

51 Urbano

MISCELÁNEA
MISCELLANEOUS

MAYO 2025 / NÚMERO 51
ISSN IMPRESA: 0717 - 3997
ISSN ELECTRÓNICA: 0718 - 3607





51 Urbano

MISCELÁNEA
MISCELLANEOUS

JUNIO 2025 / NÚMERO 51
ISSN IMPRESA: 0717 - 3997
ISSN ELECTRÓNICA: 0718 - 3607
REVISTA DEL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO URBANO /
UNIVERSIDAD DEL BÍO - BÍO / CONCEPCIÓN / CHILE



UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO



FACULTAD de
ARQUITECTURA
CONSTRUCCIÓN
y DISEÑO
UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO



DEPARTAMENTO DE
PLANIFICACIÓN Y
DISEÑO URBANO



Programa de Información Científica
Concurso Fondos de Publicación de Revistas Científicas 2018
Proyecto Código: FP180007

EDITORIA RESPONSABLE / Editor in Chief
STELLA SCHRÖEDER / Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.
stella.schroeder@ubiobio.cl

COMITÉ DE REDACCIÓN / Editorial board

SERGIO BAERISWYL RADA / Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.
IGNACIO BISBAL GRANDAL / Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.
HÉCTOR GAETE FERES / Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.
MARÍA ISABEL LÓPEZ MEZA / Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.
AARÓN NAPADENSKY PASTENE / Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.
FRANCISCO NUÑEZ CERDA / Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.
ALFREDO PALACIOS BARRA / Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.
FRANCISCO SABATINI DOWNEY / Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.

COORDINACIÓN EDITORIAL/assistant editor
JOCELYN VIDAL RAMOS / Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío.
javidal@ubiobio.cl

ASISTENTE EDITORIAL/editorial assistant
ALMENDRA ÁLVAREZ RÍOS / Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío - Bío
mpcid@ubiobio.cl

COMITÉ CIENTÍFICO EDITORIAL/editorial board

PABLO ALLARD SERRANO. Universidad del Desarrollo. Chile.
ARTURO ORELLANA OSSANDON. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.
MABEL ALARCON RODRIGUEZ. Universidad de Concepción. Chile.
JORGE INZULZA CONTARDO. Universidad de Chile. Chile.
ELISA CORDERO JAHR. Universidad Austral de Chile. Chile.
ROBERTO GOYCOOLEA PRADO. Universidad de Alcalá. España.
Zaida Muñíz Martínez. Universidad Politécnica de Catalunya. España.
ESTER HIGUERAS GARCÍA. Universidad Politécnica de Madrid. España.
ALFREDO ANDIA STELZER. Florida International University. EEUU.
CLARA IRAZÁBAL ZURITA. University of Missouri. EEUU.
DANIEL GONZÁLEZ ROMERO. Universidad de Guadalajara. México.
EDUARDO SOUSA GONZÁLEZ. Universidad Autónoma de Nueva León. México.
HELGA VON BREYMANN MIRANDA. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
SAMUEL VÉLEZ GONZÁLEZ. Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín. Colombia
KARINA BORJA. Universidad Católica. Ecuador. Ecuador.
ALICIA NOVICK. Universidad Nacional de General Sarmiento. Argentina.

DIRECCIÓN DE ARTE Y DIAGRAMACIÓN/ art director and layout
IGNACIO A. SÁEZ ARANEDA

TRADUCCIÓN AL INGLÉS/English translation
KEVIN WRIGHT

CORRECCIÓN DE ESTILO/proofreader
TANIA VIDAL RAMOS

GESTIÓN WEB/webmaster
KARINA LEIVA

SECRETARÍA/administration
PAMELA SIERRA VILLALOBOS

IMAGEN DE PORTADA/cover image
Collage portadas revista Urbano.

INDEXACIONES/indexation

Scopus, Scielo, Emerging Sources Citation Index, Redalyc, ERIHPLUS, DOAJ, EBSCO, Avery Index, Latindex Catálogo 2.0, Dialnet, REDIB, REBIUN. URBANO forma parte de ARLA, Asociación de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura.



Scopus®
SciELO Chile



redalyc.org

ERIHPLUS

DOAJ

EBSCO

AVERY INDEX

latindex
catálogo
2.0

Dialnet

REDIB

REBIUN
REDIB
REVISTAS
UNIVERSITARIAS

ARLA
ASOCIACIÓN DE REVISTAS LATINOAMERICANAS DE ARQUITECTURA

ESPAZOS PÚBLICOS RESILIENTES FRENTA A LA PROMULGACION DE LA LEY 21.364 DEL SISTEMA NACIONAL DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA ANTE DESASTRES EL CASO DEL SECTOR “LA REINA ALTA” EN EL PIEDEMONTE DE SANTIAGO, CHILE
 RESILIENT PUBLIC SPACES TO FACE THE ENACTMENT OF LAW 21.364 ON THE NATIONAL DISASTER PREVENTION AND RESPONSE SYSTEM. THE CASE OF THE “LA REINA ALTA” SECTOR IN THE SANTIAGO FOOTHILLS, CHILE

Rosa María Hernández-Vera
 Stephanie Scherezada Salgado-Montes
 María de Lourdes Flores-Lucero

VULNERABILIDAD ANTE EL RIESGO DE EXPLOSIÓN DE HIDROCARBUROS EN ASENTAMIENTOS INFORMALES EN EL MUNICIPIO DE PUEBLA, MÉXICO
 VULNERABILITY TO THE RISK OF HYDROCARBON EXPLOSION IN INFORMAL SETTLEMENTS IN THE MUNICIPALITY OF PUEBLA, MEXICO

Jorge Inzulza-Contardo
 Mirari Ramírez-Fuenzalida

DESASTRE POSDESASTRE. POLÍTICAS UNIDIMENSIONALES SIN EVALUACIÓN POSTERIOR Y RECURRENCIA DE DESASTRES: EL CASO DE NONGUÉN, CHILE, COMO CASO CARACTERÍSTICO DE POLÍTICAS INEXACTAS
 POST-DISASTER DISASTERS. ONE-DIMENSIONAL POLICIES WITHOUT POST-DISASTER ASSESSMENT AND RECURRENCE OF DISASTERS: THE CASE OF NONGUEN, CHILE, AS A CHARACTERISTIC CASE OF UNSOUND POLICIES

Denisse Schmidt-Gómez
 Ignacio Bisbal-Grandal
 Javiera Pavez-Estrada

¿DÓNDE ESTUDIAN LOS MÁS PEQUEÑOS? DESIGUALDAD ESPACIAL EN LA OFERTA DE EDUCACIÓN PREESCOLAR EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SANTIAGO, CHILE
 WHERE DO THE LITTLE ONES STUDY? SPATIAL INEQUALITY IN PRESCHOOL EDUCATION PROVISION IN THE METROPOLITAN AREA OF SANTIAGO, CHILE

Francisco Vergara-Perucich

USING FUZZY INFERENCE SYSTEMS TO EVALUATE SIDEWALK QUALITY IN AHVAZ, IRAN
 USO DE SISTEMAS DE INFERNENCIA DIFUSA PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS VEREDAS EN AHVAZ, IRÁN

Noora Abyat
 Zahra Soltani
 Majid Goodarzi

ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD PEATONAL EN LA ZONA COMERCIAL DE IBAGUÉ, COLOMBIA
 ANALYSIS OF PEDESTRIAN MOBILITY IN THE COMMERCIAL AREA OF IBAGUÉ, COLOMBIA

María Alejandra Soto-Guayara
 Jorge Mario Galindo-García
 María Juliana Rojas-Salgado
 Juan Guillermo Zuluaga-Villermo

DISTRIBUCIÓN URBANA DE ADULTOS MAYORES: CONCENTRACIÓN Y TIPOLOGÍAS SOCIOESPACIALES EN SANTIAGO DE CHILEA
 URBAN DISTRIBUTION OF OLDER ADULTS: CONCENTRATION AND SOCIO-SPATIAL TYPOLOGIES IN SANTIAGO, CHILE

Patricio Cortés-Rodríguez
 Marcelo Lufin-Varas

CRECIMIENTO URBANO Y VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CONURBACIÓN DE QUEVEDO, ECUADOR
 URBAN GROWTH AND VULNERABILITY TO CLIMATE CHANGE OF THE QUEVEDO CONURBATION, ECUADOR

Carlos Nieto-Cañarte
 Pedro Harrys Lozano-Mendoza
 Víctor Manuel Guamán-Sarango
 Mayra Carolina Vélez-Ruiz
 Wilmer Mario Domínguez-Zúñiga

APROPIACIÓN COLECTIVA DEL ESPACIO PÚBLICO BARRIAL. REFLEXIONES SOBRE EL PROYECTO “CAMINO AL BARRIO”, CALI, COLOMBIA
 COLLECTIVE APPROPRIATION OF NEIGHBORHOOD PUBLIC SPACE. REFLECTIONS ABOUT THE “CAMINO AL BARRIO” PROJECT, CALI, COLOMBIA

Carolina Polo-Garzón
 Crhistian Camilo Villa-Velasco

LOS CUARTELES ABANDONADOS COMO VACÍOS URBANOS. REUTILIZACIÓN Y REGENERACIÓN EN LOS CASOS ITALIANOS DE LUPI DI TOSCANA Y SANTA CATERINA
 ABANDONED BARRACKS AS URBAN VOIDS. REUSE AND REGENERATION IN THE ITALIAN CASES OF LUPI DI TOSCANA AND SANTA CATERINA

Federico Camerin
 Rafael Córdoba-Hernández



EDITORIAL

Editorial

STELLA SCHRÖEDER 1

Hacia un Urbanismo Resiliente e Inclusivo

El avance implacable del crecimiento urbano y los desafíos globales contemporáneos han colocado a nuestras ciudades en el epicentro de las problemáticas del siglo XXI. Más de la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas, y esta cifra sigue en aumento, presionando a los sistemas sociales, económicos y ambientales. Sin embargo, las ciudades también representan una oportunidad única para fomentar el desarrollo sostenible. Para aprovechar esta oportunidad, es crucial contar con directrices claras y requisitos específicos que se adapten a las necesidades locales.

Chile, con su geografía única y una historia marcada por desastres naturales, se encuentra en una posición singular para reflexionar sobre los retos del urbanismo moderno. Desde terremotos y tsunamis hasta sequías e inundaciones, el país ha demostrado una notable capacidad para responder a emergencias. Sin embargo, el enfoque tradicional reactivo ya no es suficiente. El futuro exige ciudades que no solo puedan resistir adversidades, sino también adaptarse, transformarse y prosperar en un contexto de cambio constante. Este es el eje de la resiliencia urbana, un concepto que va más allá de la mera resistencia para incluir la capacidad de transformación y adaptación ante la incertidumbre.

En este marco, Chile ha comenzado a implementar marcos normativos como la Ley 21.364 sobre prevención y respuesta ante desastres. Esta legislación establece una base para la acción local, pero su implementación efectiva requiere un enfoque integral que combine infraestructura resiliente, educación comunitaria y planificación territorial informada por datos. Un ejemplo destacado es Nonguén, un barrio de Concepción, donde las políticas públicas unidimensionales y mal evaluadas han perpetuado vulnerabilidades en lugar de mitigarlas. Este caso evidencia la necesidad de que las intervenciones urbanas no solo reparen lo dañado, sino que también transformen los territorios en espacios más equitativos y sostenibles.

La gestión del riesgo no es el único desafío. Las desigualdades estructurales también configuran nuestras ciudades y afectan la calidad de vida de sus habitantes. Santiago de Chile enfrenta profundas disparidades en el acceso a servicios básicos como la educación preescolar. La distribución desigual de la oferta educativa, influenciada por factores económicos como el valor del suelo, perpetúa un ciclo de desigualdad que limita las oportunidades de las comunidades más vulnerables. Esta problemática no se limita a la educación, sino que también afecta a otros grupos, como los adultos mayores, cuya distribución geográfica refleja una falta de planificación urbana adaptativa para esta creciente población.

A pesar de estos retos, los espacios públicos tienen el potencial de actuar como catalizadores de cambio positivo. La investigación en La Reina Alta, en Santiago, destaca cómo los espacios públicos resilientes pueden abordar riesgos geológicos mientras fomentan la cohesión social. Más allá de su función recreativa, estos espacios pueden servir como puntos de encuentro que fortalecen las relaciones comunitarias y promueven la equidad. Invertir en su calidad y accesibilidad no es un lujo, sino una necesidad para garantizar la cohesión social y el bienestar colectivo.

1 Doctora Arquitectura y Urbanismo

Académica e investigadora del Departamento de planificación y diseño urbano, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño
Editora Revista Urbano.
Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.
<https://orcid.org/0000-0001-8591-2719>
sschroeder@ubiobio.cl

DOI: <https://doi.org/10.22320/07183607.2025.28.51.00>

Figura 1, 2 Mercado Arica. Fuente: Ignacio Sáez. 2018

El análisis de casos internacionales aporta perspectivas valiosas. En Ibagué, Colombia, un estudio sobre caminabilidad demuestra cómo la calidad de la infraestructura peatonal influye directamente en la salud y el bienestar urbano. Del mismo modo, el proyecto comunitario „Camino al Barrio“ en Cali refuerza la importancia de la participación ciudadana en la transformación de los espacios públicos. Estas iniciativas evidencian que el diseño y la gestión de estos espacios son herramientas esenciales para construir ciudades resilientes e inclusivas.

La tecnología y la innovación también juegan un papel crucial en este proceso. Herramientas avanzadas como los sistemas de información geográfica (SIG) y los modelos computacionales están redefiniendo nuestra capacidad para comprender y abordar los problemas urbanos. En Ecuador, el uso de SIG permitió mapear vulnerabilidades climáticas y diseñar soluciones basadas en datos, mientras que, en Irán, las tecnologías avanzadas ayudaron a evaluar la calidad de las aceras urbanas. Estas metodologías no solo mejoran la precisión del análisis, sino que también democratizan la planificación al hacer que la información sea accesible para todos.

Sin embargo, la tecnología por sí sola no puede resolver los problemas urbanos. Su efectividad depende de cómo se integre en un enfoque holístico que combine innovación técnica, gobernanza participativa y planificación estratégica. Es esencial adoptar un enfoque proactivo que准备 a las ciudades para futuros escenarios de cambio e incertidumbre.

El concepto de resiliencia urbana, como se desprende de los estudios presentados, trasciende la simple capacidad de resistir shocks. Se trata de construir ciudades que puedan adaptarse y prosperar en un panorama dinámico. Esto exige un compromiso con la equidad, la sostenibilidad y la innovación, así como una participación ciudadana activa. Las soluciones no pueden ser impuestas desde arriba; deben surgir de un diálogo continuo entre gobiernos, comunidades y expertos, reconociendo la diversidad de necesidades y perspectivas que configuran nuestras ciudades.

El futuro de las ciudades chilenas, y de las urbes del mundo, dependerá de nuestra capacidad para abordar estos desafíos con creatividad y colaboración. Las políticas públicas deben ir más allá de soluciones superficiales y fragmentadas, adoptando enfoques integrales que reflejen las complejidades de la vida urbana. Invertir en espacios públicos, reducir las desigualdades estructurales y fortalecer las capacidades locales no son objetivos aislados, sino componentes esenciales de una visión más amplia de sostenibilidad y resiliencia.

Las ciudades deben ser vistas no solo como espacios físicos, sino como ecosistemas vivos, interconectados y profundamente influenciados por nuestras decisiones. Este enfoque holístico no solo permitirá enfrentar los retos del presente, sino también construir un legado para generaciones futuras. La resiliencia debe ser un esfuerzo colectivo que integre justicia social, sostenibilidad ambiental e innovación tecnológica en un marco integral. Los estudios presentados en esta edición ofrecen una hoja de ruta clara hacia este objetivo.



ESPACIOS PÚBLICOS RESILIENTES FRENTE A LA PROMULGACIÓN DE LA LEY 21.364 DEL SISTEMA NACIONAL DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA ANTE DESASTRES¹

EL CASO DEL SECTOR “LA REINA ALTA” EN EL PIEDEMONTE DE SANTIAGO, CHILE

RESILIENT PUBLIC SPACES TO FACE THE ENACTMENT OF LAW 21.364 ON THE NATIONAL DISASTER PREVENTION AND RESPONSE SYSTEM. THE CASE OF THE “LA REINA ALTA” SECTOR IN THE SANTIAGO FOOTHILLS, CHILE

JORGE INZULZA-CONTARDO ²
MIRARI RAMÍREZ-FUENZALIDA ³

1 Este artículo cuenta con el apoyo del Proyecto Fondecyt Regular N°1230350 “Hacia el desarrollo sostenible del territorio en el siglo XXI: Escenarios comunales contrastados y criterios normativos de habitabilidad en el piedemonte de Santiago ante la nueva amenaza sísmica de la Falla San Ramón (FSR)”, financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), Chile.

2 Doctor en Planificación y Paisaje
Director Departamento de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Editor Revista de Urbanismo
Universidad de Chile, Santiago, Chile
<https://orcid.org/0000-0003-4578-4550>
jinzulza@uchilefau.cl

3 Magíster en Urbanismo
Arquitecta de la SUBDERE, unidad Región Metropolitana
Unidad Regional Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE)
<https://orcid.org/0009-0008-0498-4090>
mirari.ramirez@ug.uchile.cl

La accesibilidad a espacios públicos seguros ha tomado cada vez más interés en el contexto urbano, sobre todo en aquellos países que comparten el Anillo de Fuego del Pacífico. Lugares capaces de albergar requerimientos de prevención y respuesta ante desastres. Por su parte, la entrada en vigencia de la Ley N° 21.364 en Chile, que establece el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, abre la discusión sobre las posibles formas de implementar -en la escala comunal- los mecanismos que permiten operativizar la prevención y respuesta ante desastres en los territorios habitados vinculados de alguna manera a la comunidad involucrada. Los municipios deben hacerse cargo de la actualización de los Planes de Emergencia Comunal y los Planes para la Reducción del Riesgo de Desastres. Sin embargo, aún no existe claridad sobre la aplicabilidad de estos instrumentos. La investigación tiene por objetivo definir grados de vulnerabilidad para el sector de La Reina Alta, en Santiago, Chile respecto a los riesgos asociados a la presencia de la Falla San Ramón y a las quebradas cordilleranas, para priorizar la necesidad de inversión pública de escala comunal. Por medio de una metodología exploratoria mixta se hace un levantamiento cartográfico de La Reina Alta que incluye indicadores de riesgo asociados a la Falla San Ramón y a las quebradas cordilleranas, déficit de accesibilidad a parques y plazas públicas, y ubicación respecto de las áreas de riesgo. Los resultados muestran que es posible apoyar la formulación de proyectos municipales de habilitación de espacios públicos con criterios resilientes que aborden, tanto la infraestructura aplicable para mejorar estándares, como la institucionalidad, el capital social, y la educación a la comunidad con entrega de información respecto de los tipos de riesgo que enfrenta su territorio.

Palabras clave: espacio público, resiliencia, Ley N° 21.364, falla San Ramón, vulnerabilidad, La Reina.

Accessibility to safe public spaces capable of complying with disaster prevention and response requirements has become increasingly important in the urban context, especially in countries that share the Pacific Ring of Fire. The enactment of Law N° 21.364 that creates the National Disaster Prevention and Response System opens the discussion on the possible ways of implementing communal mechanisms that allow disaster prevention and response to be operationalized in inhabited areas involving the community. The municipalities must oversee updates to the Communal Emergency Plans and the Disaster Risk Reduction Plans. However, there is still no clarity on how applicable these instruments are. This research aims to define degrees of vulnerability for the La Reina Alta sector, in Santiago, Chile, that are related to the risks associated with the San Ramón Fault and its mountain ravines, to prioritize the need for public investment at the communal level. A cartographic analysis of La Reina Alta uses a mixed exploratory methodology, including risk indicators associated with the San Ramón Fault and the mountain ravines, the lack of accessibility to parks and public squares, and their location regarding risk areas. The results show that it is possible to support the formulation of municipal projects to develop public spaces with resilient criteria that address both the applicable infrastructure to improve standards, as well as institutionality, social capital, and community education, providing key information regarding the types of risk that their area faces.

Keywords: public space, resilience, Law N° 21.364, San Ramón Fault, vulnerability, La Reina.

I. INTRODUCCIÓN

La accesibilidad a espacios públicos seguros ha tomado cada vez más interés en el contexto urbano, sobre todo en aquellos países que comparten el Anillo de Fuego del Pacífico⁴ lugares capaces de albergar requerimientos de prevención y respuesta ante desastres (Antinao *et al.*, 2003). Además, la posibilidad de contar con espacios resilientes con una infraestructura adecuada permite a los habitantes, no sólo resguardarse, sino que informarse ante la ocurrencia de una eventual catástrofe. De esta forma, el espacio público puede llegar a cobrar una gran importancia en la planificación de nivel local, como escenario donde llevar a cabo el reconocimiento, la congregación y la organización de la comunidad involucrada (Berroeta *et al.*, 2016).

Para el caso chileno, la promulgación de la Ley N°21.364 del año 2021 (Ministerio del Interior y Seguridad Pública [MISP], 2021) que establece el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, modifica la manera en que el Estado se hace cargo de la gestión del riesgo de desastres, conformándose el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (en adelante, SENAPRED), que reemplaza la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI). Las entidades públicas y privadas de Chile, que componen este sistema se organizan en distintas escalas, en que abordan el ámbito nacional, regional, provincial y comunal, incluyéndose en este último nivel, a los gobiernos locales con un mayor protagonismo, a través de la asignación prioritaria de presupuesto para financiar el desarrollo de instrumentos de gestión del riesgo de desastres (Pontigo e Inzulza, 2023). Sin embargo, no está claro hasta el momento cómo se podría operativizar espacialmente esta acción en el territorio de dominio municipal, lo que abre la discusión y permite proponer formas de abordarlo, sobre todo en espacios públicos destinados para la permanencia, donde hoy es posible enfocar recursos a través de inversión pública (Berroeta *et al.*, 2016).

La implementación de esta Ley N°21.364 en el territorio habitado del Piedemonte Andino de Santiago de Chile permite una bajada como caso de estudio para la presente investigación, mediante el análisis del acceso a parques y plazas (CNDU e INE, 2019b; CNDU e INE, 2019a), para proveer condiciones de protección y resguardo de la vida de las personas que habitan este territorio (Romero y Vásquez, 2005). La investigación tiene por objetivo definir grados de vulnerabilidad para el sector específico de “La Reina Alta”, localizado en la comuna de La Reina, hacia el oriente de la Región Metropolitana y como una de las más afectas a riesgos geológicos asociados a la Falla San Ramón (en adelante FSR) que se extiende longitudinalmente

en el territorio (Inzulza-Contardo *et al.*, 2021) y a la presencia de quebradas ubicadas transversalmente (Easton *et al.*, 2018).

El artículo se divide en cuatro partes. Primero, se entrega un marco teórico aplicado respecto a la importancia de los espacios públicos resilientes y su implementación desde la Ley N°21.364 en la gestión municipal. Luego, se explica la metodología de carácter exploratoria mixta, con un levantamiento cartográfico que considera indicadores de riesgo asociado a la presencia de la FSR y las quebradas cordilleranas, déficit de accesibilidad a parques y plazas públicas y ubicación respecto de las áreas de riesgo. Posteriormente, los resultados muestran la posibilidad de formular proyectos municipales de habilitación de espacios públicos resilientes en La Reina Alta, según una definición colaborativa del concepto de espacio público resiliente. Se entregan conclusiones sobre la importancia de abordar la resiliencia con una mirada que va más allá de la mejora de los estándares en cuanto a la infraestructura, incluyéndose la institucionalidad, el capital social, y la educación con entrega de información.

II. MARCO TEÓRICO

Los espacios públicos resilientes ante la prevención del riesgo de desastres

Entendido como una constante, en Chile, es necesario asumir e incorporar el riesgo en el proceso de diseño de la ciudad, y así, apuntar hacia la construcción de ciudades resilientes. Por su parte, la resiliencia urbana se define como la habilidad de un sistema urbano para absorber y recuperarse rápidamente luego de un impacto, al ser capaz de mantener una continuidad en la entrega de sus servicios (Organización de las Naciones Unidas-Habitat [ONU-HABITAT], 2016). Dentro de este sistema, existe un acuerdo que menciona que el espacio público es parte del sistema construido (Allan *et al.*, 2013) capaz de reducir y mitigar riesgos, que puede a su vez contribuir al proceso de recuperación de una ciudad (Soto y Escobar, 2020). Pero ello requiere de la definición de estrategias, sobre todo de nivel local (ONU-HABITAT, 2016), que pueden ser articuladas con los tres pilares que conforman el concepto de resiliencia urbana: lo estructural, la institucionalidad y el capital social (Baeriswyl, 2014). En relación con lo estructural, el diseño urbano de los espacios públicos y la forma en que se busca disminuir la vulnerabilidad del territorio urbano es crucial, reconocer las zonas de riesgo, implementar medidas de mitigación, utilizar los alcances de los IPT para coordinar los usos de suelo y las actividades permitidas de acuerdo al nivel de amenaza que presenta cada sector. Otro punto importante es la necesidad

⁴ El Anillo de Fuego del Pacífico es una de las zonas de subducción ubicada en las costas del Océano Pacífico caracterizada por ser algunas de las regiones sísmicas y volcánicas más importantes y activas del mundo. Está conformada por la zona montañosa del oeste de Argentina, Chile, Perú, Colombia, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Guatemala, México, Estados Unidos, Canadá, Islas Aleutianas, Rusia, Japón, Taiwán, Filipinas, Indonesia, Malasia, Timor Oriental, Brunéi, Singapur, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón, Tonga, Samoa, Tuvalu y Nueva Zelanda.

