (2024), Meadowcroft (2016)

La tabla 9 presenta la discusión de medidas de adaptación a inundaciones que pueden ser integradas al contexto de Turubamba Bajo, entendiéndolas como medidas que se vinculan a la gobernanza climática a niveles más amplios. Esta gobernanza debe enfocar medidas tanto estructurales o técnicas con medidas no estructurales que abarquen reformas institucionales, políticas y socioeconómicas contextualizadas a nivel barrial o local, pues la vulnerabilidad no es homogénea.

En Latinoamérica, si bien existe la implementación de medidas adaptativas con este enfoque, existe también tendencias a la implementación de medidas únicamente de orden técnico y científico, olvidando las condiciones sociales, económicas y políticas de las comunidades (Parra Saad et al. 2024, Miralles-Wilhelm et al. 2018). Es así que la una implementación efectiva de medidas de adaptación frente a la vulnerabilidad a inundaciones requiere coherencia entre políticas y planes de acción, así como entre coordinación institucional con otros sectores de la sociedad.

Para Turubamba Bajo se discutió diez medidas de adaptación con referencia al análisis y resultados de esta investigación. La integración combinada de estas medidas estructurales y no estructurales dentro de los cuatro componentes reflejados en la tabla 9, podría representar una importante oportunidad para este barrio con el fin de reducir su nivel de vulnerabilidad a inundaciones, así como incrementar su capacidad de gestión del riesgo por inundaciones.

Conclusiones

En el presente trabajo de investigación se identificaron amenazas y riesgos asociados a inundaciones en el barrio Turubamba Bajo, de las cuales se derivaron las variables e indicadores de vulnerabilidad que integraron el análisis. La identificación de estos aspectos se realizó con base en la revisión bibliográfica, encuesta, y observación directa, integrando los componentes: físico, socioeconómico, infraestructura y resiliencia, con 11 variables y 29 indicadores.

Se identifica una población con poca cohesión social (80% no pertenece a ninguna forma de organización comunitaria), con educación media y limitaciones en el acceso a estudios superiores (solo un 25%), y con una distribución equilibrada de residentes nuevos y residentes con mayores niveles de arraigo en el sector (36,7% habitan por más de 25 años, 38,8% de uno a diez años).

Además, se identifica una población económicamente limitada con más de un 70% percibiendo ingresos iguales o inferiores a un salario básico unificado, y un 34% sin ningún tipo de cobertura de salud. Por otro lado, existe un alto porcentaje de la población (57%) con memoria histórica respecto a inundaciones pasadas, y con un 33% de los encuestados reportando afectaciones a nivel individual o familiar. Existe una alta cobertura (99%) a servicios públicos básicos, sin embargo, un nivel de confianza bajo a medio hacia entidades públicas que los proveen.

Se identificó un panorama preocupante respecto del estado de conservación de infraestructura habitacional, vial y de drenaje en el área. La mayoría de las viviendas (50%) presentan un estado regular, mientras que un porcentaje significativo está en estado malo (21,9%) y muy malo (12,5%). Solo el 15,6% se percibe en buen estado. La proporción de vías en mal estado corresponde al 31,3% y en estado regular al 31,3% y un 18,8% de vías en buen estado y en mal estado. Se identifica un predominio de drenaje muy malo (54,4%) y malo (31,3%), seguido de un drenaje regular del 18,8% y drenaje bueno del 15,6%.

La población en términos de resiliencia resulta en un 55% que tiene algún tipo de conocimiento sobre las medidas a tomar antes, durante y después de un evento de inundación, mientras que el 45% restante no posee esta información. Sin embargo, la

mayoría de la población, el 91%, no se encuentra realmente preparada, mientras que solo el 9% considera si estar preparada al respecto.

Se espacializó el nivel de vulnerabilidad a inundaciones del barrio Turubamba Bajo evaluado a partir de cuatro componentes: físico, socioeconómico, infraestructural y resiliencia, por medio de la metodología heurística. Con un resultado de 67%, Turubamba Bajo presenta un nivel medio a alto de vulnerabilidad a inundaciones, esta espacialización permite identificar los espacios más vulnerables a inundaciones dentro del barrio; así como la población más expuesta a los impactos de estos eventos.

Este nivel de vulnerabilidad es el resultado de la integración de los resultados desglosados de los niveles de vulnerabilidad a inundaciones en Turubamba Bajo para los cuatro componentes. La vulnerabilidad física resultó en un 50,89% dentro de un nivel medio, la vulnerabilidad socioeconómica en un 67,59% dentro de los niveles medio a alto, la vulnerabilidad infraestructural resultó en un nivel medio a alto con el 63,59%, y la vulnerabilidad en términos de resiliencia en el 85% correspondiente a un nivel alto. Estos resultados permiten identificar los componentes y variables que requieren mayor intervención, En este caso, las variables de resiliencia (conocimiento y preparación), requieren ser intervenidas de forma prioritaria y urgente; pero con igual importancia las demás variables.

Se identificó y discutió medidas de adaptación estructurales y no estructurales frente la vulnerabilidad a inundaciones que pueden ser valoradas e integradas para la gestión urbana de Turubamba Bajo con la finalidad de reducir el nivel de vulnerabilidad a inundaciones. Estas incluyen: canalización y mantenimiento periódico de quebradas, monitoreo hidrometeorológico continuo, implementación de sistemas de drenaje urbano sostenibles (SUDS), ordenamiento territorial con enfoque integral, políticas públicas para la implementación e inversión en programas de asistencia socioeconómica para grupos vulnerables, creación y fortalecimiento de redes de apoyo local, intervenciones de refuerzo, mejoramiento y mantenimiento de infraestructuras habitacionales y viales, rediseño y ampliación del sistema de alcantarillado y gestión hídrica participativa y sostenible, establecimiento de planes de emergencia con participación comunitaria a través de capacitaciones y asistencia técnica, y mecanismos de coordinación interinstitucional.

Lista de referencias

- Acuña-Duarte, Andrés. 2011. “Opinión pública sobre el desempeño gubernamental tras un desastre natural: Algunas reflexiones para América Latina.” 2021, *Hemisferio*, vol. 20 (2): 67–75. <https://doi.org/10.22320/hem.v20i2.5177>.
- Aguilar-Barajas, Ismael. 2018. “Agua, ciudades y desarrollo”. En *Agua y ciudades en América Latina: Retos para el desarrollo sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo, Centro del Agua para América Latina y el Caribe, Tecnológico de Monterrey.
- Aguilar-Barajas, Ismael, Jürgen Mahlknecht, Jonathan Kaledin, Marianne Kjellén, y Abel Mejía-Betancourt. 2018. *Agua y ciudades en América Latina: Retos para el desarrollo sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo; Centro del Agua para América Latina y el Caribe; Tecnológico de Monterrey.
- Aguilera-Klink, Federico, Eduardo Pérez-Moriana, y Juan Sánchez-García. 2000. “The Social Construction of Scarcity. The Case of Water in Tenerife (Canary Islands)”. *Ecological Economics* 34 (2): 233–45. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00160-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00160-9).
- Andersen, Mary, y Peter Woodrow. 1989. *Rising from the Ashes: Development Strategies in Times of Disaster*. Westview Press.
- Arévalo Carmona, Myrna Inés. 2016. “Asentamientos informales, inundaciones y vulnerabilidad físico-espacial de la vivienda y el entorno inmediato: caso de estudio Arroyo la Esmeralda en la ciudad de Barranquilla, Colombia”. Tesis de Maestría, Universidad de Chile.
- Ávila-García, Patricia. 2015. “Hacia una ecología política del agua en Latinoamérica”. *Revista de Estudios Sociales*, 18–31. <http://dx.doi.org/10.7440/res55.2016.01>.
- Aytekin, Mustafa, Yusuf Serengil, y Muhittin İnan. 2025. “A GIS Based Quick Assessment Method of Flood Vulnerability: Susurluk Basin Case”. *European Journal of Forest Engineering* 11 (1): 1–14. <https://doi.org/10.33904/ejfe.1527247>.
- Beevers, Lindsay, Guy Walker, y Ailsa Strathie. 2016. “A Systems Approach to Flood Vulnerability”. *Civil Engineering and Environmental Systems* 33 (3): 199–213. <https://doi.org/10.1080/10286608.2016.1202931>.

- Blaikie, Piers, Terry Cannon, Ian David, y Ben Wisner. 1996. *Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Bonilla-Bedoya, Santiago, Argenis Mora, Angélica Vaca, Anabel Estrella, y Miguel Ángel Herrera. 2020. “Modelling the Relationship between Urban Expansion Processes and Urban Forest Characteristics: An Application to the Metropolitan District of Quito”. *Computers, Environment and Urban Systems* 79 (enero): 101420. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.101420>.
- Burgos, Bryan Danilo, Scarlet Josefina Cartaya, y David Jesod Mero Del Valle. 2019. “Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador”. *Investigaciones Geográficas*, núm. 98: 1–18. <https://doi.org/10.14350/rig.59767>.
- Cáceres, Eduardo Soria. 2016. *Vulnerabilidad frente a desastres naturales: marco conceptual y ámbitos de intervención para la inclusión social*. Ministerio de Inclusión Económica y Social.
- Cáceres, Karla. 2001. “Metodologías para estimar degradación y vulnerabilidad a desastres naturales: Aplicación a la microcuenca Los Naranjos, Lago de Yojoa, Honduras”. Tesis de Maestría, CATIE.
- Cajigal, Erick, y Ana Lucía Maldonado. 2019. “Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático”. *Economía Sociedad y Territorio*, 543–74. <https://doi.org/10.22136/est20191342>.
- Cardona, Darío. 2002. *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: Una crítica y una revisión necesaria para la gestión*. Informe técnico. Universidad de Los Andes.
- Carofilis Cedeño, Nelson. 2017. *Exploraciones históricas de la transformación urbana y ecológica de Guayaquil y la cuenca del Río Guayas*. Objeto de conferencia. Primeras Jornadas de Investigación “Ríos Urbanos: nuevas perspectivas para el estudio, diseño y gestión de los territorios fluviales”. Universidad Nacional de La Plata (UNLP) - Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/69462>.
- Carrión, Andrea, Julien Rebotier, Pascale Metzger, y Fernando Puente-Sotomayor, eds. 2024. *Gestión de riesgos en Quito. Balance y perspectivas de treinta años de*