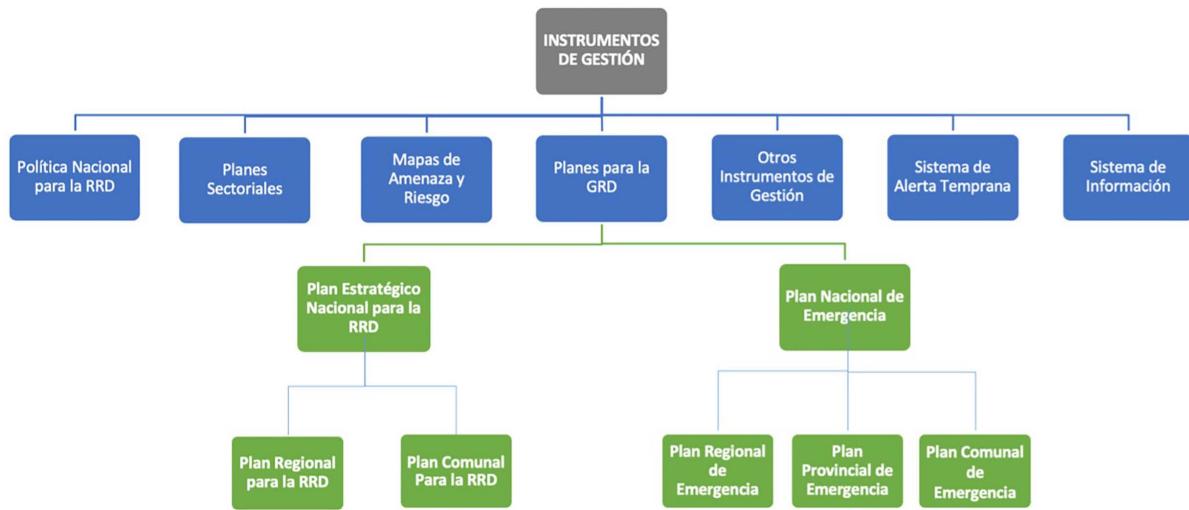


Figura 1. Instrumentos de gestión del riesgo de desastres en la nueva institucionalidad. Fuente: Asociacion Chilena de Municipalidades [ACHM] (2022).

de una red de evacuación, debidamente señalizada y capaz de conducir a la población hacia sectores definidos como seguros.

Respecto a la institucionalidad, es la presencia del Estado en el territorio el actor clave para gestionar medidas de prevención, tanto en los habitantes como en los lugares donde se congregan. En particular, se debe cautelar cómo se distribuyen los recursos y la coordinación a distintas escalas en las distintas etapas del ciclo de gestión de desastres. Asimismo, incorporar y clasificar espacios destinados al resguardo y protección, en especial en el espacio público, como lugares anclas para organizar las tareas preventivas y reactivas resulta una tarea esencial (French *et al.*, 2019). Esto permite implementar además programas de educación e información para la comunidad, coordinar los sistemas de alerta temprana, asegurar la mantención del orden público, atender a las comunidades afectadas y llevar adelante los procesos de reconstrucción (Baeriswyl, 2014).

Respecto al capital social, se refuerza la idea que la actuación de la comunidad de forma colectiva antes, durante y después de la ocurrencia de un desastre permita una respuesta resiliente. En este ámbito, el espacio público cobra relevancia sobre todo en las etapas posteriores al desastre, cuando se requiere una serie de acciones vinculadas a la reconstrucción, que tienden a activar la percepción del espacio urbano por parte de las comunidades mientras se condicionan nuevas prácticas de apropiación (Beroeta *et al.*, 2016). El espacio público se transforma, por tanto, como escenario donde llevar a cabo el reconocimiento, la congregación y la organización de la comunidad involucrada. Además, es importante promover la participación de la comunidad en actividades para la reducción de riesgos de

desastres, que implementen estrategias y fomenten acciones concertadas, atribuyéndose funciones y responsabilidades, en que se deleguen tareas y gestionen voluntariados para las diferentes fases del ciclo de riesgo (United Nations International Strategy for Disaster Reduction [ISDR], 2017). Respecto a la educación sobre gestión de riesgos y la entrega de información relevante a la comunidad, el punto de partida para promover una cultura resiliente consiste en dar a conocer las amenazas y los distintos factores que inciden en la vulnerabilidad de los territorios.

La implementación desde la Ley N°21.364 en la gestión municipal

En particular, la Ley N° 21.364 incorpora en su nuevo sistema propuesto un conjunto de entidades públicas y privadas con competencias en las diferentes fases del ciclo de riesgo de desastres, que son: mitigación, preparación, respuesta y recuperación; las que se organizan a escala comunal, provincial, regional y nacional, que busca entregar una adecuada gestión del riesgo de desastres. Este proceso se entiende como continuo, social, profesional, técnico y científico donde se formula, se ejecuta y se hace seguimiento y evaluación de las políticas, los planes y programas, las regulaciones, los instrumentos, estándares, medidas y acciones permanentes para la actualización del conocimiento y la reducción del riesgo de desastres, con el propósito de evitar la generación de nuevos riesgos de desastres, reducir los riesgos existentes y gestionar el riesgo residual (MISP, 2021).

En relación a los instrumentos de gestión del riesgo (Figura 1), es precisamente el Comité a escala comunal el encargado

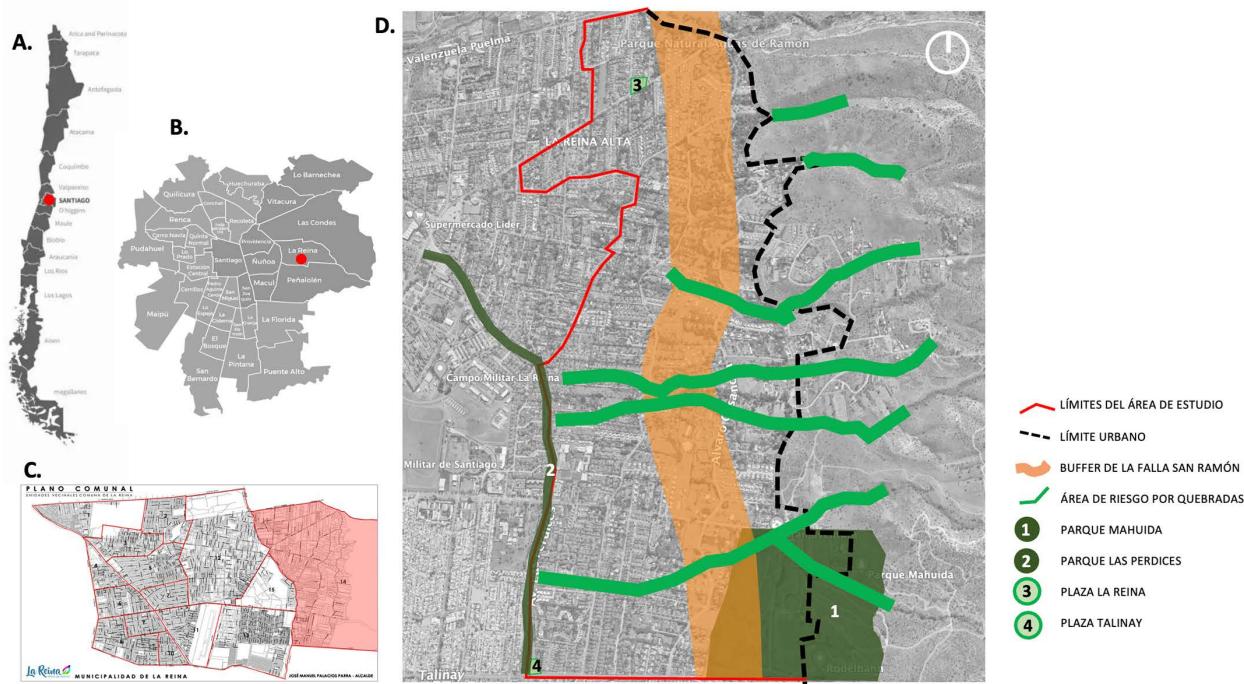


Figura 2. A. Ubicación de la Región Metropolitana de Santiago en el contexto país; B. Ubicación de la comuna de La Reina en la escala regional; C. Límites de la Unidad Vecinal N°14 “La Reina Alta” en el contexto comunal y D. Esquema de parques y plazas públicas, asociados a la Falla San Ramón y quebradas cordilleranas en La Reina Alta. Sin escala. Fuente: Elaboración de los autores, basado en imágenes de Google de la Municipalidad de La Reina e Image Landsat/Copernicus Google Earth Pro, 2022; Curihuinca (2021); Ministerio de Vivienda y Urbanismo [MINVU] (1994)

de llegar al acuerdo necesario para poder aprobar -mediante Decreto Alcaldicio- el Plan comunal para la Reducción del Riesgo de Desastres y el Plan Comunal de Emergencia; que se elaboran en la Unidad de Gestión de Riesgos de Desastres del municipio correspondiente. Estos documentos deben considerar los mapas de amenaza y los mapas de riesgo. Para el financiamiento del desarrollo de estos instrumentos, las municipalidades pueden participar del Programa de Gestión de Riesgo de Desastres que forma parte del presupuesto del SENAPRED y se norma en el artículo 41 del cuerpo de la Ley N° 21.364.

Los Planes de Gestión del Riesgo de Desastres, en todos los niveles, deberán funcionar de forma coordinada y primarán aquellos que tengan alcance nacional por sobre los regionales y, estos últimos, por sobre los comunales. Además, deberán considerar especialmente la realidad territorial local y las características especiales de cada una de las zonas tratadas (MISP, 2021). En particular, el Plan Comunal de Reducción del Riesgo de Desastres, el que toma en cuenta los lineamientos del Plan Estratégico Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres y todas las acciones necesarias para disminuir las vulnerabilidades en el territorio de su competencia. Debe considerar también, los mapas de riesgo y los mapas de amenaza; para luego

relacionarse directamente con el Plan de Desarrollo Comunitario (PLADECO) y los Instrumentos de Planificación (IPT) del territorio comunal.

III. ESTUDIO DE CASO

El sector “La Reina Alta” seleccionado como caso de estudio es parte de la Unidad Vecinal N°14 “Reina Alta” y se enmarca: por el Norte el límite comunal de la comuna de La Reina, que coincide con la calle Valenzuela Puelma; por el Oriente el límite urbano; por el Sur el límite comunal en la calle Talinay (se considera su continuación hacia el oriente, hasta el límite urbano, por el camino Rodelbahn); y por el Poniente, los principales ejes viales ubicados fuera de las áreas directamente afectas a los riesgos estudiados (Figura 2). Este borde poniente corresponde, de norte a sur, a las calles Valenzuela Puelma interior, Helsby, Onofre Jarpa, Escultora Rebeca Matte, Escritor Benjamín Subercaseux, María Monvel, Carlos Silva Vildósola, María Monvel y Avenida Las Perdices.

La Reina Alta se encuentra afecta a riesgos asociados a la presencia de la Falla San Ramón (Easton *et al.*, 2022) y de las quebradas María Monvel, Las Cabras, Paidahue, Carpay, Verde y



Figura 3. Parque Las Perdices. Fuente: Archivo fotográfico M. Ramírez, 2024



Figura 4. Plaza La Reina (imagen izquierda) y Plaza Talinay (imagen derecha). Fuente: Archivo fotográfico M. Ramírez, 2024

Parque Larraín, de norte a sur (Municipalidad de La Reina, 2010; MINVU, 1994). Se realizó un catastro de los espacios públicos para la permanencia de dominio y mantención municipal en el área de estudio, que toma en cuenta la escala comunal y la escala local. La primera, se relaciona con los parques, que en general suelen ser utilizados por habitantes de toda la comuna y de comunas aledañas; mientras la segunda, se vincula a las plazas, como espacios que responden a una escala más acotada, como la barrial.

Es posible identificar 2 parques: Mahuida y Las Perdices. El parque Mahuida se ubica dentro del área de riesgo correspondiente a la Quebrada Parque Larraín (MINVU, 1994), en el límite sur oriente del área de estudio, y además, el sector poniente del parque se encuentra dentro del buffer de la Falla

San Ramón (Curihuinca, 2021), por lo que no podría considerarse como zona segura. En cambio, el parque Las Perdices (Figura 3) que corresponde a un parque lineal, recorre gran parte del área de estudio de sur a norte, por el costado poniente, fuera del buffer de la Falla San Ramón y en un área sin riesgo asociado a las quebradas, por lo que resulta adecuado para los fines del estudio.

En relación a las plazas, se constata la existencia de sólo 2: La Reina y Talinay (Figura 4). Plaza La Reina, es altamente utilizada por los vecinos, se ubica en el sector norte del área de estudio, funciona como un espacio integral y consolidado, que cuenta con equipamiento adecuado. Mientras que la Plaza Talinay, ubicada en el límite sur poniente del área de estudio y posee una forma triangular en planta, al ser de un tamaño pequeño,

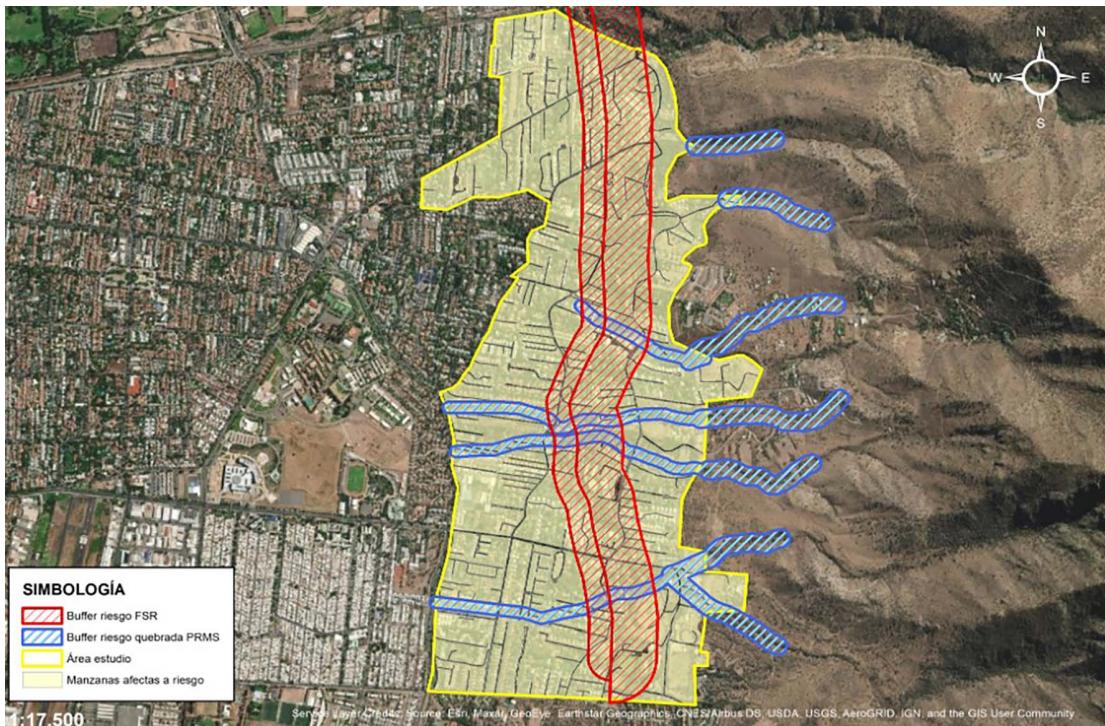


Figura 5. Áreas de riesgo dentro del área de estudio La Reina Alta. Escala 1:17.500. Fuente: Ramírez (2024) en base a INE (2017); Curihuinca (2021); MINVU (1994)

funciona más bien como un espacio de permanencia asociado a un paradero del transporte público.

IV. METODOLOGÍA

El enfoque de la investigación es de carácter exploratorio mixto, que incluye métodos cualitativos y cuantitativos que son aplicados en el estudio de caso (Hernández *et al.*, 2014), que corresponde al sector de La Reina Alta, en la comuna de La Reina, afecta por la Falla San Ramón y por quebradas cordilleranas. El trabajo se realizó en dos períodos: desde marzo a mayo, y desde septiembre a octubre del 2023.

Se consultó, por una parte, la elaboración de material gráfico y cartográfico respecto del riesgo asociado a la presencia de la FSR y las quebradas cordilleranas, el déficit de accesibilidad a parques y plazas públicas, y la ubicación de las manzanas analizadas respecto de las áreas definidas driesgo en La Reina Alta. Los indicadores utilizados corresponden a datos obtenidos de Curihuinca (2021), Plan regulador Metropolitano de Santiago [PRMS] (MINVU, 1994), los estándares del Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano, propuestos por el Consejo de Desarrollo Urbano [CNDU] y el Instituto Nacional de Estadísticas [INE] (CNDU e INE, 2019b; CNDU e INE, 2019a), e indicadores de resiliencia de ONU-HABITAT (2016).

La revisión de fuentes secundarias del marco teórico permitió construir el concepto colaborativo de espacio público resiliente, el que es discutido en la sección posterior a los resultados.

Además, se generó un ranking de vulnerabilidad para las 19 manzanas que componen el área de estudio, que consideró las variables de hacinamiento, dependencia, calidad de las edificaciones, data de las edificaciones, densidad de población, accesibilidad a parques y accesibilidad a plazas de carácter público.

V. RESULTADOS

Riesgo asociado a la presencia de la Falla San Ramón y de las quebradas cordilleranas

Dentro del área de estudio se superpone el riesgo sísmico asociado a la existencia de la Falla San Ramón (Easton *et al.*, 2022) y el riesgo de remoción en masa e inundaciones a raíz de la presencia de las quebradas cordilleranas María Monvel, Las Cabras, Paidahue, Carpay, Verde y Parque Larraín, de norte a sur (Figura 5), graficadas en el Plano de restricción y protección, del Plan Regulador Comunal de La Reina de 2001 (Artículo 8.2.1.1. De Inundación. MINVU, 1994).

	Superficie del óreo ocupado por lotes (há)	Nº de habitantes
Total comunal	1.334,99	92.678,00
Manzanas afectos a riesgo	249,14	6.868,00
Áreas de riesgo total	154,45	4.260,00
Áreas de riesgo por FSR + quebradas	41,33	1.139,00
Áreas de riesgo por quebradas	31,11	938,00
Áreas de riesgo por FSR	78,91	2.175,00

Tabla 1. Superficie (há) y Nº de habitantes expuestos a riesgo por la FSR, por quebradas cordilleranas y por ambos riesgos superpuestos. Fuente: Elaboración de los autores en base a SIG ArcGIS; Ramírez (2024)

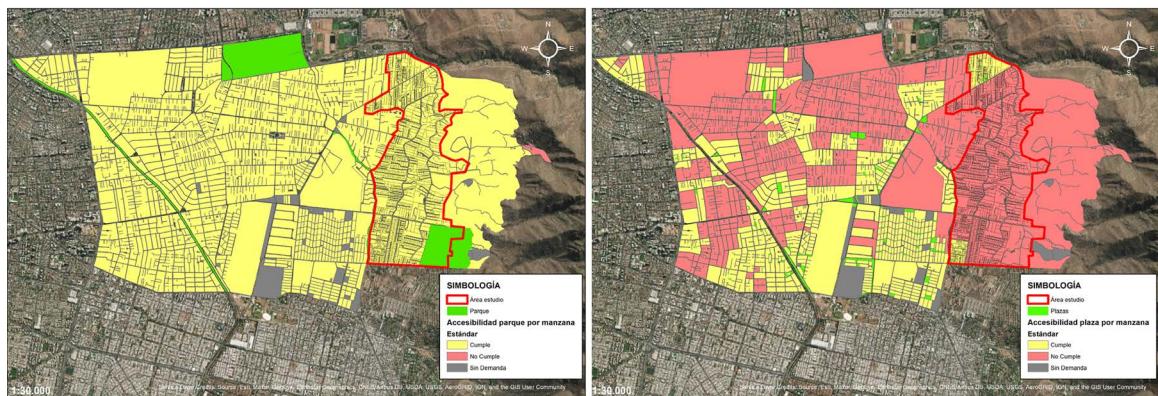


Figura 6. Accesibilidad a parques (imagen izquierda) y plazas públicas (imagen derecha). Escala 1:30.000. Fuente: Elaboración de los autores en base a SIG ArcGIS; Ramírez (2024)

Respecto a las manzanas afectas a cada uno de estos riesgos o ambos riesgos superpuestos (Tabla 1), se puede sintetizar que cerca del 5% de la población total comunal vive en las áreas de riesgo por la presencia de la FSR y/o de las quebradas cordilleranas, lo que se traduce en un total aproximado de 4.260 habitantes. De esta población, 1.270 viviendas fueron construidas antes del año 1997, se emplazan en las áreas de riesgo por FSR y/o quebradas. Éstas unidades habitacionales no se acogen a la Norma Sísmica NCh 433 que fue aprobada en 1996 (Instituto Nacional de Normalización [INN], 1996). Además, el 3,31% del total comunal de viviendas construidas anteriores al año 1997 -sin Norma Sísmica- se emplazan en las áreas de riesgo, ya sea por la presencia de FSR y/o de las quebradas cordilleranas.

Déficit de accesibilidad a parques públicos y plazas

Se analizó la accesibilidad a los parques públicos de la comuna desde las manzanas contenidas en el área de estudio, según los estándares del Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (CNDU e INE, 2019b), que consideran una distancia de

hasta 3.000 metros al Parque Público más cercano, que tenga una superficie igual o superior a 20.000 m². Este indicador mide la distancia mínima promedio ponderada entre el centro geométrico de cada manzana poblada y los parques públicos. La distancia se mide a través de redes viales calibradas, desde el centro geométrico de cada manzana hasta el parque público más cercano. De esta manera, es posible conocer la disponibilidad de espacios públicos de carácter comunal potencialmente resilientes, donde el municipio podría formular proyectos de habilitación para albergar labores de prevención y respuesta ante posibles desastres.

Se puede señalar que las manzanas del área de estudio cumplen con el estándar Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano, respecto a la accesibilidad a parques públicos (Figura 6, imagen izquierda). Sin embargo, este resultado considera el Parque Mahuida, que no es candidato a ser habilitado como resiliente ya que se ubica en el área de riesgo de la Quebrada Parque Larraín, en el límite sur oriente del área de estudio y, además, su costado sur poniente se encuentra dentro del buffer de la FSR. Por otra parte, en el sector de estudio predomina la tipología de condominio,

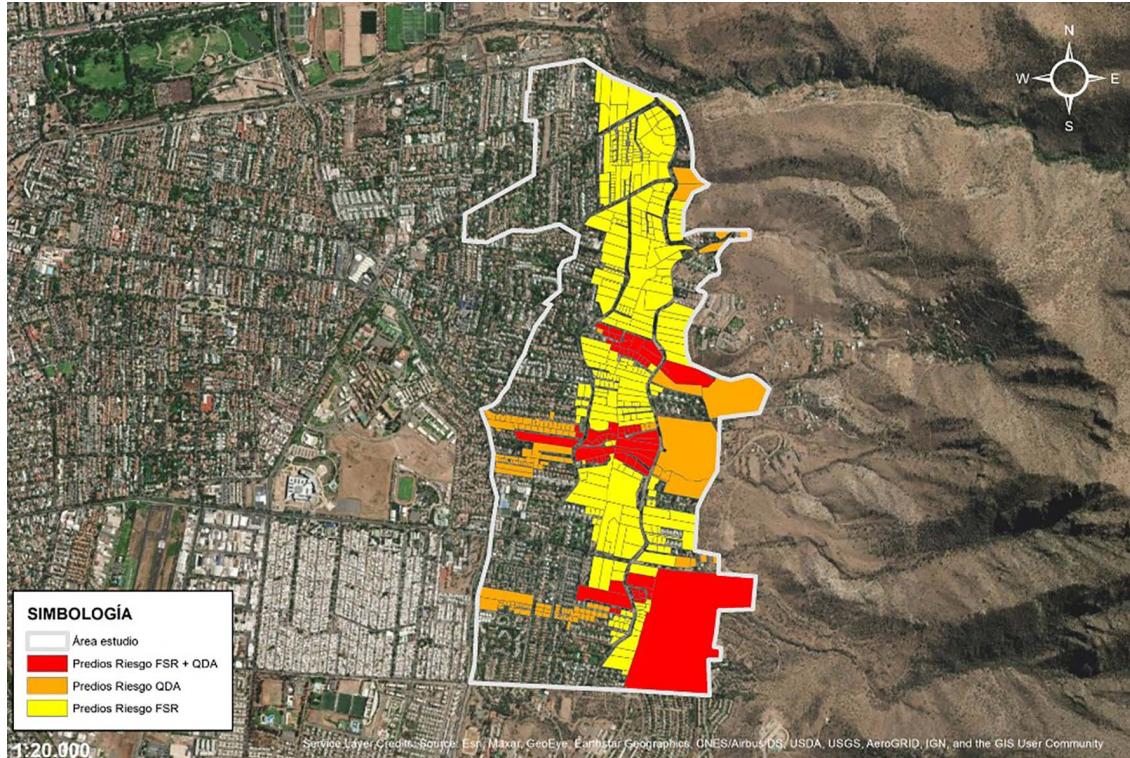


Figura 7. Predios afectos a riesgo por FSR y por quebradas cordilleranas. Escala 1:20.000. Fuente: Elaboración de los autores en base a SIG ArcGIS; Ramírez (2024)

con una red de pasajes y con nula existencia de infraestructura verde o espacios abiertos a escala comunal.

Respecto a la accesibilidad a las plazas públicas en el área de estudio, al igual que para los parques públicos, se considera los estándares Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (CNDU e INE, 2019a), pero con una distancia de hasta 400 metros a la Plaza Pública más cercana, que tenga una superficie entre 450 m² y 19.999 m², esto permite conocer la capacidad de carga de la oferta de plazas públicas del área urbana respecto a la población. Dentro de los espacios públicos de carácter barrial potencialmente resilientes, se puede señalar que la gran mayoría de las manzanas del área de estudio no cumplen con el estándar SIEDU respecto de la accesibilidad a plazas públicas (Figura 6, imagen derecha), resaltada en color rojo. En el área de estudio se identificaron sólo 2 plazas: La Reina y Talinay. La plaza La Reina, se ubica en el sector norte del área de estudio, mientras la plaza Talinay, se ubica en el límite sur poniente del área de estudio.

Ubicación predial respecto a las áreas de riesgo

Se analizó la existencia de riesgos vinculados a la presencia de la Falla San Ramón y de las quebradas presentes en el área de estudio, se utilizó el Plano de Restricción y Protección PRC La

Reina, y el Artículo 8.2.1.1. De Inundación (MINVU, 1994). De esta manera, es posible identificar las manzanas afectas a la superposición de riesgos, respecto a la Falla San Ramón o a las quebradas presentes en el área de estudio (Figura 7).