- estudios*. 1a ed. FLACSO Ecuador / Instituto francés de Investigación para el Desarrollo (IRD). <https://doi.org/10.46546/2024-58lineabierta>.
- Castro, Daniel, Joseba Rodríguez, Jorge Rodríguez, y Francisco Ballester. 2005. “Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)”. *Asociación Interciencia* 30 (5): 255–60.
- CEPAL. 2022. *Leaving No One behind in Latin America and the Caribbean: Strengthening Institutions for Social Policy Coherence and Integration to Foster Equality*. CEPAL.
- Céspedes Romero, María Paula. 2022. “Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia por eventos hidrometeorológicos e hidroclimáticos extremos”. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84268>.
- Connor, R.F., y K. Hiroki. 2005. “Development of a Method for Assessing Flood Vulnerability”. *Water Science and Technology* 51 (5): 61–67. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0109>.
- Coronel Espinoza, Jonathan Israel. 2023. “El plan institucional de emergencias y la gestión de riesgo por desastres naturales”. *Polo del Conocimiento* 8 (2).
- Cuero Melville, Diana Carolina, y Ana Gabriela Lavalle Villacís. 2024. “Análisis del Cambio de Uso de Suelo en la Expansión Urbana de Guayaquil: Perspectivas y Desafíos: Analysis of Land Use Change in Guayaquil’s Urban Expansion: Perspectives and Challenges”. *Revista Scientific* 9 (33): 129–50. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.33.6.129-150>.
- Cupuerán, María Isabel. 2016. “Evaluación del riesgo por subsidencia en la zona de Turubamba, sur de Quito, como aporte al diseño de un plan integral de gestión de riesgos del Distrito Metropolitano de Quito”. Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional.
- Damonte, Gerardo, y Barbara Lynch. 2016. “Cultura, política y ecología política del agua: Una presentación”. *Anthropologica* 36: 5–21.
- Dávila, Monserrate, María Ocaña, y Génesis Ocaña. 2020. “Evaluación de la Vulnerabilidad Física-Estructural de Edificaciones en el Barrio Turubamba del Distrito Metropolitano de Quito a cuasa de asentamientos sucesivos en la zona”. *Rev. Inv. Acad. Educación ISTCRE* 4 (2): 31–39.

- Díaz Caravantes, Rolando Enrique. 2018. “Vulnerabilidad y riesgo como conceptos indisolubles para el estudio del impacto del cambio climático en la salud”. *Región y Sociedad* 30 (73). <https://doi.org/10.22198/rys.2018.73.a968>.
- Díaz, Mariela Paula. 2015. “Hábitat popular y mercado laboral: El desarrollo urbano desigual de la ciudad de El Alto (Bolivia)”. *Revista INVI* 30 (85): 111–46. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582015000300004>.
- Domene Gómez, Elena. 2006. “La ecología política urbana: Una disciplina emergente para el análisis del cambio socioambiental en entornos ciudadanos”. *Documents d’Anàlisi Geogràfica* 48: 167–78. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.1105>.
- Elum, Zelda. 2022. “Flood risk perception, disaster preparedness and response in flood-prone urban communities of Rivers State”. *PubMed Central* 14 (1). <https://doi.org/10.4102/jamba.v14i1.1303>.
- EPMAPS. 2011. *Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para El Distrito Metropolitano de Quito*. Resumen Ejecutivo. EPMAPS.
- EPMAPS. 2022. *Memoria de Sostenibilidad*. EPMAPS, MDMQ.
- FAO. 2011. *The State of the World’s Land and Water Resources for Food and Agriculture*. 0 ed. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203142837>.
- FEMA. 2020. *Consideraciones para la planificación: Vivienda por desastre*. Guía para colaboradores estatales, locales, tribales y territoriales. FEMA.
- Fernández-Illescas, Coral, y Stefan Buss. 2016. *Ocurrencia y gestión de inundaciones en América Latina y el Caribe: Factores claves y experiencia adquirida*. BID. <https://doi.org/10.18235/0010109>.
- Ferreira, Ximena Cardozo. 2025. “Inundaciones urbanas: propuestas para una gestión de riesgos con enfoque en la prevención de daños”. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante.
- Flores-Juca, Enrique, y Mario Balseca Carrera. 2022. “Análisis Prospectivo De La Incidencia De La Expansión Urbana En El Ámbito De La Planificación Territorial: Ciudad De Cuenca”. Artículos Técnicos. *Revista Geoespacial* 19 (1): 33–49. <https://doi.org/10.24133/geoespacial.v19i1.2817>.
- Gómez, Andrea, y Nicolás Cuvi. 2016. “Asentamientos informales y medio ambiente en Quito”. *Revista Internacional de Ciencias Sociales* 35: 101–19.