En color rojo, se identifican los predios que se encuentran afectos a ambos riesgos analizados, de forma conjunta; en color anaranjado se marcan los predios afectos a riesgos de remoción en masa e inundaciones asociadas a la presencia de las quebradas cordilleranas y en color amarillo se visualiza los predios que se encuentran directamente afectos a riesgo sísmico, al ubicarse dentro del buffer de la Falla San Ramón.

Ranking de vulnerabilidad de manzanas según los factores analizados

De acuerdo a lo analizado en la siguiente investigación, se aplicó un ranking de vulnerabilidad en La Reina Alta, en relación al polígono formado por diecinueve manzanas, que incluyó un análisis por sumatoria de capas que consideró siete variables (Tabla 2). Para el hacinamiento, se tomó en cuenta el número de hogares con más de 2,5 personas por dormitorio, según datos del CENSO 2017 (INE, 2017); para la dependencia, se consideró la cantidad de personas entre 0 y 14 años y sobre 65 años por

Nº Manzana	Hacinamiento	Dependencia	Calidad de las edificaciones	Data de las edificaciones	Densidad de población	Accesibilidad a parques	Accesibilidad a plazas	Sumatoria
1	1	1	1	1	1	1	1	7
2	1	2	1	1	1	1	1	8
3	1	1	1	1	1	1	3	9
4	1	1	1	1	1	1	3	9
5	1	1	1	1	1	1	3	9
6	1	1	1	1	1	1	3	9
7	1	1	1	1	1	1	3	9
8	1	1	1	1	1	1	3	9
9	1	1	1	1	1	1	3	9
10	1	2	1	1	1	1	3	10
11	1	2	1	1	1	1	3	10
12	1	2	1	1	1	1	3	10
13	2	2	1	1	1	1	3	11
14	2	2	1	1	1	1	3	11
15	2	2	1	1	1	1	3	11
16	2	2	1	1	1	1	3	11
17	2	2	1	1	1	1	3	11
18	2	2	1	1	1	1	3	11
19	2	2	1	1	1	1	3	11

Tabla 2. Ponderación de las variables analizadas por manzana. Fuente: Elaboración de los autores en base a SIG ArcGIS; Ramírez (2024)

vivienda, por zona censal según el CENSO 2017 (INE, 2017); para la calidad de las edificaciones, se consideró el promedio de categorías (de 1 a 5) por manzana, según datos del Servicio de Impuestos Internos de Chile (SII); para la data de las edificaciones, se consideró la cantidad de viviendas anteriores al año 1997, por manzana, es relevante mencionar que la Norma Sísmica NCh 433 se aprobó en el 1996.

Se trabajó con datos del SII; para la variable densidad de población, se consideró el número total de habitantes por hectárea por manzana; para la accesibilidad a parques y plazas públicas, se consideró el cumplimiento de los estándares de accesibilidad del Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano ; y por último, para conocer la ubicación de las manzanas estudiadas respecto de las áreas de riesgo, se identificó las manzanas afectas a la superposición de los riesgos analizados y a riesgo directo en relación a la FSR y a las quebradas del área de estudio respectivamente (Curihuinca, 2021; MINVU, 1994).

Las variables mencionadas, fueron posteriormente ponderadas en una escala de 1 a 3, donde 1 representa un estándar

bueno, es decir “cumple”, 2 un estándar regular o “cumple parcialmente” y 3 un estándar deficiente, que se traduce como “no cumple”. Además, se determinó que las manzanas que sumaron un número más alto (en este caso 11) resultan ser las más vulnerables ya que enfrentan un “no cumplimiento” mayor respecto de los factores analizados.

Respecto del sector analizado en La Reina Alta, se puede señalar que las manzanas más vulnerables corresponden a aquellas ubicadas en el límite oriente del área de estudio con una ponderación de 11 cada una (Figura 8). Los indicadores que más inciden en este resultado son la falta de accesibilidad a plazas, mayor hacinamiento y mayor cantidad de población dependiente. Estos hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de habilitar más espacios públicos para la permanencia de escala barrial, que sean capaces de albergar actividades vinculadas a la prevención y a la respuesta ante desastres. Para esto, ante la escasez de plazas de propiedad municipal disponibles en el sector, se vuelve necesario adecuar espacios municipales que hoy tienen otros destinos o bien, adquirir nuevos terrenos para estos fines.

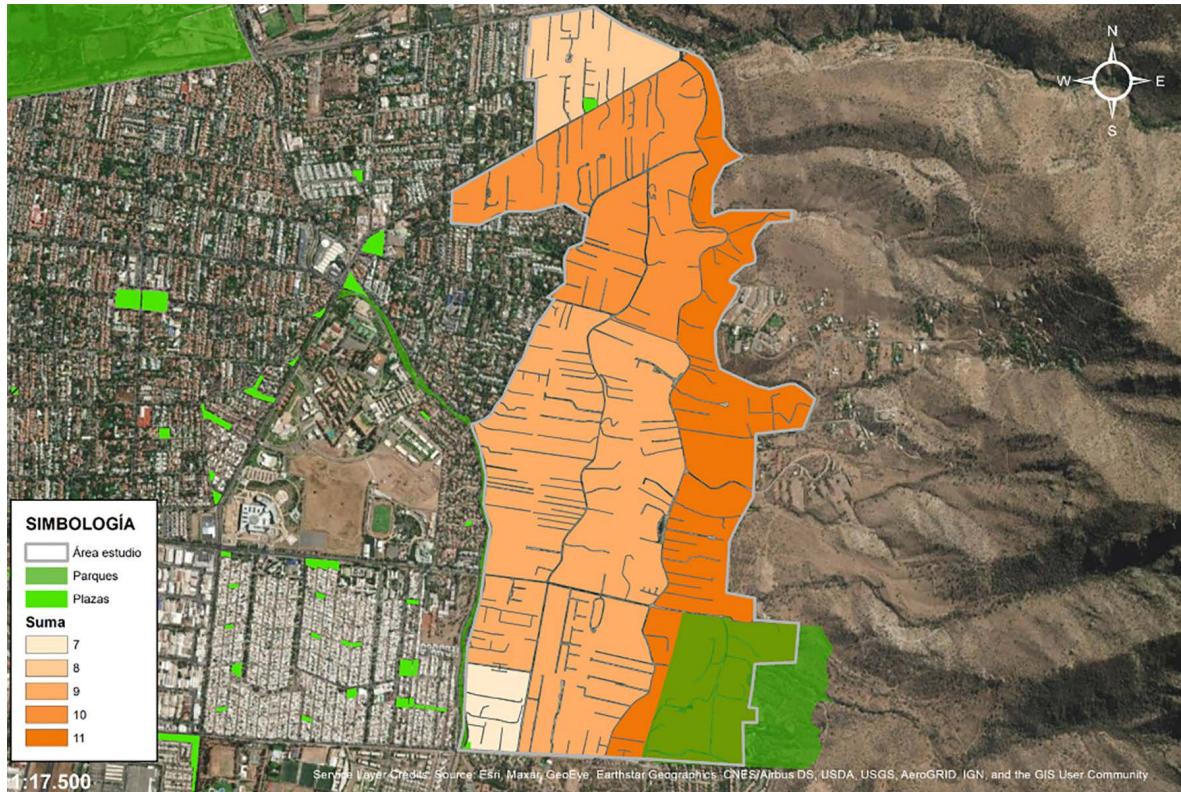


Figura 8. Determinación de vulnerabilidad por manzana, según factores analizados en el área de estudio. Escala 1:17.500. Fuente: Elaboración de los autores en base a SIG ArcGIS; Ramírez (2024)



Figura 9. Muestra del tipo de urbanización predominante en el área de estudio. Escala 1:30.000. Fuente: Elaboración de los autores en base a Image Landsat/Copernicus Google Earth e imagen de la herramienta Street View

Por otra parte, se vuelve evidente la necesidad de mejorar la conectividad hacia la red de espacios públicos existentes -potencialmente resilientes- ya que por la tipología de vivienda que predomina en el sector, el territorio se ha estructurado a base de pasajes cerrados y calles ciegas de orientación Este-Oeste (Figura 9), que desembocan a vialidades de desarrollo Norte-Sur de escala pequeña, con escasa conectividad hacia el poniente, donde se ubican las áreas seguras frente a los riesgos analizados, lo que sin duda dificultaría la evacuación en caso de emergencia.

Además, se obtuvo que la manzana menos vulnerable, con ponderación 7, corresponde a la ubicada en la esquina sur poniente del área de estudio, que se encuentra servida por la plaza Talinay, mientras los demás factores de vulnerabilidad analizados, también presentan valores inferiores al resto de las manzanas.

VI. DISCUSIÓN

De la siguiente investigación, surgió la discusión de aspectos cruciales que articulan la resiliencia urbana - aplicada en los espacios públicos para la permanencia - y que debieran estructurar el proceso de diseño y posteriormente la etapa de operación: la dimensión infraestructura resiliente, la dimensión institucionalidad y la dimensión del capital social (Baereswyl, 2014; Cabrera *et al.*, 2020; Riquelme, 2022). A modo de complemento y en consideración las recomendaciones de la Conferencia Mundial para la Reducción de Desastres (ISDR, 2017), se incorpora una cuarta dimensión vinculada a la educación y entrega de información a la comunidad respecto del riesgo.

En base a la Figura 10 que presenta la construcción colaborativa del concepto "Especios públicos resilientes", se destacan, en primer lugar, los aspectos tangibles e intangibles que permitirán el desarrollo de espacios públicos de carácter resiliente. Dentro de los aspectos tangibles, se comprende la dimensión de lo construido, la infraestructura; y, dentro de los aspectos intangibles, se ubica el capital social. Estos dos ámbitos, se articulan gracias a dos dimensiones que podrían considerarse híbridas, al moverse entre ambos aspectos: se trata de la institucionalidad y el acceso a educación e información.

En segundo lugar, la dimensión infraestructura, se conceptualiza en dos grandes grupos: los flujos seguros, definidos por las vías de evacuación; y los espacios seguros para la permanencia, como lo son los parques y las plazas, ubicados en áreas seguras no afectas a los riesgos considerados. Se busca propender hacia espacios flexibles, multifuncionales, pensados para las personas y adaptables a las distintas etapas del ciclo de gestión de desastres que sean capaces de responder a los requerimientos cotidianos. Además, estos espacios deberían funcionar como soporte para la prevención, a través de la educación y el empoderamiento de las comunidades afectadas, así como la respuesta una vez



Figura 8. Construcción colaborativa del concepto "Especios públicos resilientes". Fuente: Elaboración de los autores en base a Baereswyl (2014), Cabrera *et al.* (2020) y Riquelme (2022)

desencadenado el desastre, tendiendo a lugares de encuentro, acopio, entrega de apoyos y organización. Sin embargo, estas medidas no son suficientes puesto que los espacios públicos resilientes son aquellos capaces de funcionar como soporte espacial y social, capaz de albergar a la comunidad, que permita su organización y fortalecimiento.

Para que en un espacio público la permanencia pueda consolidarse como resiliente, es necesario que se conjuguen acciones coordinadas entre unidades municipales que, en general, suelen trabajar de forma compartimentada: los nuevos Departamentos de Gestión de Riesgo de Desastres, como vínculos con SENAPRED y encargados de elaborar los Planes Comunales para la Reducción del Riesgo de Desastres y los Planes Comunales de Emergencia; las Secretarías Comunales de Planificación SECPLAN, como unidades formuladoras de proyectos en los espacios públicos; y las Direcciones de Desarrollo Comunitario DIDEKO, como encargados de la gestión territorial y la vinculación con las comunidades.

Finalmente y, no menos importante, resulta necesario que exista una coordinación entre los actores del Estado involucrados, de modo tal que el levantamiento de información recopilada en la actualidad a través de los Gobiernos Locales, pueda sistematizarse y transformarse en estrategias para abordar el riesgo de desastres desde los territorios, entendiéndose la oferta de espacios públicos para la permanencia ubicados en zonas seguras, como una red potencialmente resiliente, capaz de apoyar la Gestión del Riesgo de Desastres en todas sus etapas, mientras se construye una base de datos que se traduce en varios insumos valiosísimos a la hora de actualizar los Instrumentos de Planificación Territorial.

VII. CONCLUSIONES

El piedemonte de la Región Metropolitana es un territorio habitado que se encuentra afecto a los riesgos sísmicos y de remoción en masa e inundaciones revisados en este trabajo. La implementación de la Ley 21.364, que moderniza la institucionalidad vinculada a la prevención y respuesta ante desastres e integra a los municipios como actores relevantes dentro del ciclo de gestión de desastres, mientras abre grandes posibilidades respecto de las formas de abordar esta problemática desde el Estado. El Plan Comunal de Reducción del Riesgo de Desastres, es una opción concreta y estratégica para adoptar los lineamientos del Plan Estratégico Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres y todas las acciones necesarias para disminuir las vulnerabilidades en el territorio de su competencia.

Llevar a cabo estrategias de resiliencia desde los gobiernos locales, como educar e informar a la comunidad y entregar la posibilidad de organizarse, agruparse y resguardarse en espacios de uso cotidiano como es el caso de los parques y plazas de la comuna (ubicados fuera de las áreas de riesgo), permite empoderar a los habitantes de las zonas de riesgo o cercanas a él, prepararse activamente, prevenir situaciones indeseadas y dar respuesta ante la inminente ocurrencia de un desastre. Todo esto, mientras se avanza en una política urbana y cambios normativos adecuados que permitan tomar posturas claras frente al riesgo desde el territorio a distintas escalas, y por supuesto, que considere a la comunidad como actor relevante.

La tipología de condominio y de pasaje cerrado que abunda en La Reina Alta, y que se ve en mayor medida en las manzanas del borde oriente de la comuna -que justamente fueron identificadas como las más vulnerables frente a los riesgos analizados- representa una dificultad mayor a la hora de pensar en la eventual ocurrencia de un desastre. Esto vuelve aún más urgente la necesidad de potenciar, mantener e informar las vías de evacuación para que sean capaces de responder en caso necesario. Además, se puede observar, un déficit de espacios públicos para la permanencia ubicados en espacios seguros (además del Parque Las Perdices y las plazas La Reina y Talinay) según la estimación que alrededor de 4.260 personas viven en zonas afectas a riesgo asociado a la Falla San Ramón y/o a las quebradas cordilleranas.

El parque Las Perdices, que fue analizado respecto de los criterios de diseño resiliente propuestos para la dimensión infraestructura, lo que evidencia un gran potencial para transformarse en un espacio público resiliente. Su ubicación fuera de las áreas identificadas como de riesgo (por FSR o quebrada) y su desarrollo lineal de Norte a Sur, permite que las personas afectadas por un eventual desastre se desplacen a través de las vías disponibles y se organicen en los espacios

potencialmente de encuentro. De lo anterior, es importante entender la resiliencia urbana como un concepto que va más allá de la mejora de la infraestructura, debiéndose propender a estándares para optimizar la institucionalidad, el capital social, y la educación a la comunidad con entrega de información respecto a los riesgos específicos.

VIII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CREDIT:

Conceptualización: M.R.F., J.I.C.; Curación de datos: M.R.F., J.I.C.; Análisis formal: M.R.F., J.I.C.; Adquisición de financiación: J.I.C.; Investigación: M.R.F., J.I.C.; Metodología: M.R.F., J.I.C.; Administración de proyecto: J.I.C.; Recursos: J.I.C.; Software: M.R.F.; Supervisión: M.R.F., J.I.C.; Validación: M.R.F., J.I.C.; Visualización: M.R.F.; Escritura – borrador original: M.R.F., J.I.C.; Escritura – revisión y edición: M.R.F., J.I.C.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, P., Bryant, M., Wirsching, C., Garcia, D., y Rodriguez, M. (2013). The Influence of Urban Morphology on the Resilience of Cities Following an Earthquake. *Journal of Urban Design*, 18(2), 242–262. <https://doi.org/10.1080/13574809.2013.772881>
- Antinao, J., Fernández, J., Naranjo, J., y Villarroel, P. (2003). *Peligro de remociones en masa e inundaciones de la cuenca de Santiago, Región Metropolitana* [en línea]. SERNAGEOMIN. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental N°002, Santiago. <https://repositorio.sernageomin.cl/handle/0104/18386>
- Asociación Chilena de Municipalidades [ACHM]. (26-28 de Julio de 2022). Seminario: *Prevención y respuesta ante desastres*. Municipalidad de Talcahuano, Talcahuano, Chile. <https://www.achm.cl/events/seminario-prevencion-y-respuesta-ante-desastres/>
- Baeriswyl, S. (2014). Resiliencia urbana; aprender a habitar con las amenazas de la naturaleza. La experiencia del terremoto y tsunami de 2010 en las costas del Bío-Bío. *Revista Márgenes. Espacio Arte y Sociedad*, 11(15), 7-16. <https://doi.org/10.22370/margenes.2014.11.15.306>
- Berroeta, H., Carvalho, L., y Di Masso, A. (2016). Significados del Espacio público en contexto de transformación por desastres sostenaturales. *Revista INV*, 31(87), 143-170. <https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INV/article/view/62748>
- Cabrera, P., Correa, D., y Chung, P. (2020). Modelo de medición de la resiliencia en espacios públicos a partir del City Resilience Index. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (8), 9-38. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i8.135>
- CNDU [Consejo Nacional de Desarrollo Urbano] e INE [Instituto Nacional de Estadísticas]. (2019a). *Distancia a plazas públicas. Mejor acceso a servicios y equipamientos públicos básicos/áreas verdes*. Sistema de indicadores y estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU). <https://insights.arcgis.com/#/embed/6ef973ee4e2c42fbafb78d87579dec1>
- CNDU [Consejo Nacional de Desarrollo Urbano] e INE [Instituto Nacional de Estadísticas]. (2019b). *Distancia a parques públicos. Mejor acceso a servicios y equipamientos públicos básicos/áreas verdes*. Sistema de indicadores y estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU). <https://insights.arcgis.com/#/embed/8956fe6874614acc9b74b1d4c939de17>
- Curiuinca, M. (2021). *Modos de habitar un escenario de riesgo sísmico. El caso de la Falla San Ramón en el piedemonte de Santiago, Chile* [Tesis de Magíster en Urbanismo]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/17802?show=full>

Easton, G., Boroschek, R., Rebolledo, S., Inzulza, J., Ejsmentewicz, D., Vergara, P., y Giesen, E. (2022). *Policy Brief: La Falla de San Ramón y la sostenibilidad del piedemonte de Santiago: recomendaciones para la política pública*. Universidad de Chile, Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo. <https://doi.org/10.34720/4t6n-hc49>

Easton, G., Inzulza, J., Perez, S., Ejsmentewicz, D., y Jimenez, C. (2018). ¿Urbanización fallada? La Falla San Ramón como nuevo escenario de riesgo sísmico y la sostenibilidad de Santiago, Chile. *Revista de Urbanismo*, (38), 1-20. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2018.48216>

French, E., Birchall, S. J., Landman, K., y Brown, R. (2019). Designing public open space to support seismic resilience: A systematic review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 34, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.11.001>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADA%20de%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Instituto Nacional de Normalización [INN]. (1996). *Diseño sísmico de edificios* (NCh. 433). <https://ecommerce.inn.cl/nch4331996-mod-200945350>

Instituto Nacional de Estadísticas [INE]. (2017). *CENSO 2017. Síntesis de Resultados*. <http://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>

Inzulza-Contardo, J., Gatica-Araya, P., Easton-Vargas, G., y Pérez-Tello, S (2021). ¿Diseño Urbano Resiliente en el Piedemonte de Santiago? Contraste de Escenarios Comunales con Riesgo Sísmico frente a la Falla San Ramón. *Urbano*, 24(43), 96-107. <http://dx.doi.org/10.22320/07183607.2021.24.43.09>

Ministerio del Interior y Seguridad Pública [MISP]. (2021). Ley N° 21.364, *Establece el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, sustituye la Oficina Nacional de Emergencia por el Servicio Nacional de prevención y respuesta ante desastres y adecúa normas que indica*. Gobierno De Chile <https://www.bcn.cl/leychile/navagar?idNorma=1163423>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo [MINVU]. (1994). Plan Regulador Metropolitano de Santiago 1994. <https://www.bcn.cl/leychile/navega?i=1011608>

Municipalidad de La Reina (2010). Plan Regulador Comunal. <https://www.lareina.cl/plan-regulador/>

Organización de las Naciones Unidas-Habitat [ONU-HABITAT] (2016). *Guía de Resiliencia Urbana*. Editorial Estados Unidos Mexicanos y ONU-HABITAT POR UN MEJOR FUTURO URBANO. https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Guia_de_Resiliencia_Urbana_2016.pdf

Pontigo, E., e Inzulza J. (2023). Factores incidentes en la vulnerabilidad sísmica y planificación urbana: recomendaciones de modificación del Plan Regulador Comunal de Puente Alto ante el riesgo de la falla San Ramón. *Revista de Urbanismo*, (49), 42-65. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2023.71433>

Ramírez, M. (2024). *Habilitación de espacios públicos resilientes como respuesta municipal a la entrada en vigencia de la Ley 21.364 que establece el sistema nacional de prevención y respuesta ante desastres. El caso del sector "La Reina Alta" en el piedemonte de Santiago* [Tesis de Magíster en Urbanismo]. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/198238>

Riquelme, A. (2022). *Estrategias y criterios de diseño resiliente para el "Programa Quiero Mi Barrio" en un contexto de riesgo sísmico producto de la Falla San Ramón. El caso del Barrio Olga Leiva en la comuna de Peñalolén* [Tesis de Magíster en Urbanismo]. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/186719>

Romero, H., y Vásquez, A. (2005). Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. *Revista EURE - Revista de Estudios Regionales*, 31(94). <https://doi.org/10.4067/S0250-71612005009400006>

VULNERABILIDAD ANTE EL RIESGO DE EXPLOSIÓN DE HIDROCARBUROS EN ASENTAMIENTOS INFORMALES EN EL MUNICIPIO DE PUEBLA, MÉXICO

VULNERABILITY TO THE RISK OF HYDROCARBON EXPLOSION IN INFORMAL SETTLEMENTS IN THE MUNICIPALITY OF PUEBLA, MEXICO

ROSA MARÍA HERNÁNDEZ-VERA ²
STEPHANIE SCHEREZADA SALGADO-MONTES ³
MARÍA DE LOURDES FLORES-LUCERO ⁴

1 Artículo financiado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, Beca nacional México, 2022.

2 Licenciada en Urbanismo y Diseño Ambiental
Estudiante de Posgrado, Maestría en Ordenamiento del Territorio, Facultad de Arquitectura.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México
<https://orcid.org/0009-0002-2792-6359>
rosa.hernandezv@alumno.buap.mx

3 Doctora en Procesos Territoriales Profesora-Investigadora,
Maestría en Ordenamiento del Territorio, Facultad de Arquitectura.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México
<https://orcid.org/0000-0001-6756-428X>
stephanie.salgado@correo.buap.mx

4 Doctora en Gestión y Valoración Urbana
Profesora-Investigadora, Maestría en Ordenamiento del Territorio, Facultad de Arquitectura.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México
<https://orcid.org/0000-0003-3849-0060>
maria.flores@correo.buap.mx

En la periferia norte del municipio de Puebla, México, existen asentamientos urbanos que presentan amenaza de explosión de hidrocarburos debido a la baja regulación del suelo y a la extracción informal del producto. Las condiciones de rezago social, marginación y la respuesta reactiva de las instituciones gubernamentales aumentan la vulnerabilidad. El objetivo es evaluar las variables sociales, urbanas e institucionales en asentamientos urbanos informales para explicar las condiciones multifactoriales de vulnerabilidad ante el riesgo por explosión de hidrocarburos. En metodología se aplicó el análisis multicriterio de 66 indicadores y el análisis socioespacial de distribución de la vulnerabilidad. Los resultados muestran distintos patrones espaciales de vulnerabilidad ante el riesgo de desastre por explosión debido a la presencia de ductos de hidrocarburos, la marginación, el rezago social, la baja organización y percepción del riesgo y las acciones de reactivas. Las conclusiones son que el procesamiento de variables de diferentes tipos explica la vulnerabilidad multifactorial y las diferencias en su distribución ante el riesgo de desastre en asentamientos informales.

Palabras clave: catástrofe, asentamientos informales, uso del suelo, sistemas de información geográfica.

In the northern peri-urban area of the municipality of Puebla, urban settlements are threatened by hydrocarbon explosions due to a lack of land regulation and illegal extraction of the product. The conditions of social backwardness, marginalization, and the reactive response of governmental institutions increase vulnerability. The objective of this paper is to evaluate the social, urban, and institutional variables in informal urban settlements to explain the multifactorial vulnerability to the risk of hydrocarbon explosion. The methodology applied was the multi-criteria analysis of 66 indicators and the socio-spatial analysis of vulnerability distribution. The results show different spatial patterns of vulnerability to explosion disaster risk due to the location of hydrocarbon pipelines, marginalization, social backwardness, low organization, low risk perception, and reactive actions. The conclusions are that the processing of variables of different types evidences the multifactorial vulnerability to disaster risk in informal settlements and the differences in vulnerability distributions.

Keywords: catastrophe, informal settlements, land use, geographic information systems.

INTRODUCCIÓN

Las redes de hidrocarburos son fuentes que proveen energía para el funcionamiento de las ciudades, pero la distribución de estas redes en zonas urbanas y el mal manejo de los materiales explosivos pueden causar daños a la vida de las personas, sus propiedades y la calidad del medio ambiente (He et al., 2021; Azari y Karimi, 2017). Los ductos de la industria petrolera presentan condiciones físicas y de gestión que ocasionan frecuentemente fugas y derrames de hidrocarburos que constituyen amenazas para los ecosistemas, la población y las actividades económicas (Cram Heydrich et al., 2020).

A partir de la década de los setenta, los estudios de riesgo se han enfocado en demostrar que los desastres son efecto de las actividades humanas para alcanzar la modernidad (Mojtahedi y Oo, 2016), se asocian a la creciente concentración de personas, zonas de riesgo y la crisis climática (Mattedi et al., 2024).

El análisis de riesgo en las redes de hidrocarburos, los radios de derrames y/o explosión y la densidad de población expuesta (Azari y Karimi, 2017) se enfoca en la amenaza que representan las redes y su manejo, pero omite el análisis de la vulnerabilidad social (Cutter et al., 2003). Es importante estudiar las particularidades de las relaciones sociales que se suscitan en territorios en condiciones de riesgo debido a los impactos sociales que generan (Montes-Neri, 2023).

La vulnerabilidad refiere al proceso de exposición ante las amenazas que se acentúan en condiciones de pobreza, rezago y marginación (Birkmann, 2007). En las zonas urbanas como principales escenarios de producción económica aumenta la vulnerabilidad ante los bajos niveles educativos, bajos ingresos, carencia de servicios públicos y sanitarios, y bajo acceso a la información (Mattedi et al., 2024).

El análisis de riesgo en casos de asentamientos urbanos informales⁵ en Latinoamérica, que se caracterizan por las condiciones de marginación o que se encuentran en zonas de riesgo (Montes-Neri, 2023) posibilita generar y precisar la información para evaluar la vulnerabilidad (He et al., 2021; Mattedi et al., 2024; Azari y Karimi, 2017). En este estudio se plantea la hipótesis del análisis de variables con un enfoque multifactorial y socioespacial contribuye en evaluar la vulnerabilidad ante el riesgo de explosión por hidrocarburos en asentamientos informales que surgen fuera de los procesos de planeación urbana y de la legalidad ante exclusión de los sectores precarios para acceder a una vivienda. El objetivo es evaluar las variables sociales, urbanas e institucionales, a través de indicadores para explicar las condiciones multifactoriales de vulnerabilidad ante el riesgo por explosión de hidrocarburos en

el sector Jorge Murad Sección C-Nueva San Salvador, ubicado en el norte del municipio de Puebla del Estado de Puebla, México.

En estructura del estudio primero se presenta el estado de conocimiento que fundamenta el enfoque multifactorial y las variables para evaluar la vulnerabilidad; el caso de estudio del Sector Jorge Murad sección C – Nueva San Salvador conformado por dos asentamientos urbanos informales expuestos a la explosión por ductos de hidrocarburos en el municipio de Puebla; la metodología para el diseño y procesamiento de indicadores de vulnerabilidad; los resultados de la evaluación y la distribución de la vulnerabilidad; se discuten los resultados y hallazgos con los estudios previos; finalmente se presentan los aportes del estudio en el análisis de la vulnerabilidad con enfoque multifactorial.

II. Reconocer la vulnerabilidad para disminuir el riesgo

Las ciudades son el espacio principal en el que la humanidad desarrolla sus actividades y concentra sus bienes, sin embargo, las altas concentraciones de éstas incrementan la vulnerabilidad ante todo tipo amenazas (Xiu et al., 2011). La vulnerabilidad es una condición asociada a procesos físicos, socioeconómicos y políticos de un sistema que lo hacen susceptible a potenciales impactos (Jurgilevich et al., 2021; Cutter et al., 2003).

La vulnerabilidad como un concepto no puede ser directamente medido, por ello se utilizan indicadores de observables que corresponden a variables sociales, urbanas e institucionales (Birkmann, 2007; Jurgilevich et al., 2021; Mojtahehi y Oo, 2016) en un espacio geográfico definido (Hernández Ajá et al., 2018; Cram Heydrich et al., 2020).

La *variable social* mide las dimensiones sociales y económicas (Lavell et al., 2020; Mattedi et al., 2024) a través de indicadores de empleo o ingresos, trabajo no remunerado, acceso a la educación (Montes-Neri, 2023), calidad de la vivienda (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], 2020), grupos que requieren de cuidados (Cutter et al., 2003), organización y representación social, percepción del riesgo, capacidad de respuesta y vinculación con autoridades gubernamentales (Mojtahehi y Oo, 2016).

La *variable urbana* mide las dimensiones de habitabilidad y medio ambiente (Acuña, 2016; Ochoa-Ramírez y Guzmán-Ramírez, 2020) a través de indicadores de calidad de infraestructura, cobertura de servicios de salud, seguridad pública y asistencia social, zonas de riesgo, tenencia de la tierra, planificación y regulación del suelo (Cutter et al., 2003).

⁵ La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) define que los asentamientos informales son áreas residenciales donde los habitantes no tienen seguridad de tenencia frente a los terrenos o viviendas, van desde la ocupación informal hasta viviendas de alquiler informales, usualmente carecen de servicios básicos e infraestructura urbana, y se encuentran en áreas ambientales y geográficas peligrosas.

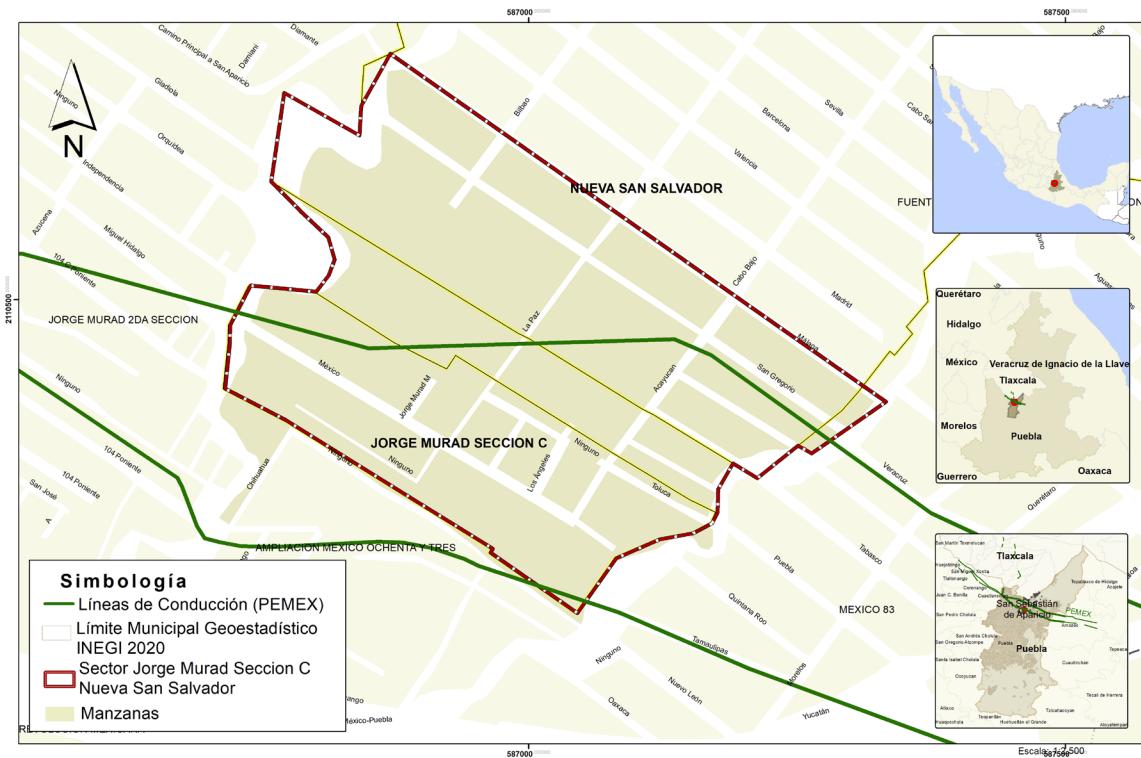


Figura 1. Sector Jorge Murad Sección C – Nueva San Salvador. Fuente: Elaboración propia de los autores con base en Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2009); INEGI (2020); Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos (2021).

La variable *institucional* mide las dimensiones políticas y de gestión (Acuña, 2016; Merlinsky y Tobías, 2016) a través de indicadores de financiamiento y recursos económicos, identificación, monitoreo, evaluación y manejo del riesgo, profesionalización, equipo e infraestructura (Ministerio del Trabajo, 2019). En esta variable incide directamente la omisión y falta de seguimiento en el crecimiento de los asentamientos en zonas de riesgo (Abdoul Nasser et al., 2021; Cavazos-Arroyo et al., 2014).

El análisis multicriterio es útil para identificar y clasificar las vulnerabilidades mediante el procesamiento de indicadores en distintas formas de ocupación del territorio (Ruiz Rivera, 2012; Mattedi et al., 2024). El análisis socioespacial posibilita asociar los indicadores a los datos vectoriales de la estructura urbana para diferenciar la distribución de la vulnerabilidad en un espacio geográfico (Buzai y Baxendale, 2010; Cutter et al., 2003) mediante la automatización de la normalización y procesamiento de datos (Mattedi et al., 2024; Azari y Karimi, 2017). La participación de los actores involucrados es fundamental para el reconocimiento y

percepción del riesgo (Mojtahedi y Oo, 2016; Jurgilevich et al., 2021; Cram Heydrich et al., 2020).

III. Sector jorge murad sección c - nueva san salvador

El sector se conforma por dos asentamientos informales ubicados en el norte del municipio de Puebla del Estado de Puebla, México, con 869 habitantes y 241 viviendas en el derecho de vía de dos ductos de hidrocarburos de la industria Petróleos Mexicanos⁶ (PEMEX) (Figura 1). En 1983 se construyó Nueva San Salvador sobre un oleoducto de 12" que transporta Gas LP y en 1990, Jorge Murad Sección C sobre el gasoducto de 12" y el oleoducto de 24". El sector presenta condiciones de rezago, marginación, riesgo de explosión por hidrocarburos y antecedentes de fugas de gas y extracciones informales (Puebla Roja, 2020; Barrientos, 2020; Meza, 2017). Se seleccionaron estos casos representativos de los 62 asentamientos en norte del municipio de Puebla expuestos a la explosión de hidrocarburos por la vinculación con las organizaciones vecinales que posibilitaron la investigación a través de procesos participativos.

⁶ Petróleos Mexicanos es una empresa nacional que produce, procesa, distribuye y comercializa hidrocarburos y sus derivados en México.

IV. METODOLOGÍA

En el análisis multicriterio se procesaron 66 indicadores correspondientes a las *variables social, urbana e institucional* para evaluar la vulnerabilidad con un enfoque multifactorial para todo el sector (Cutter et al., 2003; Montes-Neri, 2023; Cram Heydrich et al., 2020; CONEVAL, 2020). Los indicadores se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda [CPV] 2020 (INEGI, 2020), el censo de 218 viviendas, 6 encuestas digitales y 68 aplicadas por los autores *in situ* con una confiabilidad de 90% y un margen de error de 9.61%, 4 entrevistas a autoridades locales, 5 servidores públicos, 5 líderes vecinales, 1 miembro de la mesa directiva y 2 del comité de servicios, cuya identidad se mantienen anónima por protección a los datos personales.

Los indicadores se integraron, por medio de la expresión matemática Σ^x_i , la sumatoria x_i corresponde a la totalidad de cada variable y la multifactorial respectivamente. En la asignación de los niveles de vulnerabilidad se consideró el límite de clase $R = xmax - xmin/3$, al límite superior ($xmax$) se restó el límite inferior ($xmin$) y se dividió en tres clases a las que se les asignó un valor ordinal para hacerlas comparables 1 (bajo), 2 (medio) y 3 (alto) (Bollin e Hidajat, 2006, como se citó en Ruiz Rivera, 2012).

La *variable social* considera 26 indicadores de datos del CPV 2020 (INEGI, 2020), (Tabla 1) y de las encuestas respecto a la organización, prevención, percepción y respuesta ante el riesgo (Tabla 2). La *variable urbana* considera 20 indicadores obtenidos en nueve visitas de campo (Hernández, 2023b). y un censo de viviendas (Tabla 3). Los indicadores urbanos y sociales se sumaron para obtener la vulnerabilidad urbana (Tabla 4). La *variable institucional* considera 20 indicadores correspondientes a acciones de financiamiento, identificación, manejo y reducción de riesgo realizadas en una frecuencia ponderada en siempre (1), regularmente (2), de vez en cuando (3) y nunca (4) (Tabla 5).

Se integraron las tres variables para obtener los indicadores y niveles de vulnerabilidad (Tabla 6). Se realizó el análisis socioespacial en QGis mediante la asociación de los indicadores a los vectores de manzanas urbanas (INEGI, 2016) para definir la distribución de vulnerabilidad.

V. LA VULNERABILIDAD ES UN PROCESO SOCIAL

La evaluación multivariable evidencia la vulnerabilidad como un proceso en el que incide el rezago social, la marginación y

Económica	Población económicamente no activa
	Hogares con jefatura femenina
	Población que no completa educación obligatoria
Población	Analfabeta
	Densidad
	0 a 14 años
	60 y más
	Discapacidad
	Sin servicios de salud
Vivienda	Sin agua potable
	Sin drenaje
	Sin electricidad
	Sin techo de losa
	Paredes otro material
	Piso de tierra
	Un cuarto
Σx_i	

Tablas 1. Indicadores de población y vivienda. Fuente: Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020)

Organización	pregunta 4	En el sector 1 y otro 0
	Organización	Mesa Directiva 1, Comité 2, ninguno 3
Prevención	pregunta17	Ninguna 1, no sé 2, usar whatsapp 3, reunión para servicios 4, otros (resguardar los ductos, silbatos, información por PEMEX, denunciar actividades) 5, debatir estrategias con los vecinos 6, difundir información brindada por las autoridades 7 y convocar una reunión 8
	pregunta18	No hay 1, desconoce 2, convocar reunión 3, alarma vecinal/avisar por red social 4, apagar la luz, cerrar gas 5, respetar las indicaciones 6, huir 7, hablar a la policía'autoridad/911 8, evacuar 9
Percepción	pregunta 11	Ninguno 1, otros (no sé, no sabía de los ductos) 2, falta de escrituración de su terreno 3, delincuencia 4, huachicol 5, riesgo de explosión 6, fugas 7
	pregunta 15	No 1, no estoy seguro 2, rara vez/de vez en cuando 3, sí 4
	pregunta 19	No hay 1, alerta o comunicación vecinal 2, acciones de la autoridad 3, vigilancia 4, evacuar 5
	Negativas	Negativas a responder encuesta
Respuesta	pregunta 14	Ninguna 1, federal 2, estatal 3, municipal 4, junta auxiliar 5, presidentes de mesa directiva/comité de servicios 6
	pregunta 16	Nada 1, otros (no salir, evitar acercarme)2, llamar a autoridades 3, alarma vecinal 4, cerrar gas y desconectar luz 5, seguir indicaciones 6, evacuar 7
Σxi		

Tablas 2. Indicadores de encuestas. Fuente: Elaboración de los autores, 2023. Nota: Los encuestados podían seleccionar más de una opción

Habitabilidad	Luminarias	1 en toda la manzana, 2 en una parte de la manzana, y 3 no hay.
	Pavimento	1 en toda la manzana, 2 en una parte de la manzana, y 3 no hay.
	Tipo Pavimento	1 en toda la manzana, 2 existe en una parte de la manzana, y 3 no hay.
	Aceras	Total
Riesgo	Barrancas	0 no existe, 1 existe
	Viviendas en zona de riesgo	Total
	Cuerpos de agua	0 no existe, 1 existe
	Ductos	0 no existe, 1 existe en un lado de la manzana, 2 en la mitad de la manzana, 3 en toda la manzana.
	Tipo de producto	1 gasolina, 2 gas
	Viviendas en derecho de vía	Total
	Líneas de alta tensión	0 no existe, 1 existe
	Viviendas en derecho de vía	Total
	Corredores industriales	0 no existe, 1 existe
	Vialidades primarias	0 no existe, 1 existe
Equipamientos	Viviendas en derecho de vía	Total
	Hospital	0 en el sector, 1 en el área de cobertura
	Bomberos	0 en el sector, 1 en el área de cobertura
Tenencia de la Tierra	Seguridad pública	0 en el sector, 1 en el área de cobertura
	Asentamiento urbano	0 incorporada al desarrollo urbano, 1 registrada y reconocida, 2 informal
	Problemas de escrituración	0 no existe, 1 existe
Σxi		

Tablas 3. Indicadores de la variable urbana. Fuente: Elaboración de los autores, 2023.

Indicador	Indicadores urbanos	Vulnerabilidad Social	Vulnerabilidad Urbana (Σ)
Valor	1 a n	1 a n	xi

Tablas 3. Indicadores para obtener la vulnerabilidad urbana. Fuente: Elaboración de los autores, 2023

Financiamiento	Organización interinstitucional, vertical y horizontal
	Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional
	Localización y movilización de recursos
Identificación	Inventario de desastres y pérdidas
	Monitoreo de amenazas y pronósticos
	Mapeo de amenazas
	Evaluación de vulnerabilidad y riesgo
	Información pública y participación comunitaria
	Capacitación y educación en gestión de riesgos
Manejo	Organización y coordinación de operaciones de emergencia
	Planificación respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta
	Equipos e infraestructura
	Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional
Reducción	Preparación y capacitación de la comunidad
	Integración de riesgo en la definición de los usos de suelo y planificación urbana
	Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental
	Implementación de técnicas de protección y control de peligros
	Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos
	Actualización y aplicación de normas y códigos de construcción
	Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados
Σi	

Tablas 5. Indicadores de la variable institucional. Fuente: Elaboración de los autores, 2023.

Multifactorial						
Variable	Vulnerabilidad Social	Vulnerabilidad Urbana	Vulnerabilidad Institucional	Σ	Ponderación	Nivel de vulnerabilidad
Indicadores	n	n	n	n	1 a 3	Alto, medio o bajo

Tablas 6. Indicadores de vulnerabilidad multifactorial. Fuente: Elaboración de los autores, 2023.

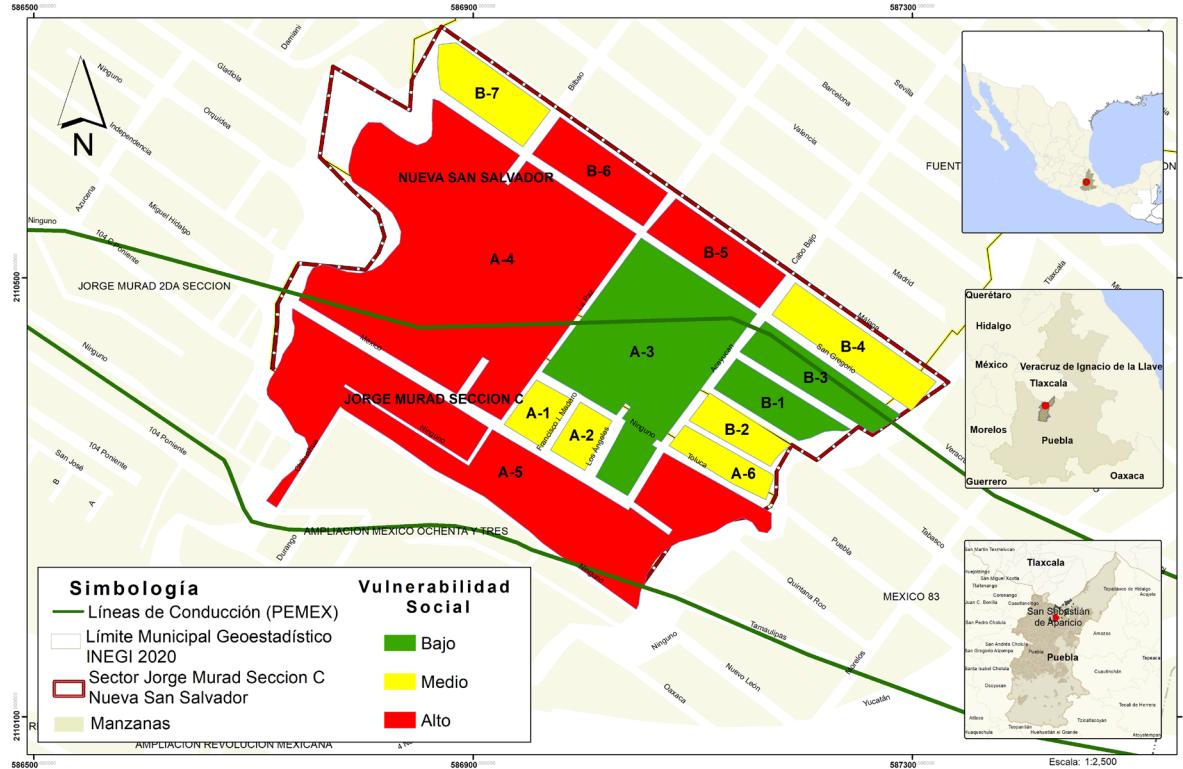


Figura 2. Vulnerabilidad social. Fuente: elaboración propia de los autores con base en INEGI (2009); INEGI (2016); INEGI (2020); INEGI (2023); Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos (2021).

omisiones en la planificación urbana, la baja percepción del riesgo y la respuesta reactiva. La cartografía representa las diferencias de distribución de la vulnerabilidad por manzanas urbanas.

Se obtuvo un puntaje en los indicadores socioeconómicos de 325; bajo acceso a educación, y salud y población vulnerable de 2 186; baja calidad de vivienda de 85; organización, percepción y prevención del riesgo de 1 881, con un total de 4 477 indicadores. Los resultados revelan que la percepción de riesgo es secundaria para los habitantes, ya que, de la población analizada, el 73.61% considera prioritaria la delincuencia, 48.61% los ductos de hidrocarburos, 44.44% la carencia de servicios públicos y 40.28% la presencia de barrancas. El 72.22% mencionan que son inexistentes las acciones para la reducción del riesgo.

Las acciones de prevención son incipientes, si bien algunos habitantes indican que se ha convocado reuniones, difundido información brindada por autoridades y se han debatido estrategias entre los vecinos, otros habitantes indican que no han realizado o no tienen conocimiento de ninguna.

Respecto a las estrategias de respuesta elaboradas por los líderes vecinales o por los mismos habitantes, éstos indican que no existen o desconocen si existen este tipo de estrategias. En situaciones de emergencia los habitantes evacúan las viviendas, siguen indicaciones, no usan energía eléctrica y cierran las tomas de gas, activan la alarma vecinal, contactan a las autoridades, no salen o evitan acercarse a la zona, pero existen otros habitantes que indican no hacer nada o no saber qué hacer. Aunado a esto, el desconocimiento de los habitantes respecto a los límites, nombre y adscripción del asentamiento urbano al que pertenecen dificulta los procesos de gestión de riesgo ante las autoridades municipales. En la vulnerabilidad social se define un nivel alto en las manzanas⁷ A4, A5, B5 y B6, medio en A1, A2, B2, B4 y B7 y bajo en A3, B3 y B1 (Figura 2).

En los indicadores urbanos de los sectores estudiados, se obtuvo un puntaje total de 269. Las condiciones urbanas presentan vialidades de terracería y sin iluminación, viviendas en el derecho de vías de los ductos de hidrocarburos y las barrancas fueron llenadas para la construcción de otras viviendas. En el

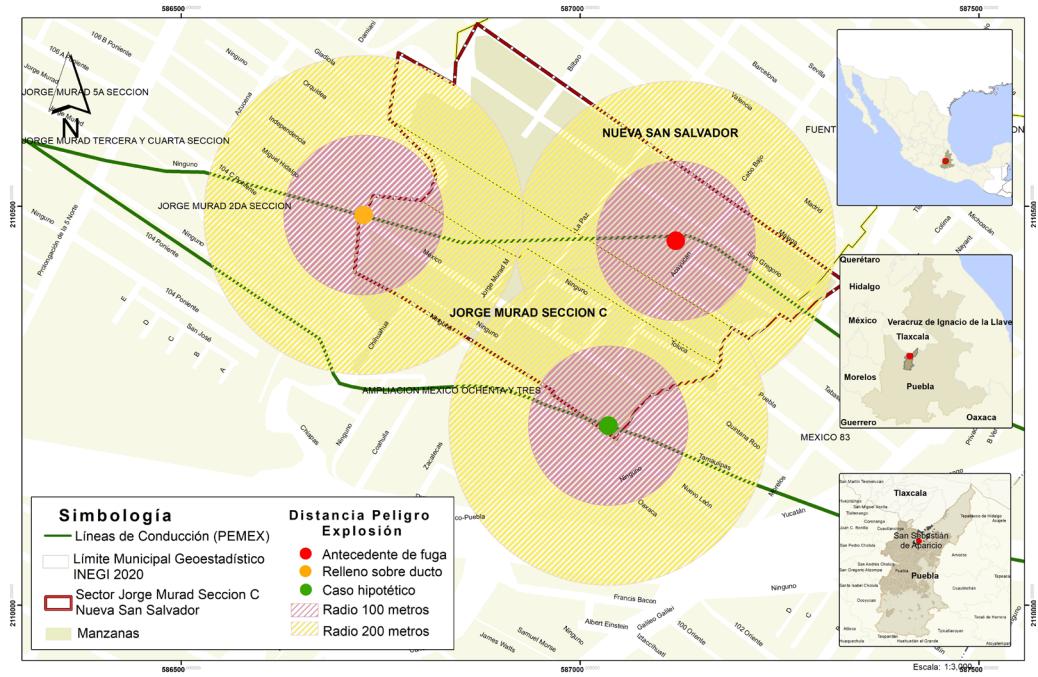


Figura 3. Peligro de explosión. Fuente: elaboración propia de los autores con base en CENAPRED (2021); INEGI (2009); INEGI (2016); INEGI (2023); Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos (2021); Hernández (2023a).

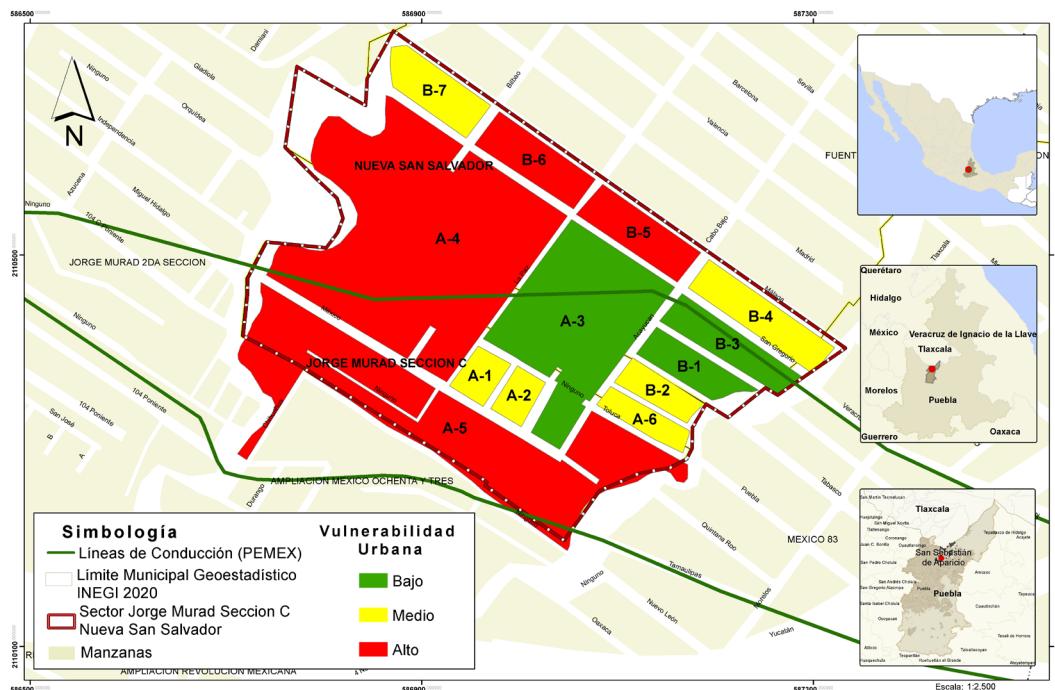


Figura 4. Vulnerabilidad urbana. Fuente: elaboración propia de los autores con base en INEGI (2009); INEGI (2016); INEGI (2020); INEGI (2023); Hernández (2023a); Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos (2021).