- González, L. M., M. C. Falcón, G. Galassi, P.S. Gómez, J. Huergo, y M.C. Rojas Herrero. 2009. *Lecturas sobre vulnerabilidad y desigualdad social*. Centro de Estudios Avanzados (UN Córdoba) - CONICET.
- Gran Castro, Juan Alberto. 2020. “El impacto de la urbanización en la distribución socioespacial de la vulnerabilidad al cambio climático”. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, núm. 27: 134–47. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.27.2020.3961>.
- Hardoy, Jorgelina, y Gustavo Pandiella. 2009. “Urban poverty and vulnerability to climate change in Latin America”. *Environment and Urbanization* 21 (1): 203–24. <https://doi.org/10.1177/0956247809103019>.
- Heredia, Edison. 2023. *Norma Técnica de Drenaje Pluvia, Alcantarillado Sanitario y Separación de Caudales para el Distrito Metropolitano de Quito*. Informe técnico. EPMAPS.
- Hernández Sampieri, Roberto, y Carlos F. Fernandez-Collado. 2014. *Metodología de la Investigación*. Sexta edición. Editado por Pilar Baptista Lucio. McGraw-Hill Education.
- IGM. 2025. *Geoportal del Instituto Geográfico Militar del Ecuador*. Released. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>.
- IPCC. 2022. *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>.
- Kallis, Giorgos. 2010. “Coevolution in Water Resource Development”. *Ecological Economics* 69 (4): 796–809. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.07.025>.
- Kephart, Josiah L., Usama Bilal, Nelson Gouveia, et al. 2024. “Social Disparities in Flood Exposure and Associations with the Urban Environment in 44,698 Neighborhoods in 276 Cities in Eight Latin American Countries”. Preprint, Occupational and Environmental Health, julio 3. <https://doi.org/10.1101/2024.07.02.24309839>.
- León, Gloria y Pérez Joana. 2018. *Metodologías para evaluar la amenaza, vulnerabilidad, exposición y riesgo por ciclones tropicales*. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/27226>.
- Loris, Antonio. 2018. “Los servicios de agua en Lima: Comprendiendo los vínculos entre el desarrollo urbano, la desigualdad social y el agua”. En *Agua y ciudades en*

- América Latina: Retos para el desarrollo sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo, Centro del Agua para América Latina y el Caribe, Tecnológico de Monterrey.
- Lozano, Olga. 2009. *Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos*. I Sesión de la Plataforma Regional de Reducción del Riesgo de Desastres de las Américas. Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES).
- MDMQ, SGSG, y OMSC. 2021. *Atlas de incidentes de seguridad y convivencia ciudadana 2021*. Alcaldía de Quito.
- Meadowcroft, James. 2016. *Climate Change Governance*.
- Melfo, Alejandra. 2023. *Memoria de las Jornadas: Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) como una medida de adaptación frente al cambio climático*. CONDESAN-Proyecto AICCA/MMAY A VAPSB.
- Merlinsky, María Gabriela, Facundo Martín, y Melina Tobías. 2020. “Hacia la conformación de una Ecología Política del Agua en América Latina”. *QUID. Revista Latinoamericana de Estudios del Agua* 16 (13): 1–11.
- Miralles-Wilhelm, Fernando, Eugene Brantly, Marcelo Borsellino, et al. 2018. “La gestión de los recursos hídricos y la adaptación al clima en la cuenca del río Grande, Argentina”. En *Agua y ciudades en América Latina: Retos para el desarrollo sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo, Centro del Agua para América Latina y el Caribe, Tecnológico de Monterrey.
- Montero, Laetitia, y Johann García. 2017. *Panorama multidimensional del desarrollo urbano*. CEPAL.
- Moreno-Crossley, Juan Cristóbal. 2008. “El concepto de vulnerabilidad social en el debate en torno a la desigualdad: Problemas, alcances y perspectivas”. *Center for Latin American Studies University of Miami*.
- Morocho, Cinthya Lisset, y Alexandra Reateguá. 2021. “Desarrollo de un sistema para el tratamiento de aguas grises y la reutilización en un modelo de cultivo hidropónico en un domicilio en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Turubamba”. Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21908>.
- Noriega, Orangel de Jesús, Yeison Gutiérrez, y Javier Rodríguez. 2011. “Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del Río Gaira, en el

- Distrito de Santa Marta”. *Prospectiva* 9 (2): 93–102.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250980014>.
- OCHA y UNDRR. 2023. *Panorama de los desastres en América Latina y El Caribe 2000 - 2022*. UNDRR, OCHA.
- Oliver-Smith, Anthony, Irasema Alcántara-Ayala, Ian Burton, y Allan Lavell. 2017. “The Social Construction of Disaster Risk: Seeking Root Causes”. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 22: 469–74.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.10.006>.
- OPS y OMS. 2020. *Reducción del riesgo de desastres en salud*. Released.
<https://www.paho.org/es/temas/reduccion-riesgo-desastres-salud>.
- Parra Saad, Alejandro, Mayerling Sanabria Buitrago, Ricardo Sanabria, y Karol Natalia Piñeros Dueñas. 2024. “Incorporación de factores socioeconómicos al análisis de vulnerabilidad del riesgo por inundación en vías usando un modelo geoespacial”. *Investigaciones Geográficas*, núm. 81: 201–23.
<https://doi.org/10.14198/INGEO.25788>.
- Peck, Angela, Subhankar Karmakar, y Slobodan Simonovic. 2007. *Physical, Economical, Infrastructural and Social Flood Risk - Vulnerability Analyses in GIS*. Water Resources Research Project No. 057. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Western Ontario.
<https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=wrrr>.
- Peltre, Pierre. 1989. “Quebradas y riesgos naturales en Quito, periodo 1900-1988”. En *Quito: lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi*. Corporación Editora Nacional.
- Perero von Hove, Eduardo, y Laura Ronquillo. 2018. *Agua y Ciudad: Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible*. Informe técnico. Fundación Conama.
- Pilatasig, Josselyn. 2021. “Identificación de Elementos del Tejido del Barrio Turubamba Bajo, Quito, Ecuador”. *Proyectos Urbanos 1 – FAU.UCE – 2020.2021*.
https://gesturbanos.wordpress.com/2021/01/20/mapa-formal-turubamba-bajo-pilatasig-josselin_p2/.
- Quito Cómo Vamos. 2024. *Informe de calidad de vida 2024*. Endowment for Democracy (NED).
- Ramos Ojeda, Daliana. 2019. “Entendiendo la vulnerabilidad social: Una mirada desde sus principales teóricos”. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y America Latina* 7 (1): 139–54.