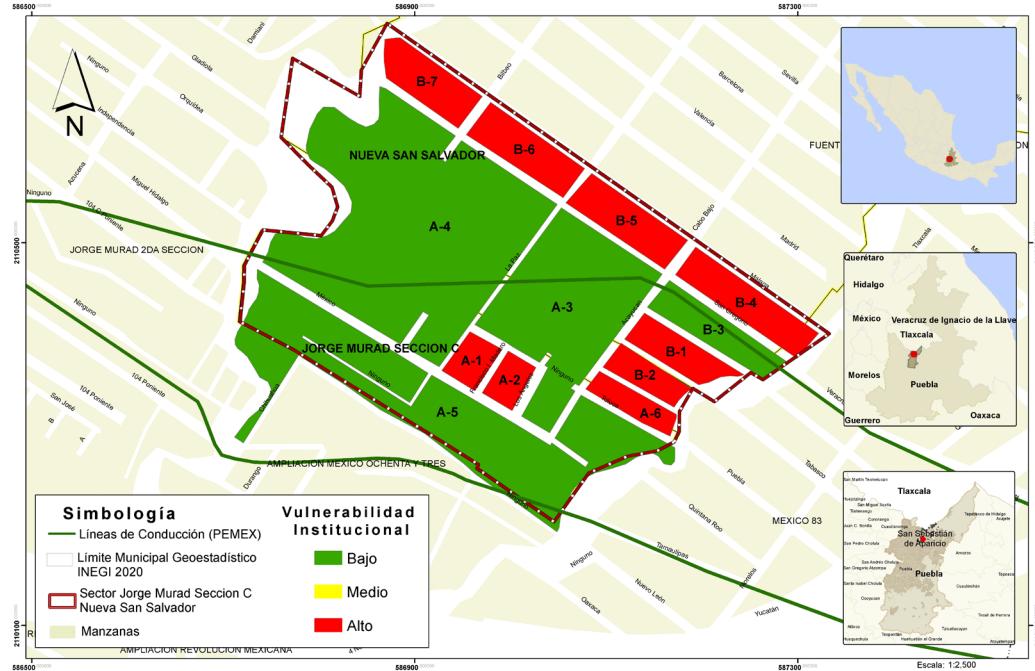


Figura 5. Vulnerabilidad institucional. Fuente: elaboración propia de los autores con base INEGI (2009); INEGI (2016); INEGI (2020); Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos (2021); Hernández (2023b).

asentamiento Jorge Murad Sección C el 85% de las viviendas no cuenta con escrituras de propiedades y en Nueva San Salvador el 15%⁸. El riesgo por explosión de hidrocarburos representa un problema para el 19.44% de los habitantes debido a que obstaculiza la escrituración. Las manzanas cuyo estatus legal obstaculiza su integración a los procesos de planeación urbana dificulta la dotación de servicios públicos.

Los servicios de asistencia que se encuentran dentro del radio sugerido para la atención en caso de emergencia (Secretaría de Estado en el Despacho de Desarrollo Social [SEDESOL], 1999)⁹ son la estación de bomberos, la seguridad pública, y los centros de salud. No obstante, se identificaron tres puntos nuevos de peligro de explosión con radios de afectación de 100 y 200 (Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED], 2021) que incrementan la zona de riesgo (Figura 3).

En la vulnerabilidad urbana se define nivel alto en las manzanas A4, A5, B5 y B6, medio en A1, A2, A6, B2, B4 y B7 y bajo en A3, B1 y B3 (Figura 4).

Se obtuvo un puntaje en los indicadores de financiamiento de 117, identificación de riesgo de 278, manejo de 152 y reducción de

286, con un total de 883. En las entrevistas con el personal técnico de la Dirección de Gestión de Riesgos en Materia de Protección Civil del Municipio de Puebla (GRMPC) se identificaron recursos financieros limitados para la actualización de equipo y programas informáticos para la identificación y análisis de riesgos, debido a que la asignación de recursos depende de Tesorería Municipal, y no se cuenta con un fondo o reserva económica propia para la operabilidad.

Respecto a la información municipal, no se cuenta con un inventario, ni documentación histórica, ni monitoreo de los desastres o pérdidas por explosión de hidrocarburos, la información se transmite de manera oral entre el personal. Se carece de la localización precisa de los ductos, no existe mapeo, ni evaluación de vulnerabilidad y riesgo, y la información existente está reservada por Petróleos Mexicanos (PEMEX). Respecto a la profesionalización, el personal no recibe capacitación continua, el intercambio de conocimientos se da por iniciativa del personal y/o ante la necesidad de resolver problemas específicos de gestión (Personal-técnico, comunicación personal, 2023).

Respecto al manejo del riesgo, si bien la Dirección Municipal de Protección Civil (PC) es responsable de la fase operativa y cuenta

⁸ El ayuntamiento municipal ha incorporado al desarrollo urbano sólo a Nueva San Salvador, este proceso es el último paso que llevan a cabo los asentamientos urbanos para solicitar el reconocimiento para la dotación de los servicios públicos básicos, este proceso agiliza la acreditación de la propiedad.

⁹ En la actual norma NOM-SEDATU-002 del año 2022 este radio no está definido.

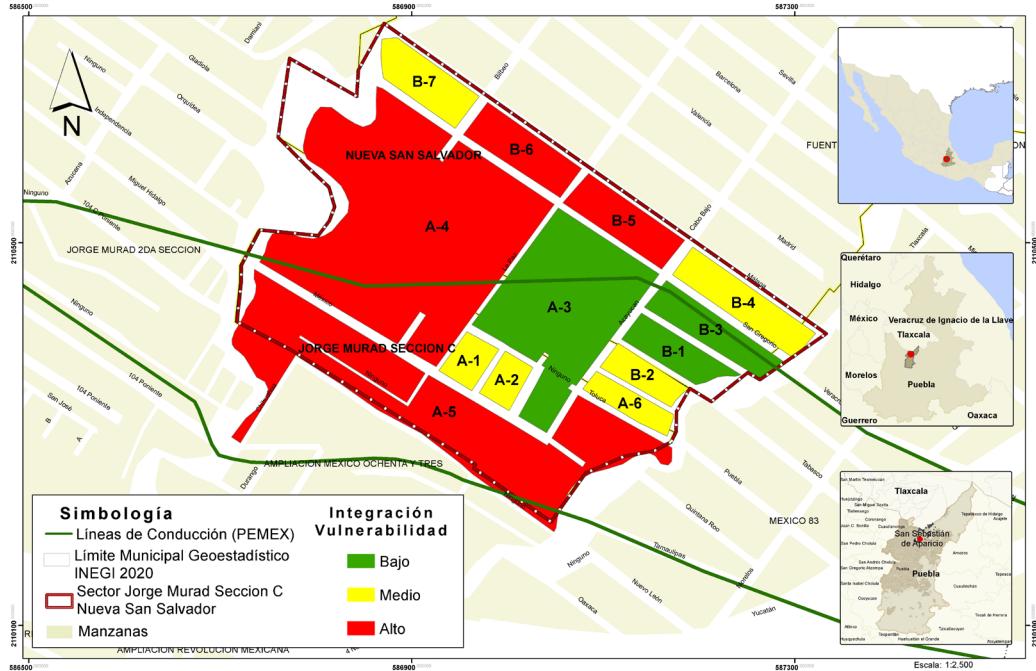


Figura 6. Integración de Vulnerabilidades. Fuente: elaboración propia de los autores con base en INEGI (2009); INEGI (2016).

con equipo para atender la emergencia, carece de acciones preventivas entre personal y habitantes en asentamientos urbanos. Las acciones de las industrias y empresas PEMEX y Maxi Gas se limitan al personal técnico, por lo que la Secretaría de Seguridad Pública se encarga de la vigilancia y monitoreo, a través de cámaras ubicadas en vasos reguladores y canales con riesgo de inundación.

Respecto a la prevención, PC realiza campañas de prevención de emergencias en redes sociales y radio y Gestión de Riesgos en Materia de Protección Civil del Municipio de Puebla (GRMPC) revisa los planes de protección civil en construcciones que ofrecen bienes y servicios (Personal-técnico, comunicación personal, 2023). Resalta que ambas carecen de responsabilidad y recursos para reubicar viviendas.

En la vulnerabilidad institucional se definen nivel alto en las manzanas A1, A2, A6, B1, B2, B4, B5, B6 y B7 y bajo en A3, A4, A5 y B3 ya que son atendidas por PEMEX (Figura 5).

A partir de un enfoque multifactorial, se identificó que si bien existe población y vivienda en condiciones de rezago y marginación sobre ductos de hidrocarburos, la organización y la comunicación vecinal en situaciones de emergencia, y la vinculación con autoridades locales ayuda a reducir la

vulnerabilidad, aunque la amenaza no desaparece. En nivel alto se definieron las manzanas A4, A5, B5 y B6, en medio A1, A2, A6, B2, B4 y B7, en bajo A3, B1 y B3 (Figura 6).

VI. DISCUSIONES

La evaluación de vulnerabilidad con un enfoque multifactorial implicó la integración de indicadores sociales, urbanos e institucionales que abordan autores como Acuña (2016), Cram Heydrich et al. (2020), Ruiz Rivera y Magaña Rueda (2020). Este enfoque representa un avance respecto a los estudios como los de He et al. (2021) y Abdoul Nasser et al. (2021) que analizan el riesgo enfatizándose en las amenazas.

El estudio aporta en colocar en el centro del análisis los perfiles y capacidades de los actores involucrados como sugieren Mojtahedi y Oo (2016). De acuerdo con Cutter et al. (2003) y Mattiedi et al. (2024) se explora el diseño de indicadores, a través de normalización e integración de datos para medir y comparar la vulnerabilidad por manzana urbana como la máxima aproximación espacial posible.

En la vulnerabilidad social se consideraron los indicadores referentes a grupos que presentan rezago (CONEVAL, 2020),

atención y cuidados, y pobreza (Montes-Neri, 2023). En la vulnerabilidad urbana se consideraron los indicadores de marginación, proximidad de equipamientos y servicios urbanos, los derechos de vía, radios de explosión y áreas de afectación como mencionan Azari y Karimi (2017). En la vulnerabilidad institucional se consideraron los indicadores respecto a las acciones para el financiamiento, planeación urbana, acceso a la información, profesionalización y capacidad de respuesta como parte fundamental en los procesos de gestión que resaltan Merlinsky y Tobías (2016).

Se corrobora que en la gestión se ignoran los riesgos antropogénicos como los químico-tecnológicos y prevalece la respuesta reactiva como lo señalan Abdoul Nasser et al. (2021). Los habitantes como principales involucrados se organizan y toman de decisiones para intentar reducir la vulnerabilidad, sin embargo, no es suficiente ante las omisiones institucionales de brindar certeza jurídica de la propiedad como menciona Cutter et al. (2003) y servicios públicos en Ochoa-Ramírez y Guzmán-Ramírez (2020), esta es una situación que coloca al riesgo de desastre en un problema secundario o invisibilizado de acuerdo con González (1994) y Cavazos-Arroyo et al. (2014).

VII. CONCLUSIONES

El estudio es un aporte ante la carencia de análisis que integren variables de diferentes tipos para determinar el origen multifactorial de la vulnerabilidad ante el riesgo de desastre y su mapeo (Birkmann, 2007). Se ratifica que múltiples factores determinan la vulnerabilidad ante el riesgo de explosión de hidrocarburos (Xiu et al., 2011; Ruiz Rivera y Magaña Rueda, 2020). Se contribuyó con el diseño y procesamiento de indicadores sociales, urbanos e institucionales para definir los niveles de vulnerabilidad (Cutter et al., 2003) en el Sector Jorge Murad C-Nueva San Salvador debido a que representa la exposición en la que se encuentran otros asentamientos urbanos informales en el municipio de Puebla (Montes-Neri, 2023). El análisis socioespacial de los indicadores asociados a datos vectoriales (Mattedi et al., 2024) evidencian las diferencias en la distribución de la vulnerabilidad por manzana urbana como la máxima aproximación espacial posible (He et al., 2021; Cutter et al., 2003). El riesgo se presenta por la exposición de la población y viviendas ante la explosión de hidrocarburos, pero la vulnerabilidad se incrementa ante el rezago social, la marginación y una respuesta reactiva. Mediante los procesos participativos se corroboró que la organización y vinculación de los actores involucrados coadyuva en reducir la vulnerabilidad.

VIII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CREDIT:

Conceptualización: R.M.H.V. y S.S.S.M.; Curación de datos: R.M.H.V.; Análisis formal: R.M.H.V. y S.S.S.M.; Adquisición de financiación: R.M.H.V.; Investigación: R.M.H.V., S.S.S.M. y M.L.F.L.; Metodología: R.M.H.V., S.S.S.M. y M.L.F.L.; Administración de proyecto: S.S.S.M. y M.L.F.L.; Recursos: R.M.H.V.; Software: R.M.H.V.; Supervisión: S.S.S.M. y M.L.F.L.; Validación: R.M.H.V. y S.S.S.M.; Visualización: R.M.H.V. y S.S.S.M.; Escritura – borrador original: R.M.H.V., S.S.S.M. y M.L.F.L.; Escritura – revisión y edición: S.S.S.M.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdoul Nasser, A. H., Ndalila, P. D., Mawugbe, E. A., Emmanuel Kouame, M., Arthur Paterne, M., y Li, Y. (2021). Mitigation of Risks Associated with Gas Pipeline Failure by Using Quantitative Risk Management Approach: A Descriptive Study on Gas Industry. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(10), 1098. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jmse9101098>
- Acuña, J. (2016). Análisis de la Vulnerabilidad Institucional en el Distrito Metropolitano de Caracas. *Terra Nueva Etapa*, XXXII(52), 151-175. <https://www.redalyc.org/pdf/721/72148468007.pdf>
- Azari, P., y Karimi, M. (2017). Quantitative risk mapping of urban gas pipeline network using GIS. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(4), 319-324. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W4-319-2017>
- Barrientos, J. (06 de abril de 2020). Detectan fuga de gas de una toma clandestina en ductos de Pemex en la Colonia Nueva San Salvador/. Desde Puebla: <https://desdepuebla.com/2020/04/06/detectan-fuga-de-gas-de-una-toma-clandestina-en-ductos-de-pemex-en-la-colonia-nueva-san-salvador/>
- Birkmann, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*, 7(1), 20-31. <https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2007.04.002>
- Buzai, G., y Baxendale, C. (2010). Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica. Aportes de la Geografía para la elaboración del Diagnóstico en el Ordenamiento Territorial. *Fronteras*, (10), 25-38. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/193310/CONICET_Digital_Nro.3129b8db-06fd-4c35-a4cd-717577017ce0_C.pdf?sequence=5/1000
- Cavazos-Arroyo, J., Pérez-Armendáriz, B., y Mauricio-Gutiérrez, A. (2014). Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de Acatzingo Puebla, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 11(4), 539-550. <https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v11n4/v11n4a6.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2021). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Secretaría de Gobernación*. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/44.pdf>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2020). Índice de rezago social. https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2020.aspx

Cram Heydrich, S., Oropeza Orozco, O., y Fernández Lomelín, P. (Coords.). (2020). Vulnerabilidad intrínseca ante derrames de hidrocarburos: una propuesta para su estimación en Universidad Nacional Autónoma de México, (Ed.), *Geografía Para el Siglo XXI. Serie: Libros de investigación*. Instituto de Geografía, Ciudad de México. <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc1222482>

Cutter, S. L., Boruff, B. J., y Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 82(2), 242-261. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>

González, P. J. (1994). Crecimiento industrial y riesgo urbano: el caso de Mexicali, Baja California. *Estudios Fronterizos*, 34, 9-29. <https://doi.org/10.21670/ref.1994.34.a01>

He, B., Bai, M., Shi, H., Li, X., y Qi, Y. (2021). Risk assessment of pipeline engineering geological disaster based on GIS and WOE-GA-BP models. *Applied Sciences*, 11(21), 9919. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app11219919>

Hernández Ajá, A., Rodríguez Alonso, R., Rodríguez Suárez, I., Gómez Giménez, J. M., González García, I., Córdoba Hernández, R., Alguacil Gómez, J., Camacho Gutiérrez, J., Carmona Mateos, F., y Jaramillo Cáceres, S. (2018). *Barrios Vulnerables de las Grandes Ciudades Españolas. 1991/ 2001/ 2011*. Instituto Juan Herrera (IJH), Madrid. <http://oa.upm.es/51015/>

Hernández, R.V.M (2023a). Taller de Cartografía Participativa con habitantes de la colonia Jorge Murad Sección C [Taller 24 de abril]de 2023. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [BUAP], Puebla, México.

Hernández, R.V.M (2023b). Visitas de campo.[BUAP], Puebla, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2009). *Carta topográfica. Topografía. Puebla*, Puebla, México. <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/#descargas>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016). *Cartografía Geoestadística de Localidades Urbanas y Rurales Amanazadas. Marco Geoestadístico:* <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825218881>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). *Censo de Población y Vivienda. Principales resultados por AGEB y manzana*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccp/2020/default.html#Microdatos>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2023). *Marco Geoestadístico Nacional*. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas>

Jurgilevich, A., Räsänen, A., y Juhola, S. (2021). Assessing the dynamics of urban vulnerability to climate change: Case of Helsinki, Finland. *Environmental Science and Policy*, 125, 32-43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.08.002>

Lavell, A., Mansilla, E., Maskrey, A., y Ramírez, F. (20 de abril de 2020). La construcción social de la pandemia COVID-19: desastre, acumulación de riesgos y políticas públicas. *La Red - Red de estudios sociales en Prevención de desastres en América Latina*. 1-16. <https://www.ces.uc.pt/ficheiros2/sites/osiris/files/Construccio%C3%A7%C3%A3o%CC%81n-social-pandemia-Covid19-desastre-riesgo-politicas-publicas-RNI-LA-RED-23-04-2020.pdf>

Mattedi, M. A., Mello, B. J., M., S. C., Vicenteiner, D. A., y Kormann, T. C. (2024). Application of a socio-environmental vulnerability index for disasters through a Geographic Information System (GIS): a case study in Blumenau (SC). *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 13(1), e23423. <https://doi.org/https://doi.org/10.5585/2024.23423>

Merlinsky, M. G., y Tobías, M. A. (2016). Inundaciones y construcción social del riesgo en Buenos Aires. Acciones colectivas, controversias y escenarios futuros. *Cuaderno del Cendés*, 33(91), 45-63. <https://ve.scielo.org/pdf/cdc/v33n91/art04.pdf>

Meza, K. (27 de marzo de 2017). Nación Huachicol: la cultura en torno al robo de combustible en Puebla. *Periódico Central*. <https://www.periodicentral.mx/2017/pagina-negra/huachicol/item/4661-nacion-huachicol-la-cultura-en-torno-al-robo-de-combustible-en-puebla>

Ministerio del Trabajo (2019) Estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST, Resolución Número 0312 de 2019, Colombia. https://safetya.co/nORMATIVIDAD/resolucion-0312-de-2019/#google_vignette

Mojtahedi, M., y Oo, B. L. (2016). Critical attributes for proactive engagement of stakeholders in disaster risk management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21, 35-43. <https://doi.org/doi:10.1016/j.ijdrr.2016.10.017>

Montes-Neri, G. (2023). Vulnerabilidad y Resistencias: Las mujeres en sus diversidades ante los riesgos urbano-ambientales en asentamientos informales en la periferia norte de Puebla, México. *Astrágalo. Cultura de la Arquitectura y de la Ciudad*, 1(33-34), 307-325. <https://dx.doi.org/10.12795/astragalo.2023.i33-34.16>

Ochoa-Ramírez, J. A., y Guzmán-Ramírez, A. (2020). La vulnerabilidad urbana y su caracterización socio-espacial. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 15(27). <https://doi.org/10.36677/legado.v15i27.13288>

Puebla Roja. (06 de abril de 2020). Detectan toma clandestina de gas entre las colonias México 83 y Nueva San Salvador. *Puebla Roja*. <https://pueblaroja.mx/detectan-toma-clandestina-de-gas-entre-las-colonias-mexico-83-y-nueva-san-salvador/>

Ruiz Rivera, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Investigaciones Geográficas*, 33(77), 63-74. <https://doi.org/10.14350/ig.31016>

Ruiz Rivera, N., y Magaña Rueda, V. (2020). *Marco Metodológico para Atlas de Riesgos orientados a la Planeación Metropolitana para la Gestión de Riesgos. Aplicación al Área Metropolitana de Guadalajara*. Instituto Metropolitan de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara. <https://publicaciones.geografia.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/196/177/1016>

Secretaría de Protección Civil y Gestión Integral de Riesgos. (2021). *Atlas de Peligros y Riesgos*. http://rmgr.proyectomesoamerica.org/AtlasMunPDF/2021/21114_PUEBLA_2021.pdf

Secretaría de Estado en el Despacho de Desarrollo Social [SEDESOL]. (1999). *Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Subsistema Servicios Urbanos*. <https://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/tomo6.pdf>

Xiu, C., Cheng, L., Song, W., y Wu, W. (2011). Vulnerability of large city and its implication in urban planning: A perspective of intra-urban structure. *Chinese Geographical Science*, 21, 204-210. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11769-011-0451-7>

Recibido: 13-11-2024
Aceptado: 31-12-2024

DESASTRE POSDESASTRE. POLÍTICAS UNIDIMENSIONALES SIN EVALUACIÓN POSTERIOR Y RECURRENCIA DE DESASTRES: EL CASO DE NONGUÉN, CHILE, COMO CASO CARACTERÍSTICO DE POLÍTICAS INEXACTAS

POST-DISASTER DISASTERS. ONE-DIMENSIONAL POLICIES WITHOUT POST-DISASTER ASSESSMENT AND RECURRENCE OF DISASTERS: THE CASE OF NONGUEN, CHILE, AS A CHARACTERISTIC CASE OF UNSOUND POLICIES

DENISSE SCHMIDT-GÓMEZ 2
IGNACIO BISBAL-GRANDAL 3
JAVIERA PAVEZ-ESTRADA 4

- 1 Beca proyecto ADAPTO, Adaptación al cambio climático en asentamientos/entornos informales. Proyecto financiado por el Centro Internacional de investigación para el desarrollo Latinoamericano y el Caribe. Apoyo perfeccionamiento UBB.
- 2 Magíster Hábitat Residencial y Magíster en Didáctica Proyectual
Candidata a Doctora en Arquitectura y Urbanismo,
Directora Escuela de Arquitectura, Académica, Departamento Ciencias de la Construcción,
Facultad de Arquitectura Construcción y Diseño, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile
<https://orcid.org/0009-0005-9172-8156>
dschmidt@ubiobio.cl
- 3 Doctor en Urbanismo
Director del Departamento Planificación y Desarrollo Urbano (DPDU),
Académico, Facultad de Arquitectura Construcción y Diseño
Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile
<https://orcid.org/0000-0002-8304-2040>
ibisbal@ubiobio.cl
- 4 Arquitecta
Candidata a Magister en Gestión y Desarrollo Habitacional.
Facultad de Arquitectura Construcción y Diseño
Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile
<https://orcid.org/0000-0002-1782-6314>
jpavez@ubiobio.cl

<https://doi.org/10.22320/07183607.2025.28.51.03>



El análisis multidimensional es una herramienta de política pública basada en la gobernanza que contempla múltiples variables de análisis y que constituye una respuesta muy eficaz frente al riesgo de desastre. Si bien existen diversos ejemplos en el ámbito internacional, no se ha desarrollado hasta la fecha en Chile una orientación de este tipo en la respuesta a desastres por parte de la administración. Estas políticas públicas para la gestión del riesgo de desastres en Chile, específicamente aquellas que se aplican en la etapa pos-desastre, se proyectan para fortalecer las institucionalidades y desarrollar programas y estrategias enfocadas al manejo de catástrofes, conformándose en acciones que aspiran a disminuir la vulnerabilidad y desarrollar procesos de recuperación de lugares. ¿Qué sabemos de los efectos de estas políticas en los territorios? Esta investigación analiza cómo la ausencia de instrumentos de evaluación de estos resultados impide conocer el desempeño y la efectividad de los planes aplicados. A partir de una evaluación multidimensional del barrio Nonguén, en la ciudad de Concepción, Chile, se caracteriza un ejemplo típico de políticas públicas mal orientadas que explican cómo las intervenciones desacertadas pueden agudizar los problemas existentes. Este barrio se ha conformado y desarrollado hasta la actualidad en una zona de riesgo de inundación, a pesar de que se era consciente de su condición gracias a registros que datan de 100 años antes de comenzar la urbanización. Se concluye que la respuesta pública, basada en intervenciones de enfoque unidireccional que no tomó en consideración los problemas de los habitantes, ha redundado en un proceso de aumento creciente de la vulnerabilidad frente al riesgo y una recurrencia de desastres dañinos. La evaluación pos-desastre bajo una perspectiva multidimensional del hábitat permitiría intervenir los territorios con proyectos que desaten procesos de desarrollo futuro.

Palabras clave: política territorial, asentamientos urbanos, desastres naturales, gestión urbana, reconstrucción.

Multidimensional analysis is a governance-based public policy tool that considers multiple analysis variables to respond to disaster risks effectively. Although there are several examples in the international arena, no such guidance has been developed in Chile for the administration's disaster response. Existing public policies for disaster risk management in Chile, specifically those applied in the post-disaster stage, are designed to strengthen institutionality and develop programs and strategies focused on catastrophe management, shaping actions that aim to reduce vulnerability and handle recovery processes. What do we know about the effects of these policies in the regions? This research analyzes how the absence of instruments to assess these results prevents understanding the performance and effectiveness of the plans applied. Based on a multidimensional evaluation of the Nonguén neighborhood in Concepción, Chile, a typical example of misguided public policies is characterized, explaining how ill-advised interventions can exacerbate existing problems. This neighborhood continues to grow and develop in a flood risk zone, albeit aware of this condition, thanks to records dating back 100 years before urbanization began. It is concluded that the public response, based on unidirectional approach interventions that disregarded the inhabitants' problems, has increased vulnerability to risk and a recurrence of damaging disasters. A post-disaster assessment using a multidimensional perspective of the habitat would allow intervening areas with projects that give rise to future development processes.

Keywords: territorial policy, urban settlements, natural disasters, urban management, reconstruction.

I. INTRODUCCIÓN

La gestión del riesgo de desastres ha evolucionado hacia un enfoque multidimensional que integra factores territoriales, sociales, económicos, ambientales y políticos. Esta perspectiva sostiene que los desastres no son meros eventos naturales, sino manifestaciones de vulnerabilidades acumuladas en las comunidades a lo largo del tiempo (Sandoval-Díaz, 2020). Organismos internacionales como la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNDRR], ha promovido este cambio mediante marcos como el de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015-2030 (UNDRR, 2015), que fomenta estrategias integrales desde la planificación urbana hasta la participación activa de las comunidades.

En Chile, aunque se han establecido organismos e instrumentos como la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior [ONEMI] y la Ley de Protección Civil, la gestión del riesgo sigue enfrentándose a importantes contradicciones. Autores como Tapia (2015) y Balboa, Carrasco y Valenzuela (2019) critican la falta de adaptación de las políticas a las realidades locales, en que destacan la persistencia de enfoques tradicionales que priorizan intervenciones reactivas, centradas principalmente en la infraestructura. Este enfoque tiende a ignorar elementos clave, como la consulta a las comunidades afectadas y la incorporación de dimensiones sociales y culturales en las estrategias.

La teoría de los desastres como fenómenos socio-naturales, planteada por Larenas Salas (2016) y Molinari, Menoni y Ballio, (2017), subraya la importancia de diseñar intervenciones que consideren las particularidades de cada territorio y comunidad. No obstante, en la práctica, existen políticas públicas chilenas que siguen limitadas por una visión sectorial que perpetúa la vulnerabilidad de los territorios afectados. Este contexto lleva a cuestionar cómo las políticas públicas responden efectivamente a las necesidades locales, especialmente en áreas donde las dinámicas históricas y ambientales demandan enfoques más holísticos.

En este marco, esta investigación propone renovar el enfoque de las Políticas Públicas de Gestión del Riesgo, que integra dimensiones del hábitat residencial que hasta ahora han sido desatendidas en la planificación y ejecución de proyectos. Incorporar estos elementos permitiría optimizar la gestión territorial y fortalecer la capacidad de las comunidades para prevenir y mitigar los efectos de los desastres socio-naturales. Este enfoque busca desarrollar una perspectiva innovadora que conecte las intervenciones con una evaluación integral y multidimensional tras los desastres, que promueva soluciones sostenibles y ajustadas a las necesidades locales.

El Barrio Nonguén, en Concepción, es un caso emblemático de estas tensiones entre desarrollo urbano y gestión del riesgo. Este territorio ha enfrentado inundaciones recurrentes, agravadas por la presión inmobiliaria y el relleno de lechos

fluviales. El desarrollo urbano en esta zona ha desestimado, en gran medida, las condiciones climáticas e históricas, exacerbándose la vulnerabilidad de su comunidad. Analizar las dinámicas de Nonguén permite evidenciar cómo las políticas unidimensionales no sólo resultan ineficaces, sino que pueden ser contraproducentes.

El artículo busca profundizar la relación entre la gestión del riesgo y el contexto comunitario, en que se establece un instrumento de evaluación con un enfoque multidimensional orientado a reducir la vulnerabilidad.

Se estructura en torno a un marco teórico que subraya la necesidad de superar enfoques unidimensionales en la gestión del riesgo en Chile, que incorpora dimensiones sociales, culturales, políticas y económicas para reducir vulnerabilidades y fortalecer la resiliencia comunitaria ante desastres. Presenta un caso de estudio en el Valle Nonguén, un hotspot de biodiversidad en la región del Bío-Bío, afectado por inundaciones recurrentes agravadas por la expansión urbana. La metodología, basada en un enfoque de caso, combina métodos cuantitativos y cualitativos, dispuesto en fases: revisión teórica, recopilación de datos y formulación de una matriz multidimensional de evaluación posdesastre. Los resultados examinan las intervenciones realizadas en el Valle Nonguén, en que se analizan los efectos y la interacción entre las dimensiones del hábitat residencial. Las conclusiones confirman que la vulnerabilidad ante desastres está determinada por factores socioeconómicos y enfatizan la necesidad de una planificación urbana integral que reduzca riesgos y fomente la resiliencia comunitaria.

II. MARCO TEÓRICO

Gestión del riesgo de desastres en Chile: un enfoque multidimensional frente a intervenciones unidimensionales.

Chile, como país altamente expuesto a riesgos naturales, ha reconocido la necesidad de desarrollar estrategias que aborden el impacto de estos eventos, intensificados por el cambio climático. En este contexto, el país ha implementado planes como el Plan Nacional de Protección Civil [PNPC] de 2002 y la Política Nacional para la Reducción de Riesgos. Plan Estratégico 2020-2030 (ONEMI, 2020), ambos coordinados por la ONEMI. El PNPC organiza su respuesta en cuatro fases: preparación y mitigación, asistencia y contención, restablecimiento de servicios básicos y reconstrucción, aunque estas etapas suelen priorizar enfoques unidimensionales, enfocados mayoritariamente en la infraestructura urbana (Rinaldi y Bergamini, 2020).

El Plan Estratégico Nacional busca avanzar hacia un enfoque más amplio, en el que se incorporan variables multidimensionales que incluyan aspectos sociales, culturales y ambientales. Sin embargo, las ciudades han priorizado medidas como

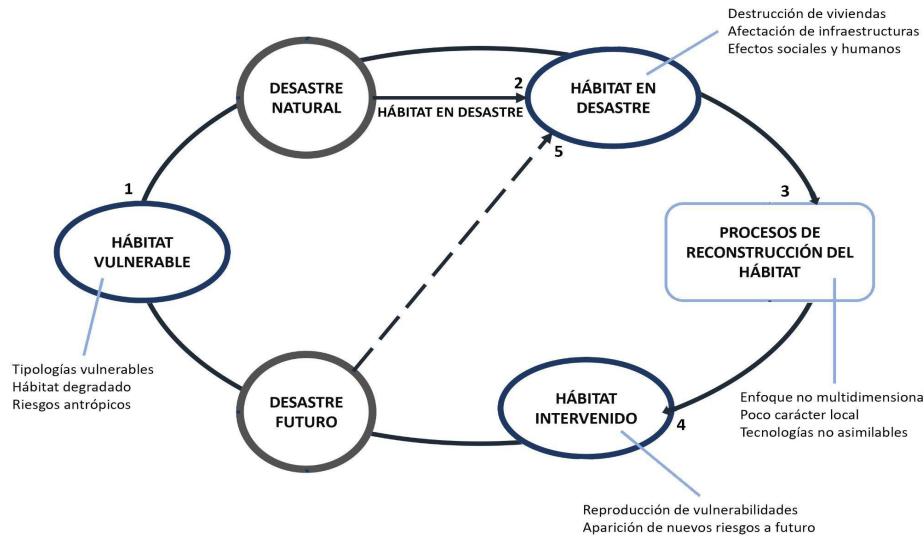


Figura 1. Ciclo de reproducción del Riesgo de la reconstrucción posdesastre de la vivienda y el hábitat. Fuente: Elaboración propia de los autores con datos de Olivera y González, 2010.

encauzamientos y defensas contra inundaciones, que, aunque efectivas frente a eventos de menor magnitud, presentan limitaciones significativas ante desastres mayores (González, 2017). En este sentido, la resiliencia sistémica debe reemplazar la visión tradicional de resistencia centrada en componentes específicos, que promueven una gestión que integre tanto las dinámicas humanas como los fenómenos naturales (Larenas Salas, 2016).

Los desastres afectan más allá del entorno físico, ya que generan cambios profundos en las dinámicas sociales y culturales de las comunidades. Las políticas unidimensionales tienden a ignorar aspectos clave como la participación ciudadana y las tradiciones locales, lo que genera soluciones incompletas y perpetúa la vulnerabilidad en los territorios afectados (Gordillo Bedoya, 2006; Fontana y Conrero, 2023).

Las condiciones socioeconómicas y ambientales no sólo intensifican los efectos de los fenómenos naturales, sino que también reflejan inequidades estructurales y políticas que amplifican la vulnerabilidad de las comunidades (Mileti, 1999; Quarantelli, 1998; Gaillard, 2007). Estas deficiencias subrayan la importancia de una gestión que trascienda lo unidimensional y contemple la complejidad del riesgo como un fenómeno socio-natural.

Un aspecto crítico en la gestión del riesgo es la evaluación post-intervención, que permite medir el impacto de las políticas aplicadas y la efectividad de las estrategias en la recuperación de las comunidades. Esta evaluación debe abordar múltiples dimensiones, como la infraestructura, la cohesión social, la capacidad institucional

y la sostenibilidad ambiental (Canese de Estigarribia et al., 2022). Por su parte, ignorar estas dimensiones complementarias puede resultar contraproducente, ya que perpetúa las vulnerabilidades preexistentes (Berke, Kartez y Wenger, 1993).

Las estrategias de reconstrucción centradas únicamente en lo físico pueden contribuir a perpetuar condiciones de vulnerabilidad en las comunidades, un fenómeno conceptualizado como el "Ciclo de Reproducción del Riesgo" (Olivera y González, 2010). En este sentido, es fundamental considerar a las personas como agentes activos en los procesos de recuperación, ya que muchas intervenciones han fracasado precisamente por ignorar dimensiones sociales y culturales (Rashed y Weeks, 2003; Guha-Sapir et al., 2010).

Este estudio propone un enfoque renovado para las Políticas Públicas de Gestión del Riesgo, que integra dimensiones del hábitat residencial que han sido tradicionalmente desatendidas en los diseños y ejecuciones de planes y proyectos. Este planteamiento busca superar las limitaciones de las estrategias unidimensionales, que promueven una óptica multidimensional que conecte las intervenciones realizadas con evaluaciones integrales tras el desastre. De esta manera, se pretende no sólo mejorar la gestión territorial, sino también fomentar soluciones sostenibles y contextualizadas que reduzcan las vulnerabilidades estructurales y fortalezcan la resiliencia comunitaria.

III. ESTUDIO DE CASO

El Valle Nonguén, ubicado en la región del Bío-Bío en Concepción, representa un caso emblemático en la gestión del riesgo de desastres en Chile. Con 44 km², esta cuenca pertenece a los

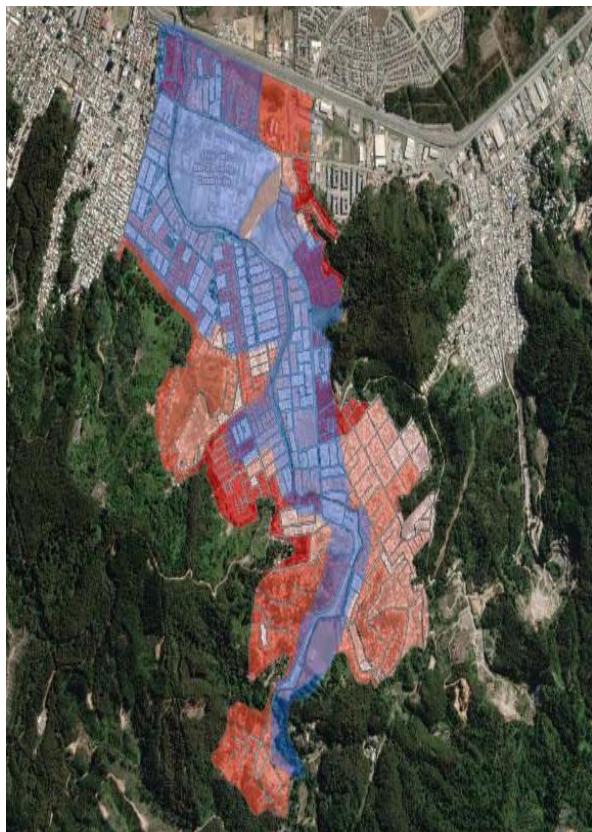


Figura 2. Planimetría población expuesta a inundación por lluvia.
Fuente: elaboración propia de los autores, GIS con datos del Censo 2017 y plano de anegamiento 2016 Sernageomin, Servicio nacional de geografía y minería de Chile.

"Chilean Winter Rainfall-Valdivian Forests", uno de los 34 hotspot de biodiversidad mundial, destacándose por su alta diversidad biológica y endemismo. A lo largo de su historia, el valle ha sufrido inundaciones recurrentes, con registros desde 1890, lo que ha afectado la infraestructura, la vida social y económica de sus habitantes.

Los primeros asentamientos se formaron durante la reforma agraria en la década de los 60, en que se aprovechó la disponibilidad de terrenos fértiles y accesibles junto al río Nonguén. Este sector ubicado a 5 kms de la ciudad, no sólo cubría necesidades alimentarias y habitacionales para la ciudad de Concepción, ubicada tras el terremoto del año 1960, sino que también continuó desarrollándose pese a los riesgos. La recuperación de la ciudad impulsó un modelo económico basado en la inversión estatal y el crecimiento industrial, lo que aceleró el proceso de metropolización en la región (León Aravena, Saravia Cortés y Bisbal, 2018).

A lo largo de los años, el proceso de antropización y el incremento demográfico en el barrio alteraron significativamente el entorno



Figura 3. Línea de tiempo del proceso de antropización e inundaciones en el valle Nonguén. Fuente: Elaboración propia de los autores.

natural. Las inundaciones, agravadas por la expansión inmobiliaria que ha conducido al relleno de lechos fluviales, incrementándose el riesgo de exposición a fenómenos naturales. Rojas et al. (2014) señalan que factores como la geomorfología, el clima y la intervención humana han sido detonantes de estas inundaciones, lo que hace del Valle Nonguén un caso de estudio relevante y extrapolable a otros contextos, como muestra la siguiente cartografía.

Actualmente, el sector alberga a unos 14,000 habitantes, organizados en 9 juntas de vecinos y 54 organizaciones sociales que gestionan activamente las necesidades de la comunidad. (Burdiles et al., 2023) Las intervenciones para mitigar las inundaciones, sin embargo, han sido dispares: mientras algunas iniciativas comunitarias abordan microzonas, proyectos públicos de mayor escala, como la canalización del río Nonguén en el año 2009, afectaron a toda el área sin la consulta adecuada a los habitantes. Estas soluciones se han mostrado parciales y desarticuladas, reflejándose una desconexión con los problemas locales.

La línea de tiempo de la antropización y las inundaciones en el Valle Nonguén, figura 3, revela una historia marcada por la transformación del entorno natural y la vulnerabilidad inherente de la población. A pesar de las inundaciones históricas, el barrio ha seguido conformándose, lo que destaca la necesidad de adoptar enfoques integrales y multidimensionales en la gestión del riesgo. Estos enfoques deben considerar las particularidades del contexto local y promover la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones. Sólo así se podrán desarrollar soluciones efectivas y sostenibles que mitiguen el riesgo de desastres en el futuro.

IV. METODOLOGÍA

El estudio adopta un enfoque de estudio de caso, en que se utilizan métodos cuantitativos y cualitativos para establecer extrapolaciones entre el caso de estudio y las Políticas Públicas de Gestión de Riesgo de Desastres [PGRD] en Chile. Dada la naturaleza multidimensional del tema, se plantea en las siguientes fases:

Fase 1: Marco Teórico. Aborda el funcionamiento de las políticas públicas de gestión de riesgo en Chile, y el análisis multidimensional como herramienta para evaluar las acciones en territorios post desastres (Villacreses Viteri, 2024). La revisión de literatura científica nacional e internacional entre los años 1990-2024 relevante permitirá establecer un contexto teórico que justifique el trabajo y sentará las bases para el análisis posterior.

Fase 2: Basada en la pregunta de investigación sobre los efectos de las intervenciones posdesastre en el hábitat residencial, se lleva a cabo un levantamiento de acciones y programas en el caso de estudio de Nonguén. Esta etapa implica la caracterización y evaluación de las intervenciones posdesastre para reconocer el objetivo de cada acción y analizar cómo estas respuestas se relacionan con la problemática que buscan abordar y con otras dimensiones del hábitat. Se realiza un levantamiento de datos cuantitativos y cualitativos de las intervenciones que utilizan cuatro fuentes de información: (1) documentos; (2) agentes privados y públicos en el territorio; (3) habitantes, a través de juntas de vecinos y entrevistas; y (4) observación especializada. Se analiza la situación anterior al año 2006, año de la mayor inundación histórica, se utilizaron los datos del Censo de 2002 en contraste con datos posteriores al 2006 con datos del Censo

del año 2017, así como información recolectada hasta el 2021. La tabla 1 lista las intervenciones posdesastre, indican si han sido evaluadas o no y las categoriza por tipo de evaluación.

Fase 2: Formulación de una Matriz de Evaluación postdesastre. Se seleccionan 32 indicadores en una matriz que contempla las dimensiones del hábitat e incorpora variables innovadoras, relevantes para el caso y extrapolables a otros contextos. Se adoptará la definición de Hábitat Residencial del Instituto de la Vivienda de la Universidad de Chile [INV], estructurada en tres dimensiones: 1) Dimensión Físico-Espacial; 2) Dimensión Socio-Cultural; y 3) Dimensión Política-Económica.

La tabla 2 muestra los resultados de una evaluación propia del caso típico.

Fase 3: Análisis de Efectos de la Administración Pública postdesastre: Se discutirá el impacto de la administración pública en la vulnerabilidad desde una perspectiva multidimensional.

V. RESULTADOS

A partir de esta fase, se elabora un registro, tabla 1, que revela tres aspectos clave: (1) se identifica una tendencia de las intervenciones hacia la dimensión Físico- Espacial, con un énfasis particular en el mejoramiento de la infraestructura, las obras fluviales y el ordenamiento territorial, las que se basan en resoluciones técnicas dirigidas a mejorar las estructuras urbanas básicas. Este hallazgo refuerza la hipótesis que las intervenciones posdesastre tienden a ser unidireccionales. (2) el levantamiento indica que un 60% de los proyectos analizados no cuenta con una evaluación posterior; (3) de éstos, sólo tres han sido evaluados por instituciones estatales, cuatro por organizaciones ciudadanas y cinco se registran en investigaciones científicas.

Para evaluar las intervenciones y los indicadores en este caso, y que además sean extrapolables, se diseñó una matriz de evaluación multidimensional. Esta herramienta se utiliza para medir los efectos de las Políticas Públicas de Gestión de Riesgos de Desastres en la vulnerabilidad del territorio en la etapa posdesastre. El objetivo de la matriz es comparar la situación del territorio antes del desastre principal (en este caso, la inundación del año 2006) con su estado actual (hasta el período de 2021) para determinar cómo han influido las políticas públicas en las condiciones de vulnerabilidad. La tabla 2 presenta los resultados derivados de la matriz de evaluación propia aplicada al caso de estudio. Clasifica los indicadores por dimensión del hábitat, se determinan los datos pre y posdesastre con una valorización positiva o negativa de acuerdo al indicador, se confirma que un 69% de los indicadores son evaluados con evolución negativa, 22% evolución positiva y un 9% se mantienen en la misma situación. Asimismo, se observa en la columna "dimensiones afectadas" que estas intervenciones, de origen predominantemente territorial, tienen efectos en

	INTERVENCIONES	Enfoque según dimensiones del hábitat	EVALUACIONES	
			SI/NO	Agente Evaluador
1	Relleno de humedales para urbanizar	Físico-Espacial	NO	
2	Intervenciones de borde río	Físico-Espacial	SI	Investigación
3	Obras fluviales	Físico-Espacial	SI	Estatal
4	Déficit Habitacional	Político-Económico	NO	
5	Emplazamiento equipamientos comunitarios	Físico-Espacial	NO	
6	Longitud de las vías principales - seguridad	Físico-Espacial	SI	Estatal
7	Pérdida de paisaje natural	Físico-Espacial	SI	Ciudadana
8	Población expuesta a inundaciones	Socio-Cultural	NO	
9	Urbanización en zonas rurales	Físico-Espacial	SI	Ciudadana
10	Viviendas vulnerables	Físico-Espacial	SI	Investigación
11	Cambios de usos de suelo y cobertura vegetal	Físico-Espacial	SI	Investigación
12	Peligrosidad geográfica	Físico-Espacial	SI	Investigación
13	Riesgos Incendios	Físico-Espacial	SI	Investigación
14	Aguas lluvias	Físico-Espacial	NO	
15	Pavimentación	Físico-Espacial	NO	
16	Pobreza	Socio-Cultural	NO	
17	Acceso a Urgencias médicas	Físico-Espacial	NO	
18	Acceso a Carabineros	Físico-Espacial	SI	Estatal
19	Acceso a Bomberos	Físico-Espacial	NO	
20	Gestión de residuos	Político-Económico	NO	
21	Personas afectadas por desastres	Socio-Cultural	NO	
22	Empleo	Socio-Cultural	NO	
23	Gobernanza	Político-Económico	SI	Ciudadana
24	Participación comunitaria	Político-Económico	SI	Ciudadana
25	Planificación con reducción de riesgos	Físico-Espacial	NO	
26	Instrumentos de planificación	Físico-Espacial	NO	
27	Cooperación	Político-Económico	NO	

Tabla 1. Registro de intervenciones y evaluaciones posteriores a la inundación 2006. Fuente: Elaboración propia de los autores.

DIMENSIÓN	INDICADOR	RESULTADOS Y EVALUACIÓN						
		EVALUACION PROPIA			DIMENSIONES AFECTADAS			
		DATOS PREDESASTRE	DATOS POSDESASTRE	VALORACION - NEGATIVA + POSITIVA = SIN CAMBIOS	DIMENSIÓN FÍSICO ESPACIAL	DIMENSIÓN SOCIO CULTURAL	DIMENSIÓN POLÍTICO- ECONÓMICA	
DIMENSIÓN FÍSICO ESPACIAL	IFE 1	Porcentaje de Humedales	1,73%	0,52%	-	X	X	X
	IFE 2	Proporción del borde lacustre en concordancia con el paisaje natural del lugar.	92% Largo Total	92% Largo Total	=	X	X	X
	IFE 3	Requerimiento de viviendas nuevas	1078 UN	968 UN	-	X	X	X
	IFE 4	Superficie de Campamentos	2600 M2	no existen	+	X	X	X
	IFE 5	Porcentaje equipamiento localizados en zonas inundables.	92% en zona inundable	95% en zona inundable	-	X	X	X
	IFE 6	Porcentaje equipamiento localizado en zonas de aluviones o erosiones.	10% en zona riesgo remoción masa	15% en zona riesgo remoción masa	-	X	X	X
	IFE 7	Longitud de vías principales sobre la superficie del área urbana funcional.	Promedio vías 663 ML	Promedio vías 2263 ML	+	X	X	
	IFE 8	Porcentaje de superficie no construida (sitios eriazos)	3,27%	0,63%	-	X	X	
	IFE 9	Densidad poblacional	7.217 Hab/km2	8.899 Hab/km2	-	X	X	
	IFE 10	Porcentaje de pérdida de áreas naturales de valor ambiental y cultural, por urbanización.	0,035 Km2	0,255 Km2	-	X	X	X
	IFE 11	Porcentaje de población expuesta a inundación.	79,60%	85,30%	-	X	X	
	IFE 12	Cantidad de permisos de edificación en zona rural.	235	584	-	X		X
	IFE 13	Porcentaje de viviendas vulnerables.	ALTA en 3 de 4 condiciones		-	X	X	X
	IFE 14	Relación entre infraestructura y subdivisión predial.	541 km/235	618 km/584	-	X		X
	IFE 15	Relación entre uso de suelo y cobertura vegetal.	análisis varios datos.		-	X		X
	IFE 16	Condición de peligrosidad del territorio.	ALTA en todas las condiciones		-	X	X	
	IFE 17	Proporción de superficie con riesgo de incendio.	Sin registro	1,11 Km2 37,5% de Sup total.	-	X	X	
	IFE 18	Anegamientos de Terrenos.	Sin registro	96,64%	-	X		

DIMENSIÓN	INDICADOR	RESULTADOS Y EVALUACIÓN					
		EVALUACIÓN PROPIA			DIMENSIONES AFECTADAS		
		DATOS PREDESASTRE	DATOS POSDESASTRE	VALORACION - NEGATIVA + POSITIVA = SIN CAMBIOS	DIMENSIÓN FÍSICO ESPACIAL	DIMENSIÓN SOCIO CULTURAL	DIMENSIÓN POLÍTICO- ECONÓMICA
DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL	ISC 1	Porcentaje de personas en situación de pobreza.	13,18 %%	42,51%	-	X	
	ISC 2	Distancia a servicios de urgencia.	4,8 km promedio	4,8 km promedio	=	X	X
	ISC 3	Número de Micro basurales por superficie urbana.	5	7	-	X	X
	ISC 4	Distancia a cuarteles de carabineros.	5,5 KM promedio aprox.	850 M promedio aprox.	+	X	
	ISC 5	Distancia a cuarteles de bomberos.	1,7 KM promedio	1,7 KM promedio	=	X	
	ISC 6	Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas, atribuido a desastres.	18.141 pp	22.785 pp	-	X	X
	ISC 7	Exposición de la población.	ALTA en todas las condiciones		-	X	X
DIMENSIÓN POLÍTICA ECONOMICA	IPE 1	Tasa de Desempleo	3,63%	4,34%	-		X
	IPE 2	Número de organizaciones territoriales y comunitarias vigentes y participantes.	65	48	-	X	X
	IPE 3	Número de agrupaciones no gubernamentales que participan en procesos de diseño y aprobación de proyectos para espacios públicos.	Sin registros	15	+	X	X
	IPE 4	Existencia de estudios comunales que establecen áreas de riesgo y definen restricciones de uso y edificación, para reducción de riesgo de desastres.	SI	SI	+	X	X
	IPE 5	Existencia de instrumentos de Planificación territorial Comunal.	SI	SI	+	X	X
	IPE 6	Cobertura y vigencia de instrumentos de planificación territorial.	30 años	30 años. c/10 años aprox.	+		X
	IPE 7	Existencia de organizaciones de cooperación en el Territorio	2	sin registro	-		X

Tabla 2. Tabla resultados Matriz de Evaluación multidimensional. Fuente: Elaboración propia de los autores.

otras dimensiones del hábitat, como las dimensiones socio-cultural y político-económica. Esto apoya la idea que las evaluaciones posdesastre deben abordarse considerándose una perspectiva multidimensional.