- Ron Zambrano, Carlos Edison. 2022. “Afectaciones de la zona urbana del Distrito Metropolitano de Quito por precipitaciones en el periodo 2010-2019”. Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27208>.
- Schrader-King, Kristyn. 2020. *Desarrollo Urbano: Panorama General*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>.
- Secretaría de Ambiente del DMQ. 2025. *Plan Ambiental Distrital 2015 - 2025*. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- Serrano Vincenti, Sheila, Diana Zuleta, Viviana Moscoso, Pablo Jácome, Enrique Palacios, y Marcos Villacís. 2012. “Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito”. *La Granja* 16 (2): 23–47. <https://doi.org/10.17163/lgr.n16.2012.03>.
- SGSCGR. 2024. *Plan Metropolitano de Gestión Integral del Riesgo de Desastres 2025-2033*. Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos.
- SNRG. 2025. “Reportes de monitoreo de amenazas y eventos peligrosos 2025”. *SNRG*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/reportes-de-monitoreo-de-amenazas-y-eventos-peligrosos-2025/>.
- Stadel, Christoph. 2000. “Ciudades Medianas y Aspectos de La Sustentabilidad Urbana En La Región Andina”. *Espacio y Desarrollo* 12: 25–43.
- Swyngedouw, Erik, Maria Kaïka, y José Esteban Castro. 2016. “Agua urbana: Una perspectiva ecológico-política”. *Ecología Política* 3 (7): 124–37.
- Terán Parra, Edwin Iván. 2010. “Análisis socio-ambiental del cambio de uso de suelo en la quebrada Caupicho - tramo inicial”. Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2286>.
- Urquieta, Patricia, y Sarah Botton. 2020. *Agua y desigualdades urbanas*. CIDES-UMSA y Plural Editores.
- Useche, María Cristina, Wileidys Artigas, Beatriz Queipo, y Édison Perozo. 2019. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos*. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/36461>.
- Van Metre, Peter C., Sharon Qi, Jeffrey Deacon, et al. 2020. “Prioritizing River Basins for Intensive Monitoring and Assessment by the US Geological Survey”. *Environmental Monitoring and Assessment* 192 (7): 458. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08403-1>.

- Vidal, Xavier, Lucía Burgos, y Othón Zevallos. 2018. “Protección y recuperación ambiental de las laderas del Pichincha en Quito, Ecuador”. En *Agua y ciudades en América Latina: Retos para el desarrollo sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo, Centro del Agua para América Latina y el Caribe, Tecnológico de Monterrey.
- Villacis, Eugenio, y Norberto Marrero de León. 2017. “Precipitaciones extremas en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha- Ecuador”. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* 38 (2): 102–13.
- Villalobos, Fabio. 2013. “Características económicas de las manufacturas localizadas en Quitumbe: Estudio con especial referencia al Parque Industrial Turubamba”. *Questiones Urbano Regionales. Revista del Instituto de la Ciudad* 2 (1): 163–98.
- Villa-Santillán, María Silvia*, Gladys Requejo-Pacheco, Lázaro Ruiz-Barrera, y Paula Milagros Chiok-Pérez. 2024. “Gestión del riesgo de desastres y conciencia ambiental en estudiantes universitarios en Perú”. *Revista de Ciencias Sociales*, advance online publication. <https://doi.org/10.31876/rcs.v30i.42261>.
- Watanabe, Max. 2015. *Gestión del riesgo de desastres en ciudades de América Latina*. Soluciones Prácticas.
- Weikert Bicalho, Fabio. 2021. *Infraestructura resiliente: un imperativo para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Zapana, Luis, Hug March, y David Sauri. 2021. “Las desigualdades en el acceso al agua en ciudades latinoamericanas de rápido crecimiento: El caso de Arequipa, Perú”. *Geografía Norte Grande*, núm. 80: 369–89. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022021000300369>.
- Zapperi, Paula Andrea, y Anabella Montico. 2021. “Manejo del escurrimiento de aguas pluviales desde la perspectiva de los servicios ecosistémicos. Análisis de su abordaje en ciudades capitales de la Argentina”. *Geográfica de América Central* 1 (68): 305–32. <https://doi.org/10.15359/rgac.68-1.11>.

Anexos

Anexo 1: Modelo de encuesta

Lugar: Sur de Quito, barrio Turubamba Bajo

Objetivo: Conocer el grado de vulnerabilidad ante inundaciones de los moradores del barrio Turubamba Bajo.

Encuestador: Verónica Aguinsaca, Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Quito.

Fecha:

Dirección (Calle/Pasaje):

1. Cuál es su edad?

18-24 años 25-34 años 35-44 años 45-54 años Más de 54 años

2. Indique su género.

Masculino Femenino Otro

3. Aproximadamente, ¿cuánto tiempo lleva viviendo en el sector?

1 – 10 años 10-25 años Más de 25 años

4. ¿Cuál es su nivel de instrucción?

Completa Incompleta

Primaria

Secundaria

Superior/Universidad

5. ¿Grupos sociales a los que pertenece o asiste?

Comité Barrial Liga barrial Grupo religioso Ninguno Otros
(especifique)

6. ¿Cuál es su nivel total de ingresos familiares?

Menor a un sueldo básico Sueldo básico Entre uno y dos sueldos básicos Mayor a dos sueldos básicos

7. ¿Tiene acceso a seguro de salud y vida?

Público Privado Ninguno Ambos

8. ¿Tiene acceso a los siguientes servicios básicos?

SI NO

Agua potable

Luz eléctrica

Alcantarillado

Internet

Teléfono/celular

Centro de salud

9. ¿Ha tenido siempre acceso a los servicios básicos?

Si No

10. ¿Desde cuándo tiene acceso a los servicios mencionados?

.....

11. En cuanto al servicio de alcantarillado. ¿Cómo calificaría al mismo? Siendo 1 muy malo y 10 muy bueno.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

12. Con respecto a un servicio de alcantarillado regular o malo. ¿Cuál es su percepción para esas condiciones?

Falta de gestión por parte de las autoridades.

Responsabilidad de los ciudadanos.

Otra (especifique)

.....

13. ¿Cómo consideraría su nivel de confianza a entidades públicas?

Alto Medio Bajo

Municipio

Policía

ECU 911

Servicio de ambulancia

Bomberos

14. ¿Cómo realiza usted la eliminación de desechos?

Carro recolector Contenedor de basura Terreno baldío Incineración o entierra

15. Durante su tiempo viviendo en el sector, ¿ha experimentado o tiene conocimiento de años pasados, sobre eventos de lluvia que han desencadenado en inundaciones?

Si

No

16. Aproximadamente ¿En qué año ocurrió? ¿De qué tipo fueron las afectaciones?

.....

Sociales Económicas Ambientales De infraestructura
Todas

17. A nivel individual y/o familiar ¿Ha experimentado algún tipo de impacto negativo debido a un evento de inundación? Describa por favor

Si

No

.....

18. ¿Considera que los eventos de inundación han impactado sobre la estructura del sistema de alcantarillado? ¿Cómo?

Si

No

.....

19. ¿Conoce usted qué medidas tomar y cómo proceder antes, durante y después de un evento de inundación? Indique brevemente cuáles.

Si

No

.....

20. ¿Podría indicar si usted se encuentra realmente preparado en caso de una emergencia por eventos de inundación?

Si

No

.....

21. ¿Cómo ha obtenido esta información?

Por medio de difusión en redes

Por medio de grupos sociales

Por medio de entidades públicas

Por investigación propia

Otra (especifique)

.....

22. ¿Considera usted que es necesario la implementación de medidas para crear resiliencia y mejorar la preparación de la población frente a eventos de inundación?

Si

No

23. ¿Conoce usted sobre sistemas alternativos para el manejo de agua de agua lluvia? Indique brevemente cuáles.

Si

No

.....

24. ¿Conoce usted sobre los sistemas jardines de lluvia?

Si

No

25. ¿Consideraría usted que los jardines de lluvia representarían una alternativa potencial que complemente la función del servicio de alcantarillado y el manejo de agua pluvial?

Si

No

26. ¿Estaría usted de acuerdo con la implementación de un sistema de jardín de lluvia en el sector?

Si

No

Tal vez

Observaciones

.....

Gracias por su tiempo.

Anexo 2: Desglose de resultados de encuesta aplicada

Edad de los encuestados

Rangos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Menos de 18 años	3	3,06	3,06
18-24 años	17	17,3	17,3
25-34 años	11	11,2	11,2
35-44 años	26	26,5	26,5
45-54 años	24	24,5	24,5
Más de 54 años	17	17,3	17,3
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Género de los encuestados

Género	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Femenino	60	61,2	61,2
Masculino	38	38,8	38,8
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Tiempo de residencia

Rango	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
1-10 años	38	38,7	38,7
10-25 años	24	24,4	24,4
Más de 25 años	36	36,7	36,7
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Nivel de instrucción

Nivel Académico	Categorías					
	Completa		Incompleta		No iniciada	
	f	%	f	%	f	%
Primaria	98	100,0	0	0,0	0	0,0
Secundaria	86	87,8	7	7,1	5	5,1
Superior	24	24,5	33	33,7	41	41,8

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Grupos sociales

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Ninguno	78	79,6	79,6
Comité Barrial	6	6,1	6,1
Comité de seguridad	3	3,0	3,0
Grupo religioso	9	9,2	9,2
Grupos de baile/expresión corporal.	2	2,0	2,0
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Ingresos económicos

Ingresos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Entre uno y dos sueldos básicos	19	19,4	19,4
Mayor a dos sueldos básicos	10	10,2	10,2
Menor a un sueldo básico	17	17,3	17,3

Sueldo básico	52	53,1	53,1
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Acceso a seguros de salud y vida

Seguro	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Ambos	3	3,1	3,1
Ninguno	33	33,7	33,7
Privado	1	1,0	1,0
Público	61	62,2	62,2
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Acceso a servicios básicos

¿Tiene acceso a los siguientes servicios básicos?		Categorías			
		Sí		No	
		f	%	f	%
	Agua Potable	97	99,0	1	1,0
	Luz eléctrica	97	99,0	1	1,0
	Alcantarillado	97	99,0	1	1,0
	Internet	97	99,0	1	1,0
	Teléfono celular	91	92,9	7	7,1
	Centro de Salud	94	95,9	4	4,1

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Percepción de la calidad del servicio de alcantarillado