En la dimensión físico-espacial el indicador más llamativo es el porcentaje de humedales, la urbanización en el Valle Nonguén ha tenido un impacto significativo en los ecosistemas locales, especialmente en los humedales, cuya superficie disminuyó del 1,73% en el año 2002 al 0,52% en el año 2015. Esta pérdida ha comprometido la capacidad de percolación del suelo, que incrementa el riesgo de inundaciones y anegamientos. La canalización inadecuada del río y la construcción de viviendas en terrenos pantanosos han expuesto a las familias a riesgos mayores, evidenciándose deficiencias en la planificación territorial. Además, el 95% de los equipamientos comunitarios se encuentran en áreas inundables y el 15% está en riesgo de remoción en masa. Entre los años 2002 y 2017, la densidad poblacional aumentó un 15%, lo que alcanzó 8,9 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que incrementó la exposición a desastres naturales. La expansión de la infraestructura vial, creció de 541,9 km a 618,4 km, y el aumento de edificaciones rurales, que pasaron de 548 en 2006 a 1,204 en 2021, reflejan deficiencias en la planificación urbana.

Otro factor importante en esta dimensión es que la mayoría de los indicadores afectan a la dimensión socio-cultural, el 92% de la población cercana al río vive en zonas de riesgo, lo que evidencia las condiciones de vulnerabilidad de la comunidad. Existe un déficit habitacional del 10,3%, que requiere la construcción de 1,078 nuevas viviendas, mientras que el incremento de viviendas en condiciones irrecuperables se debe a la exposición prolongada a inundaciones. Además, la existencia de campamentos demuestra la organización comunitaria en busca de soluciones habitacionales, aunque la ubicación de equipamientos críticos en zonas propensas a desastres genera desconfianza entre los residentes.

Igualmente afecta a la dimensión político-económica, las actividades económicas locales, como la extracción de áridos y la producción de ladrillos, han intensificado la erosión del suelo y aumentado la vulnerabilidad del entorno. El plan regulador comunal, aunque establece normativas para la urbanización, carece de requisitos para evaluar el impacto ambiental de estas actividades. Esto resalta la necesidad de una gestión territorial integral que aborde los desafíos del territorio de forma colaborativa y adaptativa, que promueve el desarrollo sostenible y mejora la calidad de vida en el Valle Nonguén.

VI. DISCUSIONES

El análisis de las tres dimensiones principales, físico-espacial, socio-cultural, y político-económica revela interacciones complejas que afectan directamente el desarrollo y la vulnerabilidad de la comunidad. Cada una de estas dimensiones, interrelacionadas, condiciona el bienestar de la población y su capacidad de enfrentar desafíos sociales, económicos y ambientales.

En la dimensión físico-espacial, las intervenciones en el borde y los rellenos por urbanización son aspectos críticos que alteran significativamente el entorno natural y aumentan los riesgos asociados a desastres. La reducción del porcentaje de humedales, ha disminuido del 1,73% al 0,52%, según los datos del censo de los años 2002 y 2017, y que afecta negativamente las capacidades de percolación del terreno, lo que incrementa el riesgo de inundaciones y anegamientos. Esta pérdida de humedales reduce la capacidad de absorción del suelo, lo que amplifica la escorrentía superficial y, en consecuencia, la vulnerabilidad a inundaciones. Además, la canalización insuficiente de ríos y la construcción de viviendas en terrenos pantanosos exponen a las familias a riesgos mayores. La urbanización descontrolada ha modificado ecosistemas, intensificado la erosión y sedimentación, y generado una escasa planificación urbana, que afecta el paisaje natural y la biodiversidad. Esta evaluación apoya la idea que en las etapas posdesastres se suelen priorizar enfoques unidimensionales enfocados mayoritariamente en la infraestructura urbana (Rinaldi y Bergamini, 2020).

En la dimensión socio-cultural, el 13,18% de la población vive en situación de pobreza, un problema estructural que se entrelaza con otros factores sociales y económicos. Esta alta tasa de pobreza tiene un impacto profundo en el acceso a servicios esenciales como salud, educación y seguridad, que limita las oportunidades de desarrollo individual y colectivo. La pobreza también refuerza la vulnerabilidad de los habitantes ante desastres naturales y condiciones ambientales adversas. Por ejemplo, un 85,30% de la población se encuentra expuesta a inundaciones, lo que agrava los riesgos para la vida humana como para la infraestructura local. Esta exposición está vinculada a la densidad poblacional, ya que más de 200 habitantes por manzana ocupan áreas de alto riesgo, lo que muestra la insuficiencia de la planificación urbana para mitigar estos peligros. Además, la distancia promedio de 4,8 km a los servicios de urgencia dificulta el acceso rápido a la atención médica, especialmente en situaciones críticas, que refleja una falta de inversión en infraestructura sanitaria adecuada. Esta realidad se manifiesta en un elevado número de núcleos familiares hacinados y hogares allegados, donde 81 familias viven en condiciones de hacinamiento y 708 hogares se encuentran en situaciones vulnerables, lo que evidencia las difíciles condiciones de vida. Bajo el enfoque del fenómeno conceptualizado como "Ciclo de Reproducción del Riesgo" es fundamental considerar a las personas como agentes activos de la recuperación (Olivera y González, 2010).

En la dimensión político-económica, se pone de manifiesto la insuficiencia de recursos y la ausencia de una legislación adecuada que garantice una distribución equitativa de los servicios. Aunque se ha mejorado el acceso a servicios de seguridad, la ubicación de las nuevas tenencias de Carabineros en zonas inundables compromete su operatividad, lo que

resalta la necesidad de una planificación espacial más estratégica. La falta de legislación adecuada y de inversión pública en infraestructura crítica, como servicios de agua y gestión de residuos, indica una debilidad en la gobernanza local. La existencia de 21 proyectos de evacuación de aguas lluvias, de los que 16 han sido construidos, es un avance, pero la falta de planificación integrada y supervisión adecuada limita su efectividad. La falta de responsabilidad pública en el mantenimiento de estas obras, junto con una escasa participación comunitaria en la toma de decisiones subraya la necesidad de políticas más inclusivas y sostenibles. En este sentido, la resiliencia sistemática debe reemplazar la visión tradicional de resistencia centrada en componentes específicos, que promueven una gestión que integre tanto las dinámicas humanas como los fenómenos naturales (Larenas Salas, 2016).

En resumen, las tres dimensiones analizadas están profundamente interrelacionadas y muestran cómo los problemas en una dimensión afectan a las otras. Las intervenciones en el borde y los problemas de urbanización en la dimensión físico-espacial generan vulnerabilidades que se ven agravadas por la pobreza y la falta de acceso a servicios básicos en la dimensión socio-cultural, así como por la insuficiente planificación y recursos en la dimensión político-económica. Para mejorar la calidad de vida y reducir la vulnerabilidad de la comunidad, es necesario un enfoque integral que aborde de manera coordinada estos desafíos, que promueva un desarrollo urbano sostenible que considere las necesidades sociales y las condiciones ambientales del territorio. La implementación de políticas públicas que integren estas dimensiones permitirá fomentar un entorno más seguro y equitativo para todos los habitantes.

VII. CONCLUSIONES

La hipótesis de que una intervención integral en las dimensiones analizadas podría reducir la vulnerabilidad del hábitat se verifica parcialmente. Mientras que el análisis muestra que las interacciones entre las dimensiones son complejas y afectan directamente el bienestar de la población, también se identifican limitaciones. Por ejemplo, la infraestructura sanitaria y de evacuación de aguas lluvias ha mejorado, pero persisten deficiencias significativas que limitan la efectividad de estas intervenciones. La falta de planificación y supervisión adecuada se destaca como una limitante en el proceso de mejora, lo que puede comprometer la sostenibilidad de los avances logrados.

Adicionalmente, no se abordaron en profundidad algunos aspectos como la salud mental de la población posdesastre, un tema crítico que merece ser investigado. Este enfoque podría haber ofrecido una visión más holística de la vulnerabilidad en el Valle Nonguén, dado que las consecuencias psicológicas de vivir en un entorno de riesgo pueden tener un impacto duradero en la calidad de vida.

La generalización de los hallazgos del caso de estudio de Valle Nonguén presenta desafíos. Si bien los problemas identificados pueden ser representativos de otros contextos urbanos en Chile y América Latina, las particularidades socio-culturales, económicas y ambientales de cada región deben ser consideradas. Los factores que contribuyen a la vulnerabilidad son a menudo contextuales y específicos, lo que implica que las soluciones deben adaptarse a las circunstancias locales.

Sin embargo, el análisis ofrece lecciones valiosas que podrían aplicarse a otros contextos similares. Por ejemplo, la interrelación entre las dimensiones y su influencia en la vulnerabilidad pueden servir como un marco conceptual para evaluar otros hábitats urbanos posdesastre. La evidencia que la pobreza y la falta de acceso a servicios son factores críticos que agravan la vulnerabilidad podría generalizarse, siempre y cuando se tomen en cuenta las particularidades del contexto específico.

En conclusión, el estudio del Valle Nonguén pone de manifiesto la necesidad de un enfoque multidimensional para abordar la vulnerabilidad en hábitats posdesastre. La interacción entre las dimensiones físico-espacial, socio-cultural y político-económica resalta la importancia de una planificación urbana integral que considere las realidades locales y promueva la participación comunitaria. A pesar de las limitaciones y la dificultad para generalizar los resultados, las conclusiones extraídas proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y la formulación de políticas que busquen mejorar la calidad de vida y la seguridad de las comunidades en contextos similares.

Los resultados del análisis de las dimensiones físico-espacial, socio-cultural y político-económica en el Valle Nonguén corroboran y enriquecen los conceptos presentados en el marco teórico. La literatura sobre vulnerabilidad y resiliencia urbana sostiene que los desastres naturales no sólo son fenómenos ambientales, sino que están profundamente influenciados por factores sociales y económicos. Esto se manifiesta en el contexto del Valle Nonguén, donde el 13,18% de la población vive en condiciones de pobreza y un alarmante 85,30% está expuesto a inundaciones, según los datos proporcionados por los censos realizados en los años 2002 y 2017. Estos datos reflejan la vulnerabilidad inherente a la estructura socioeconómica de la comunidad, alineándose con teorías que argumentan que la pobreza y la desigualdad son amplificadores de riesgo ante desastres. Además, el marco teórico enfatiza la necesidad de una planificación urbana integral para mitigar riesgos. Este enfoque se ve reforzado por los resultados que indican que las intervenciones en el borde y los rellenos por urbanización han exacerbado la vulnerabilidad física de la zona. La falta de infraestructura adecuada para el drenaje y la urbanización descontrolada son coherentes con estudios que destacan cómo las decisiones de desarrollo urbano pueden incrementar la exposición a desastres.

VIII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CREDIT:

Conceptualización, D.S., I.B.; Curación de datos, D.S., I.B.; Análisis formal, D.S., J. P.; Adquisición de financiación, D.S.; Investigación, D.S., I.B.; Metodología, D.S., I.B.; Administración de proyecto, D.S.; Recursos, D.S.; Software, D.S.; Supervisión, I.B.; Validación, D.S., I.B.; Visualización, D.S., J. P.; Escritura – borrador original, D.S., I.B.; Escritura – revisión y edición, D.S., I.B.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balboa, V., Carrasco, C., y Valenzuela, K. (2019). *Vulnerabilidades territoriales: Análisis de las respuestas de las mujeres en situaciones de desastres relacionadas con el clima y el agua en el sector de Nonguén de la ciudad de Concepción* [Tesis de Licenciado en Arquitectura]. Universidad del Bío-Bío.
- Berke, P. R., Kartz, J., y Wenger, D. (1993). Recovery after Disaster: Achieving Sustainable Development, Mitigation and Equity. *Disasters*, 17(2), 93-109. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.1993.tb01137.x>
- Burdiles, R., Saavedra, J., Carrasco-Rubio, C., y Valenzuela-Contreras, K. (2023). Gobernanza local de Riesgo, desastres en áreas metropolitanas. Caso del Valle Nonguén, Concepción, Chile. Letras Verdes. *Revista Latinoamericana De Estudios Socioambientales*, (33), 7-25. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.33.2023.5450>
- Canese de Estigarribia, M. I., Vuyk Espínola, C. M., González Chamorro, R., Britez Acuña, A. A., Lezcano Villagra, J. C. y Prieto Granada, V. L. (2022). Dimensiones y desafíos de la participación ciudadana en la gestión de riesgo de desastres en Asunción, Área Metropolitana y Bajo Chaco, Paraguay. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 6(1), 112-123. <https://doi.org/10.55467/reder.v6i1.87>
- Fontana, S. E. y Conrero, S. (2023). Políticas y prácticas para la gestión del riesgo de desastres en gobiernos locales argentinos: análisis colaborativo entre actores académicos y gubernamentales. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(1), 6-20. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i1.104>
- Gaillard, J.-C. (2007). Resilience of traditional societies in facing natural hazards. *Disaster Prevention And Management*, 16(4), 522-544. <https://doi.org/10.1108/09653560710817011>
- Gonzalez Gonzalez, L. E. (2017). Gestión Territorial post 27-F en Chile: Implicancias sobre el Hábitat Residencial. *Bitácora Urbano Territorial*, 27(2), 109-116. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n2.48322>
- Gordillo Bedoya, F. (2006). *Hábitat transitorio y vivienda para emergencias por desastres en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Guha-Sapir, D., Vos, F., Below, R. y Ponserre, S. (2010). *Annual Disaster Statistical Review 2010: The numbers and trends*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) Université catholique de Louvain. https://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2010.pdf
- La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNDRR]. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf
- Larenas Salas, J. (2016) El desafío de la pertinencia sociocultural en la actuación del Estado ante desastres sconaturales en Fundación Vivida (Org.), *Reflexiones sobre la emergencia: territorio, vivienda e institucionalidad en contextos de desastres socioambientales* (42-55). Fundación Vivienda. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/141922>
- León Aravena, J. A., Saravia Cortés, F. A., y Bisbal, I. (2018). Desafíos para la gobernanza en espacios periurbanos metropolizados: el caso de Nonguén, en Concepción, Chile. *Revista Pensamiento y Acción Interdisciplinaria*, 4(2), 24-43. <https://doi.org/10.29035/pai.4.2.24>
- Mileti, D. (1999). *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States*. Joseph Henry Press. <https://doi.org/10.17226/5782>
- Molinari, D., Menoni, S., y Ballio, F. (Eds.). (2017). *Flood damage survey and Assessment: New insights from research and practice*. Wiley. <https://www.doi.org/10.1002/9781119217930>
- Olivera, A., y González, G. (2010). Enfoque multidimensional de la reconstrucción postdesastre de la vivienda social y el hábitat en países en vías de desarrollo: Estudios de casos en Cuba. *Revista de la Construcción*, 9(2), 53-62. <https://doi.org/10.4067/S0718-915x2010000200006>
- Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior [ONEMI]. (2020). *Política nacional para la reducción del riesgo de desastres. Plan estratégico nacional 2020-2030*. <https://emergenciaydesastres.mineduc.cl/wp-content/uploads/2021/04/POLITICA-NACIONALGESTION%CC%81N-REDUCCIO%CC%81N-DEL-RIESGO-DE-DESASTRES-2020-2030.pdf>
- Quarantelli, E. L. (1998). Disaster recovery: Research based observations on what it means, success and failure, those assisted and those assisting. *Disaster Research Center DRC, University of Delaware, Preliminary paper*, (26), 1-16. <http://cidbimena.bvs.hn/docum/crid/Abril2004/pdf/eng/doc11477/doc11477-contenido.pdf>
- Rashed, T. y Weeks, J. (2003). Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial multicriteria analysis of urban areas. *International Journal Of Geographical Information Science*, 17(6), 547-576. <https://doi.org/10.1080/1365881031000114071>
- Rinaldi, A. y Bergamini, K. (2020). Inclusión de aprendizajes en torno a la gestión de riesgos de desastres naturales en instrumentos de planificación territorial (2005 - 2015). *Revista de geografía Norte Grande*, (75), 103-130. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000100103>
- Rojas, O., Mardones, M., Arumí, J. L., y Aguayo, M. (2014). Una revisión de inundaciones fluviales en Chile, período 1574-2012: causas, recurrencia y efectos geográficos. *Revista de geografía Norte Grande*, (57), 177-192. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022014000100012>
- Sandoval-Díaz, J. (2020). Vulnerabilidad-resiliencia ante el proceso de riesgo-desastre: Un análisis desde la ecología política. *Polis (Santiago)*, 19(56), 214-239. <https://polis.ulagos.cl/index.php/polis/article/view/419/323>
- Tapia, R. (2015). *Terremoto 2010 en Chile y vivienda social: resultados y aprendizajes para recomendación de políticas públicas* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Institucional - Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/138531>
- Villacreses Viteri, C. G. (2024). *Análisis de la resiliencia territorial multidimensional frente al riesgo de desastres naturales en Manabí (Ecuador)* [Tesis Doctoral, Universidad de Alicante]. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante (RUA). <http://hdl.handle.net/10045/143596>

Recibido: 15-11-2024
Aceptado: 08-05-2025

¿DÓNDE ESTUDIAN LOS MÁS PEQUEÑOS? DESIGUALDAD ESPACIAL EN LA OFERTA DE EDUCACIÓN PREESCOLAR EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SANTIAGO, CHILE¹

WHERE DO THE LITTLE ONES STUDY? SPATIAL INEQUALITY IN PRESCHOOL EDUCATION PROVISION IN THE METROPOLITAN AREA OF SANTIAGO, CHILE

FRANCISCO VERGARA-PERUCICH ²

1 Artículo financiado por Fondo Interno PIR202427, Universidad de las Américas, 2024.

2 Doctor en Planificación del Desarrollo
Profesor Asociado,
Núcleo de Investigación Centro Producción del Espacio, Escuela de Arquitectura
Universidad de Las Américas, Santiago, Chile
<https://orcid.org/0000-0002-1930-4691>
jvergara@udla.cl



Este estudio examina la distribución de la oferta de educación preescolar en el Área Metropolitana de Santiago, evidenciando desigualdades en la relación entre la demanda infantil y la infraestructura educativa. Se utilizaron datos censales del año 2017 y registros del 2023, se aplicó un modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (GWR) para analizar variaciones locales. Las covariantes incluyen matrículas disponibles, valor del suelo y proporción de mujeres, reflejándose dinámicas urbanas y socioeconómicas. Los resultados muestran una correlación positiva entre matrículas y presencia de infantes, y una relación negativa con el valor del suelo, lo que indica menor acceso en áreas de alto costo. El análisis espacial detectó clústeres de sobreestimación y subestimación de la oferta educativa, en que destaca la necesidad de políticas focalizadas. El estudio propone ajustar la planificación urbana para garantizar un acceso equitativo a la educación preescolar, subrayándose la relevancia de enfoques espaciales en la evaluación de servicios públicos.

Palabras clave: desigualdad, Santiago, patrones, infancia

I. INTRODUCCIÓN

La educación inicial desempeña un papel crucial en la conformación del bienestar individual y colectivo, siendo ampliamente reconocida como una de las inversiones sociales más eficaces para reducir desigualdades estructurales desde las primeras etapas del desarrollo (Findlay, Findlay, y Stewart, 2009; Romanillos y García-Palomares, 2018). En Chile, el sistema de educación preescolar abarca desde los 0 hasta los 5 años y, aunque su cobertura ha aumentado en las últimas dos décadas, persisten importantes brechas de acceso y calidad, especialmente en los sectores urbanos periféricos (Alaníz Hernández, 2021; Muñoz-Oyarce, 2021; Rivera Flores y Orozco-Martínez, 2022). A pesar del impulso estatal por expandir la oferta a través de modalidades públicas y subvencionadas, la infraestructura destinada a la primera infancia continúa reproduciendo patrones históricos de segregación territorial, particularmente en el Área Metropolitana de Santiago, una ciudad marcada por una morfología urbana profundamente desigual (Catalán Catalán, 2024; Ramond, 2025).

Este estudio examina la distribución espacial de la infraestructura de educación preescolar en Santiago, indagándose en cómo su localización responde —o no— a la demanda real de las comunidades urbanas. Se utiliza un modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (GWR), que permite captar la variabilidad local en la relación entre la población infantil (0 a 5 años) y la disponibilidad de matrículas en jardines infantiles. Se incorporan variables como el valor del suelo —indicador de dinámicas inmobiliarias— y la proporción de mujeres —como proxy de cargas de cuidado y estructuras familiares—, a fin de evidenciar factores estructurales que inciden en la equidad del acceso. Los hallazgos de este enfoque investigativo contribuyen a la evidencia empírica aplicada en base a GWR de estudios similares en América Latina (Alonso-Pastor, Olaya Acosta y Calmet, 2024; Sassera, 2022).

Desde una perspectiva teórica, este trabajo se ancla en enfoques socioespaciales que entienden la educación como un derecho, y que articulan la teoría de la justicia espacial con modelos de accesibilidad territorial (Cabannes y Lipietz, 2018; Kofman y Lebas, 1996; Marcuse et al., 2009). La hipótesis central plantea que la planificación urbana, al no integrar de forma comprensiva los servicios educativos para la infancia, perpetúa condiciones de desigualdad que afectan el desarrollo de capacidades desde edades tempranas. Así, se aboga por una configuración territorial que coloque a la infancia en el centro de las decisiones en materia de planificación urbana.

II. MARCO TEÓRICO

La primera infancia ha sido central en las políticas de cuidado en Chile, donde diversas políticas públicas han intentado asegurar el acceso a una educación preescolar de calidad.

Distintos desafíos en esta materia continúan pendientes sobre los cuales los estudios urbanos pueden aportar miradas convergentes hacia soluciones empíricas y pertinentes. Una de las causas principales de preocupación es el ausentismo escolar, con niños que pierden el 14% de los días escolares en promedio (Arbour et al., 2023), situación que muchas veces se explica por dificultades de tipo urbano, especialmente referidas a la movilidad y cercanía. El nivel socioeconómico es relevante para lograr resultados educativos, que afecta más a los niños de bajos ingresos (Espinoza et al., 2020; Gelber et al., 2021; Moraga-Aros et al., 2022; Otero, Carranza, y Contreras, 2017). Esto no solo impacta en el rendimiento escolar, sino también en la salud. Por ejemplo, se ha asociado el cuidado en centros educativos con un menor índice de masa corporal en la primera infancia (Allel, Narea y Undurraga, 2020), algo sobre lo cual la accesibilidad también es un factor relevante desde una perspectiva urbanística (Perez-Silva et al., 2023). La distancia a las instalaciones preescolares afecta la asistencia, aunque menos que la edad del niño (Dussaillant, 2016). Esto está respaldado en la literatura internacional. El acceso a una educación temprana de calidad está asociado con un mejor rendimiento académico y resultados conductuales en el jardín infantil (Fantuzzo et al., 2005; Jimenez et al., 2016). La planificación urbana debe considerar la proximidad a los jardines infantiles, ya que esta impacta en crear ciudades más asequibles, teniendo efectos significativos sobre los precios de la vivienda y las decisiones de los padres (Bergantino et al., 2022; Bucaite-Vilke, 2021; Vergara-Perucich, Aguirre-Nuñez y Marmolejo-Duarte, 2023). La distribución óptima de estas instalaciones puede reducir significativamente los costos de viaje y mejorar la accesibilidad (Ullauri-Ugalde et al., 2024; Xu et al., 2020). Los entornos urbanos con bibliotecas y centros de cuidado infantil influyen positivamente en el desarrollo temprano, particularmente en los dominios socioemocionales y de alfabetización (Prado-Galbarro et al., 2021). Diseñar ciudades que reduzcan disparidades requiere identificar con claridad dónde se producen o las brechas en los territorios (Kim y Wang, 2019; Zurayk, Tawil y Gangarosa., 1982).

Este es un problema multifactorial que requiere la integración de factores que exceden la mera localización y que también se centran en otras variables para su comprensión en complejidad. Los factores socioeconómicos influyen significativamente en el acceso y la calidad de la educación en la primera infancia, siendo los niños de familias de bajos ingresos menos propensos a inscribirse en programas de alta calidad (Cloney et al., 2016; Crosnoe et al., 2016). Esta disparidad contribuye a las brechas de rendimiento en lenguaje, alfabetización y desarrollo socioemocional (Bassok et al., 2016; Hartas, 2011; Tran, Luchters, y Fisher, 2017). Los modelos teóricos que explican estas disparidades incluyen el modelo de acomodación o ubicuidad (Crosnoe et al., 2016) y la cultivación concertada (Cheadle, 2008). Las inversiones educativas de los padres median las disparidades socioeconómicas y raciales/étnicas en el logro académico de

los niños y para abordar estos temas generan estrategias como la promoción de la participación de los niños en la toma de decisiones relacionadas con su propia educación inicial, que afecta su movilidad social a futuro (Correia et al., 2023, p. 202; Wu, Li y Miao, 2024). Al respecto, existe un vacío de conocimiento en Chile con relación a los patrones espaciales de distribución de espacios educativos prescolares, que debieran ser parte estructural de los modelos de formación de nuevos barrios e incluso integrarse como infraestructuras críticas.