Estadístico	Valor	Categoría
N Válido	98	-
N Perdidos	0	-
Media	6,010	Bueno
Mediana	6,000	Bueno
Moda	7,000	Regular
Desviación estándar	1,640	
Rango	8,000	Muy bueno
Percentil 25	5,000	Regular
Percentil 50 (Mediana)	6,000	Bueno
Percentil 75	7,000	Bueno

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Percepción sobre las condiciones de un servicio de alcantarillado regular o deficiente

Características	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Falta de gestión por parte de las autoridades.	90	91,8	91,8
Responsabilidad de los ciudadanos.	8	8,2	8,2
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Nivel de confianza en entidades públicas

¿Cómo consideraría su nivel de confianza a entidades públicas?		Categorías					
		Bajo		Medio		Alto	
		f	%	f	%	f	%
	Municipio	33	33,7	59	60,0	6	6,1
	Policía	37	37,8	53	54,1	8	8,2

ECU 911	35	35,7	56	57,1	7	7,1
Ambulancia	25	25,5	66	67,3	7	7,1
Bomberos	17	17,3	71	72,4	10	10,2

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Formas de eliminación de desechos

Características	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Carro recolector	38	38,8	38,8
Contenedor de basura	59	60,2	60,2
Terreno baldío	1	1,0	1,0
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Conocimiento/experiencia de inundaciones pasadas

Características	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
No	42	42,9	42,9
Sí	56	57,1	57,1
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Tipología de afectaciones percibidas por eventos de inundaciones

Categorías	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Sociales	10	10,2	10,2
Económicas	20	20,4	20,4
Ambientales	7	7,1	7,1
De infraestructura	10	10,2	10,2
Todas	51	52,0	52,0
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Impacto de Inundaciones a Nivel Individual y Familiar

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
No	66	67,3	67,3
Sí	32	32,7	32,7
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Impactos sobre la estructura del sistema de alcantarillado

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Taponamiento	44	45,0	45,0
Taponamiento por desechos	13	13,4	13,4
Contaminación	9	9,2	9,2
Taponamiento y contaminación	6	6,1	6,1
Taponamiento y colapso	5	5,1	5,1
Taponamiento y acumulación de desechos	4	4,1	4,1
Fisuras	2	2,0	2,0
Colapso	2	2,0	2,0
Falta de drenaje	3	3,1	3,1
Acumulación de desechos	4	4,1	4,1
Falta de gestión posterior a inundación	2	2,0	2,0
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Conocimiento sobre medidas a tomar en caso de inundaciones

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
No	44	44,9	44,9
Sí	54	55,1	55,1
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Preparación en caso de inundaciones

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
No	89	90,8	90,8
Sí	9	9,2	9,2
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Medios de obtención de información

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Por medio de difusión en redes	63	64,3	64,3
Por medio de grupos sociales	8	8,2	8,2
Por medio de charlas en entidades públicas	4	4,1	4,1
Por investigación propia	23	23,5	23,5
Total	98	100,0	100,0

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Percepción sobre la implementación de medidas de adaptación y resiliencia

Percepción	Categorías			
	Sí		No	
	f	%	f	%
¿Considera usted que es necesario la implementación de medidas para crear resiliencia y mejorar la preparación de la población frente a eventos de inundación?	98	100,0	-	-
¿Conoce usted sobre sistemas de drenaje urbano alternativos sostenibles para el manejo de agua de lluvia? Indique brevemente cuáles.	1	1,0	97	99,0
¿Conoce usted sobre los sistemas jardines de lluvia?	1	1,0	97	99,0
¿Consideraría usted que los jardines de lluvia representarían una alternativa potencial que complemente la función del servicio de alcantarillado y el manejo de agua pluvial?	98	100,0	-	-
¿Estaría usted de acuerdo con la implementación de un sistema de jardín de lluvia en espacios estratégicos en el sector?	90	91,8	8	8,2

Fuente: Encuestas realizadas en diciembre 2024. Elaboración propia.

Anexo 3: Modelo de fichas técnicas para observación directa

De viviendas

Dirección (Calle/Pasaje, Lote/Casa No.):		
Registro fotográfico		
Número de pisos	1 piso	
.....	2-3 pisos	
.....	3 pisos o más	
Tipo de materiales de construcción	Ladrillo	
.....	Bloque	
.....	Piedra/adobe	
.....	Madera	
Grado de deterioro de superficies	Ningún grado de deterioro	
.....	Grado medio de deterioro	
.....	Alto grado de deterioro (fisuras, grietas, humedades, filtraciones)	
Estado de conservación general	Bueno	
.....	Regular	
.....	Malo	
Observaciones		
.....		

Elaboración propia

De vías

Calle o Avenida		
Registro fotográfico		
Tipo de vía	Principal	
.....	Secundaria	
.....	Terciaria	
Tipo de materiales de construcción	Asfalto	
.....	Adoquín	
.....	Piedra/tierra	
Presencia de alcantarillado	Si	
.....	No	
Grado de deterioro de superficies	Ningún grado de deterioro	
.....	Grado medio de deterioro	
.....	Alto grado de deterioro	
Estado de conservación general	Bueno	
.....	Regular	
.....	Malo	
Observaciones		
.....		

Elaboración propia

De sistema de alcantarillado

Ubicación		
Registro fotográfico		
Presencia de escombros/desechos	Si	
.....	No	
Presencia de áreas verdes cercanas	Si	
.....	No	
Grado de deterioro de superficies	Ningún grado de deterioro	
.....	Grado medio de deterioro	
	Alto grado de deterioro	
Estado de conservación general	Bueno	
.....	Regular	
	Malo	
Observaciones		
.....		

Elaboración propia

Anexo 4: Desglose de resultados de observación directa

Percepción sobre el estado de viviendas

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Muy malo	4	12,5
Malo	7	21,9
Regular	16	50,0
Bueno	5	15,6
Total	32	100

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Número de pisos

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
1 piso	15	46,9
2-3 pisos	10	31,3
3 pisos o más	7	21,9
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Tipo de materiales de construcción

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Bloque y/o ladrillo	13	40,6
Hormigón	18	56,3
Piedra/adobe	0	0,0
Madera	1	3,1
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Grado de deterioro de superficies

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Ningún grado de deterioro	5	15,6
Grado medio de deterioro	16	50,0
Alto grado de deterioro (fisuras, grietas, humedades, filtraciones)	11	34,4
Total	32	100

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Percepción sobre el estado de vías

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Muy malo	6	18,8
Malo	10	31,3
Regular	10	31,3
Bueno	6	18,8
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Tipo de vía

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Principal	3	9,4
Secundaria	22	68,8
Terciaria	7	21,9
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Tipo de materiales de construcción

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Asfalto	20	62,5
Adoquín	10	31,3
Piedra/tierra	2	6,3
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Presencia de alcantarillado

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Si	12	37,5
No	20	62,5
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Grado de deterioro de superficies

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Ningún grado de deterioro	6	18,8
Grado medio de deterioro	10	31,3
Alto grado de deterioro	16	50,0
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Percepción sobre el estado del sistema de drenaje

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Muy malo	11	34,4
Malo	10	31,3
Regular	6	18,8
Bueno	5	15,6
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Presencia de escombros/desechos

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Si	31	96,9
No	1	3,1
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Presencia de áreas verdes cercanas

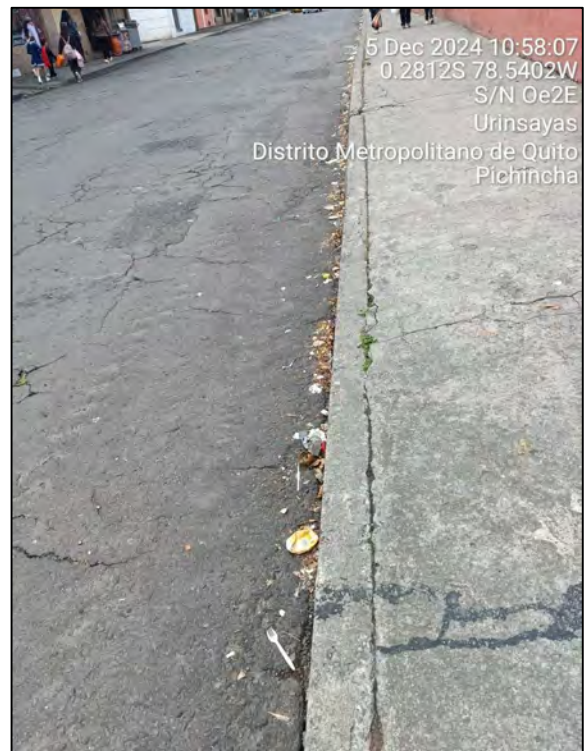
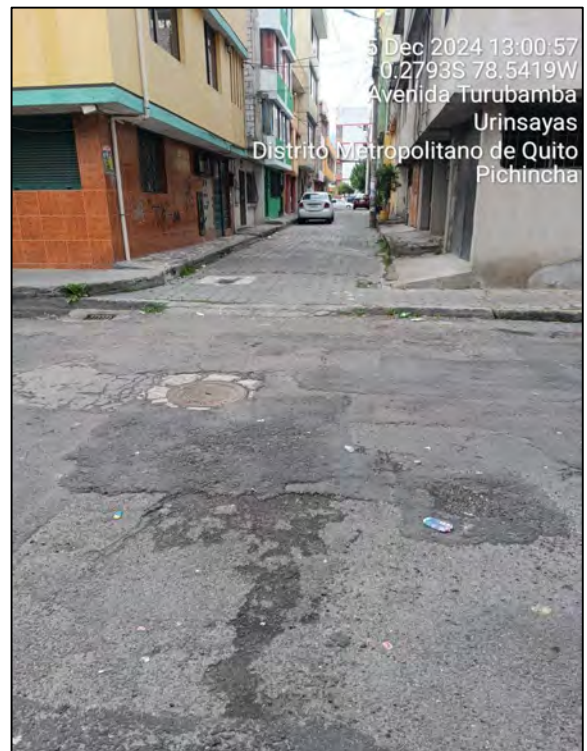
Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Si	13	40,6
No	19	59,4
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Grado de deterioro de superficies

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Ningún grado de deterioro	5	15,6
Grado medio de deterioro	6	18,8
Alto grado de deterioro	21	65,6
Total	32	100,0

Fuente: Registros de observación directa sistematizada en diciembre 2024. Elaboración propia.

Anexo 5: Registro fotográfico

Apreciación del estado de viviendas y vías en Turubamba Bajo, diciembre 2024



Apreciación del estado de sistema de alcantarillado y recolectores de basura, y en la foto final, de un tramo de la Quebrada Shanshayacu en Turubamba Bajo, diciembre 2024