Al tomar como referencia el marco teórico, el artículo se sitúa en la intersección entre teoría socioespacial y análisis territorial aplicado, lo que articula el enfoque de justicia espacial con herramientas de modelación geográfica para evaluar desigualdades en el acceso a la educación inicial. Se asume que la localización de servicios preescolares en Santiago reproduce dinámicas de segregación socioespacial, lo que afecta desproporcionadamente a grupos vulnerables. La hipótesis plantea que existe una desalineación estructural entre la demanda infantil y la oferta institucional, influida por factores urbanos como el valor del suelo y la estructura de género como proxy de cuidados. La regresión geográficamente ponderada permite testear esta hipótesis, que revelan patrones locales de inequidad educativa.

Caso

El Área Metropolitana de Santiago (AMS) constituye un caso paradigmático de urbanización bajo el paradigma neoliberal, caracterizado por una planificación orientada al mercado, la fragmentación institucional y una marcada segregación socioespacial. Tras las reformas estructurales impulsadas durante la dictadura de Pinochet, se consolidó un modelo de Estado subsidiario donde la producción de ciudad quedó en gran parte en manos del sector privado, sin una autoridad metropolitana que coordine integralmente la planificación urbana (Garreton, 2017). Esta situación ha dado lugar a una ciudad policéntrica funcionalmente, pero segmentada territorial y socialmente, donde el acceso a bienes públicos como la educación, la vivienda y el transporte varía drásticamente según el nivel de ingreso y localización de los habitantes (Truffello y Hidalgo, 2015). A pesar de las importantes inversiones públicas —como la expansión del Metro—, los beneficios urbanos tienden a capturarse en las zonas de mayor valorización inmobiliaria, lo que profundiza la exclusión territorial de sectores populares (Vergara-Perucich y Aguirre-Núñez, 2020). El crecimiento periférico, impulsado por políticas de subsidios a la demanda, fomenta una dispersión urbana que agrava el déficit habitacional y la desconexión infraestructural (Correa-Parra et al., 2023). En este contexto, el estudio de la localización y accesibilidad a infraestructuras educativas preescolares resulta clave para comprender las formas en que la ciudad reproduce desigualdades desde las edades más tempranas.

III. METODOLOGÍA

La regresión ponderada geográficamente (GWR) es una herramienta eficaz para analizar relaciones espaciales, especialmente en estudios de accesibilidad y desigualdad educativa, al captar variaciones locales mejor que la regresión ordinaria por mínimos cuadrados (OLS). Su aplicación ha demostrado mejoras significativas en la modelización del acceso a hospitales públicos (Martínez Bascunan y Rojas Quezada, 2016), playas públicas (Kim y Nicholls, 2016) y recursos recreativos (Kim y Graefe, 2020). Además, GWR ha sido fundamental para examinar relaciones espaciales entre indicadores ambientales, socioeconómicos y de salud (Saib et al., 2014); así como para investigar enfermedades limitantes de largo plazo y la privación a nivel territorial (Duarte-Cunha et al., 2016; Morrissey, 2015) y modelar variaciones espaciales en los precios de la vivienda (Lu et al., 2017). Estas diversas aplicaciones destacan la fortaleza de GWR para abordar la heterogeneidad y dependencia espacial.

Este estudio utiliza datos censales del 2017 y registros educativos del año 2023 para analizar la distribución espacial de oferta y demanda de educación preescolar en el Área Metropolitana de Santiago. El período temporal se eligió considerando que un infante de 0 años en 2017 habría completado el ciclo parvulario en 2023, proporcionándose una ventana completa de análisis. Aunque este criterio tiene la limitación de posibles cambios demográficos, permite replicar el método con datos públicos futuros, que facilitan comparaciones a largo plazo. Los datos utilizados provienen del Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadísticas [INE], 2017), se siguieron metodologías validadas por Correa-Parra, Vergara-Perucich y Aguirre-Núñez (2020); Correa Parra, Vergara Perucich y Aguirre Núñez (2022); Encinas et al. (2022); Ulloa-León et al. (2023), y del portal de datos abiertos del Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC, 2025). Este método combina variables clave para analizar desigualdades espaciales en educación parvularia mediante GWR, que capta efectos locales en cada zona censal. La muestra de datos incluye matrícula y establecimientos educacionales de todo tipo de dependencia, es decir: municipal (26,547 matrículas), particular (24,671 matrículas), particular subvencionado (126,378 matrículas) y Servicios locales de educación (4,148 matrículas). En este caso, se utilizaron solo establecimientos ubicados en zonas urbanas y en estado activo de funcionamiento al año 2023, momento de corte del Registro de Educación Parvularia 2011-2023 del Centro de Estudios del Ministerio de Educación (MINEDUC, 2025).

La modelación por GWR utiliza como variable dependiente el número de infantes de 0 a 5 años por zona censal, interpretado como la demanda potencial de educación preescolar. Esta variable se calculó a partir de datos censales desagregados por manzana y agregados a zonas censales, con una

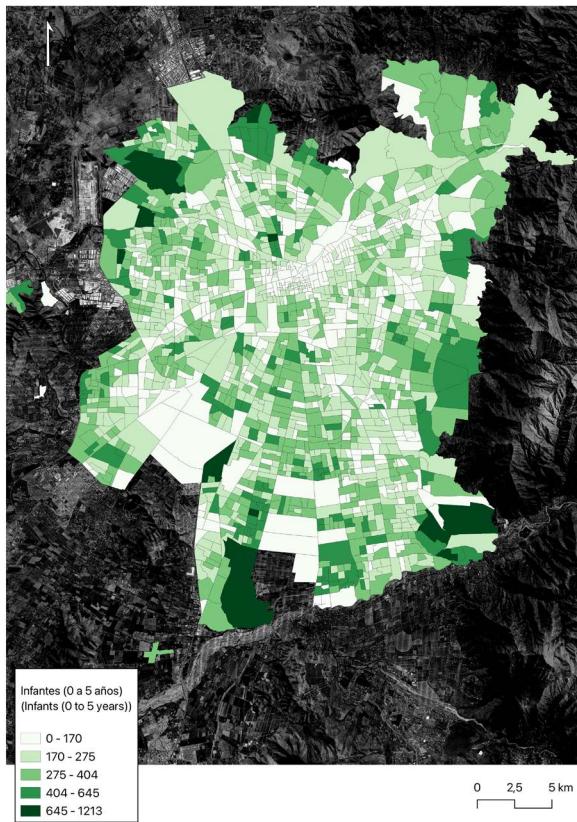


Figura 1. Infantes entre 0 y 5 años por zonas censales en el Área Metropolitana de Santiago. Fuente: Elaboración de los autores con datos de CENSO 2017 (INE, 2017).

variación mínima del 0.256%, validándose la conversión. Las covariantes incluyen matrículas disponibles (oferta educativa), valor promedio del suelo (dinámicas urbanas) y porcentaje de mujeres (estructura de género). Una limitación de este estudio radica en que la estimación de la oferta de educación inicial por zona censal se basa en la localización geográfica de los establecimientos y no considera las trayectorias reales de las familias. Esto introduce un sesgo espacial asociado al *Modifiable Areal Unit Problem* [MAUP], particularmente en zonas limítrofes. La oferta fue tratada como una proxy estructural del equipamiento disponible, sin incorporar patrones de elección parental ni desplazamientos cotidianos, lo que restringe el alcance interpretativo respecto de la accesibilidad efectiva a estos servicios educativos.

Una limitación del uso de datos censales es asumir que los infantes deben asistir a establecimientos cercanos a sus viviendas. Sin embargo, la inclusión de numerosos establecimientos con jornadas parciales refuerza la razonabilidad del enfoque residencial.

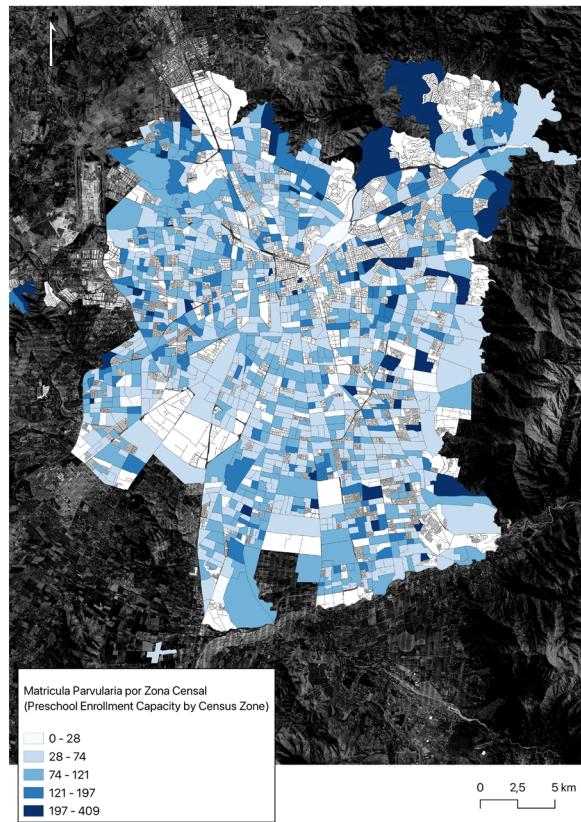


Figura 2. Matrículas preescolares según establecimientos por zonas censales. Fuente: Elaboración de los autores con datos del MINEDUC. (2025).

A partir de los residuales del modelo, un análisis local de asociación espacial [LISA] identifica clústeres de equidad o inequidad, al categorizar las zonas en patrones High-High, Low-High, High-Low y Low-Low, al ofrecer una visión detallada de las desigualdades espaciales. El análisis LISA aplicado busca evaluar la presencia de autocorrelación espacial en los errores del modelo. En otras palabras, permite detectar si las sobreestimaciones o subestimaciones están concentradas espacialmente, lo que revelaría una estructura no aleatoria de los residuales.

IV. RESULTADOS

La modelación se aplica con cuatro variables centrales: Demanda infantil (variable dependiente) medida en número de niños de 0 a 5 años por zona censal (INE, 2017); oferta educativa medida en matrículas efectivas en jardines infantiles activos al año 2023, georreferenciadas y agregadas a la zona censal donde se emplaza cada establecimiento; condición urbana medida según el valor medio de suelo (UF/m^2) declarado en catastro

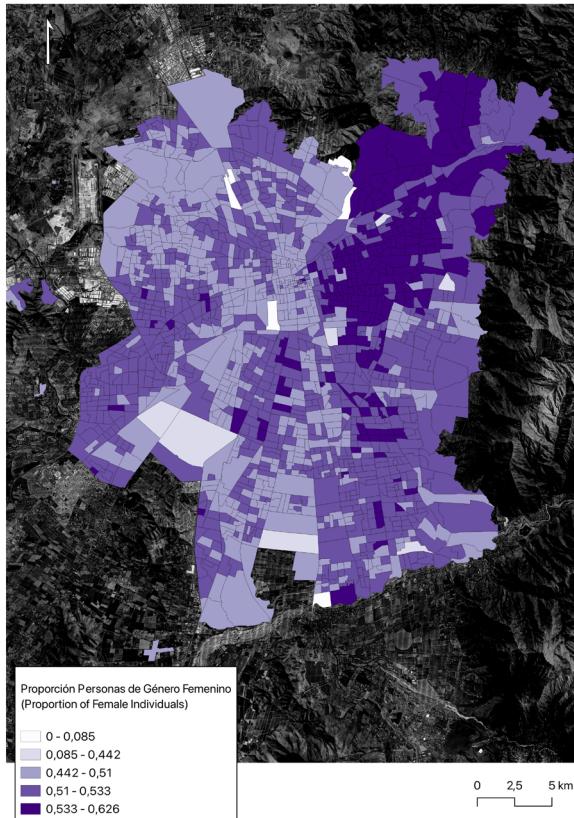


Figura 3. Distribución por zonas censales de personas de género femenino. Fuente: Elaboración de los autores con datos de CENSO 2017 (INE, 2017).

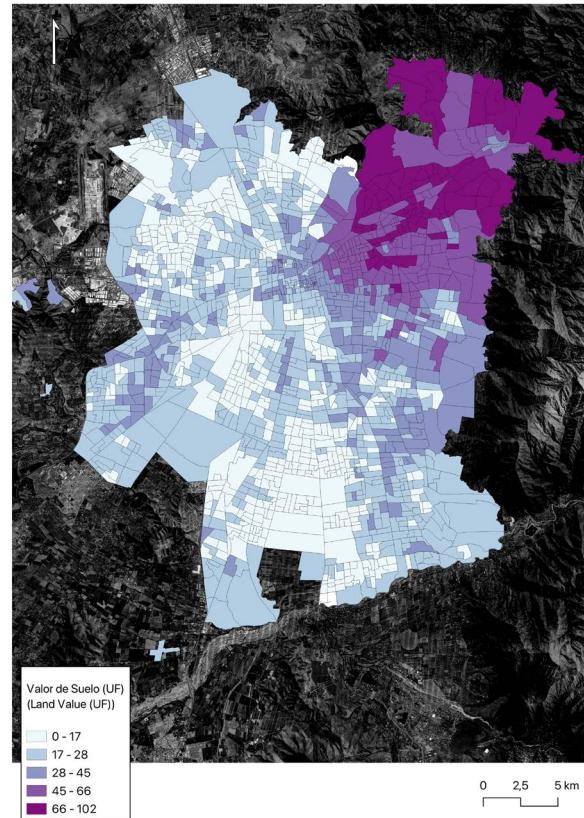


Figura 4. Valor de suelo promedio en UF por zona censal. Fuente: Elaboración por los autores con datos INE (2025).

Suma residual de cuadrados	1106.782
Log de verosimilitud	-1610.653
Criterio de Información de Akaike	3229.306
Criterio de Información de Akaike corregido	3231.359
R2	0.038
R2 ajustado	0.036

Tabla 1. Diagnósticos de ajuste de la regresión global. Fuente: Elaboración de los autores.

Variable	Coeficiente	SE	t(Est/SE)	Valor de p
Intercepción	0	0.029	0	1
Matricula Parvulario por Zona Censal	0.109	0.029	3.711	0
Valor de Suelo en UF	-0.19	0.031	-6.077	0
Proporción de mujeres por zona censal	0.026	0.031	0.853	0.394

Tabla 2. Resultados de la regresión global. Fuente: Elaboración de los autores.

Suma residual de cuadrados	601.968
Numero efectivo de parámetros (traza(S))	225.399
Grados de libertad	925.601
Estimación de sigma	0.806
Log de verosimilitud	-1260.169
Grado de dependencia	0.428
Criterio de Información de Akaike	2973.136
Criterio de Información de Akaike corregido	3084.619
Criterio de Información Bayesiano (BIC)	4116.083
R2	0.477
R2 ajustado	0.35
Alfa ajustado (95%)	0.001
Valor crítico t ajustado (95%)	3.333

Tabla 3. Diagnósticos de ajuste de la regresión geográficamente ponderada (GWR). Fuente: Elaboración de los autores.

Variable	Media del coeficiente	STD	Min	Mediana	Max
Intercepción	-0.011	0.495	-1.353	-0.114	2.645
Matriculas parvularios por zona censal	0.068	0.24	-0.554	0.06	2.101
Valor de Suelo por Zona Censal en UF	-0.099	0.544	-1.811	-0.094	1.981
Proporción de Mujeres por zona censal	-0.077	0.518	-1.978	-0.054	2.423

Tabla 4. Resultados sintéticos de la regresión geográficamente ponderada. Fuente: Elaboración de los autores

fiscal; se utiliza como proxy de presiones inmobiliarias y barreras de acceso residencial; y dimensión de género medida por la proporción de mujeres sobre población total; opera como proxy de estructuras de cuidado y posibles patrones de residencia de familias con niños. La Figura 1 y Figura 2 evidencian claros gradiéntes norte-sur: la demanda infantil se concentra en comunas periféricas sur-poniente, mientras la oferta educativa aparece más densa en el anillo intermedio. La Figura 3 y Figura 4 confirman el conocido eje de segregación socioeconómica: altos valores de suelo y baja presencia relativa de mujeres en el nor-oriente; el patrón inverso domina el sur-poniente.

La Tabla 1 presenta los diagnósticos de ajuste de la regresión global y la Tabla 2 los coeficientes estimados. Se parte de un modelo lineal donde la variable a predecir es la población infantil; se contrastan tres variables explicativas (oferta, precio de suelo y proporción de mujeres). El bajo R^2 (0,038) y el Akaike elevado (3231) indican una capacidad explicativa limitada. No obstante, dos coeficientes resultan estadísticamente

significativos: (i) la oferta educativa ($\beta = 0,109$; $p < 0,001$) se asocia positivamente con la demanda infantil: más matrículas coinciden, en promedio, con mayor presencia de niños; y el valor del suelo ($\beta = -0,190$; $p < 0,001$) muestra un efecto negativo, que evidencia que las familias con niños se localizan preferentemente en zonas de suelo más barato. La proporción de mujeres carece de significancia global ($p = 0,394$). El contraste entre la magnitud de los errores y las significancias sugiere que la relación entre demanda infantil y equipamientos es heterogénea en el espacio. Esta premisa justifica la introducción de la regresión geográficamente ponderada para aumentar la precisión y lograr mayor capacidad explicativa del modelo.

La Tabla 3 sintetiza los diagnósticos de ajuste del GWR; la Tabla 4 resume la estadística de los coeficientes locales. El modelo incorpora *Kernel* adaptativo y distancia euclíadiana, optimizados vía AICc. La mejora es sustancial: el R^2 se eleva a 0,477 y la suma de cuadrados residuales se reduce casi a la mitad. Se observa que en la variable oferta educativa, el coeficiente medio es 0,068;

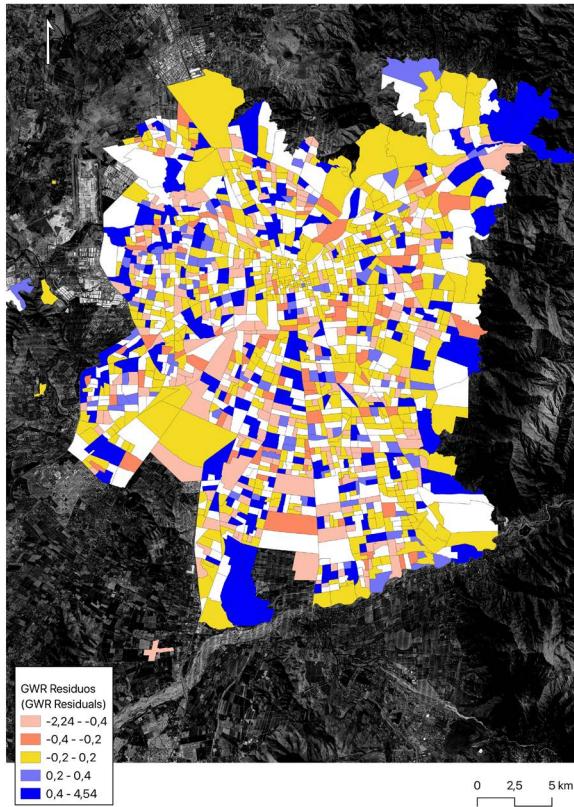


Figura 5. Residuales de la regresión geográficamente ponderada. Fuente: Elaboración de los autores.

sin embargo, su rango oscila de -0,554 a 2,101.

En cuanto al valor del suelo, el promedio es -0,099, pero el rango (-1,811 a 1,981) muestra inversiones de signo. Sobre la proporción de mujeres, aunque globalmente no es significativa, localmente adquiere relevancia.

La Figura 5 muestra los residuos de la regresión ponderada geográficamente (GWR) aplicada al análisis de la distribución de infantes y oferta educativa en el área de estudio. Los colores representan diferentes rangos de residuos, donde el amarillo indica residuales cercanos a cero (entre -0.2 y 0.2), lo que sugiere un buen ajuste del modelo en esas zonas. Los tonos rojos y anaranjados representan residuos negativos, con valores que oscilan entre -0.2 y -2.24, que indica las áreas donde el modelo subestimó el valor observado de la variable dependiente. Por otro lado, las zonas en azul, con residuos entre 0.4 y 4.54, muestran áreas donde el modelo sobreestimó los valores observados. La distribución espacial de estos residuos revela patrones que sugieren variaciones locales en la precisión del modelo, posiblemente asociadas a factores no capturados

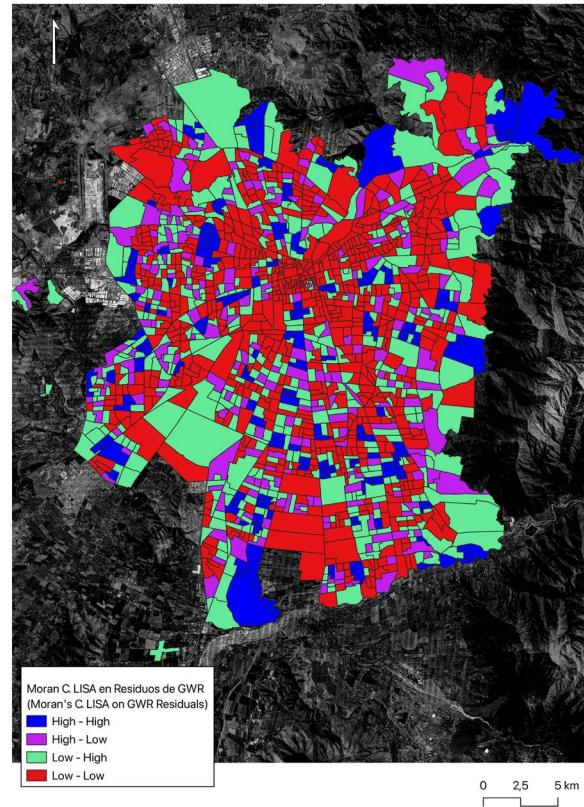


Figura 6. LISA por Moran con residuos de la geográficamente ponderada. Fuente: Elaboración de los autores.

completamente por las covariantes seleccionadas. Esta variabilidad espacial en los residuos resalta la importancia de ajustar las políticas de distribución de infraestructura educativa de acuerdo con las características locales de cada zona. Para poder sacar conclusiones más contundentes, se aplica un análisis por autocorrelación espacial de los residuos mediante un índice de Moran categórico.

La Figura 6 presenta un análisis local de asociación espacial [LISA] sobre los residuos de la regresión ponderada geográficamente [GWR] en el área de estudio, utilizando el índice de Moran para detectar clústeres de autocorrelación espacial entre zonas censales cercanas. Los clústeres en azul representan áreas High-High, donde los residuos son consistentemente altos en zonas vecinas. Este patrón sugiere una sobreestimación sistemática en el modelo para estas áreas, posiblemente debido a factores locales que aumentan la discrepancia entre la oferta educativa y la demanda infantil. Los clústeres en rojo representan áreas Low-Low, donde los residuos son consistentemente bajos en zonas vecinas, que indica una subestimación homogénea en estas

áreas. Esto podría reflejar características locales donde la oferta educativa es insuficiente frente a la demanda. Por otro lado, las zonas en púrpura (High-Low) y verde (Low-High) representan áreas de heterogeneidad espacial, donde los residuos de un área están en contraste con sus vecinas. En las áreas High-Low (púrpura), las zonas con alta sobreestimación se encuentran rodeadas por zonas de subestimación. En contraste, las áreas Low-High (verde) presentan subestimación en zonas rodeadas de sobreestimación. Estos patrones heterogéneos revelan variaciones locales que el modelo GWR no logra explicar completamente, lo que sugiere la presencia de factores contextuales adicionales o específicos a considerar.

V. DISCUSIONES

En la literatura revisada se sugiere que la proximidad a los centros educativos puede influir tanto en la asistencia como en el desarrollo académico y socioemocional de los niños, un argumento sostenido por Dussaillant (2016) y Fantuzzo et al. (2005). Sin embargo, los resultados del modelo GWR indican que la oferta de matrículas no está distribuida de manera uniforme, lo que crea brechas en zonas con alta demanda infantil y baja oferta de servicios, que evidencia patrones de desigualdad territorial similares a los descritos por Kim y Wang (2019). Por otro lado, el valor del suelo muestra una correlación negativa con la presencia de infantes, lo que sugiere que las áreas de alto valor inmobiliario son menos accesibles para familias con niños pequeños. Este hallazgo se alinea con los estudios de Bergantino et al. (2022) y Bucaite-Vilke (2021). Esta dinámica excluyente también subraya la necesidad de políticas públicas que integren el acceso a infraestructuras críticas en áreas de alto costo inmobiliario.

El índice de Moran permite una comprensión más matizada de la inequidad espacial en la distribución de servicios educativos, al superar enfoques tradicionales que no consideran las especificidades locales, tal como señalan Kim y Nicholls (2016) en su aplicación de la GWR para evaluar el acceso a espacios públicos. Operativamente, esto es indicativo de donde falta oferta preescolar en el Área Metropolitana de Santiago.

Los resultados sugieren la existencia de disparidades en la distribución de servicios educativos vinculadas a factores de género, un aspecto menos desarrollado en la literatura urbana. Aunque la proporción de mujeres no mostró un patrón consistente, su inclusión abre la discusión sobre cómo las estructuras de género pueden influir en la planificación educativa y la organización espacial de servicios urbanos, lo que es relevante para estudios futuros.

Esta modelación permite detectar algunas limitaciones que aparecen con la evidencia. Lo primero es que el uso de

variables urbanas como equipamiento y valor del suelo para explicar un fenómeno demográfico implica una relación indirecta: las familias eligen residir donde confluyen precios asequibles y disponibilidad de servicios. El modelo captura ese nexo estructural, pero no incluye motivaciones familiares específicas ni atributos de la vivienda. Esto podría requerir un trabajo de levantamiento y análisis cualitativo específico en sectores que se detecten como interesantes a partir de este estudio. Luego, la oferta educativa se asignó al polígono censal donde se ubica cada jardín. En zonas limítrofes esto puede explicar algunos desajustes del modelo en cuanto a buscar aumentar su capacidad explicativa. Se consideró una proxy estructural, pero no se modeló la movilidad diaria. Un análisis de isócronas o redes de transporte mejoraría la métrica de accesibilidad.

VI. CONCLUSIONES

Este estudio muestra que la oferta de educación preescolar en el Área Metropolitana de Santiago tiene una distribución espacial desigual, donde zonas de alta concentración infantil carecen de suficientes matrículas, mientras que en barrios de mayor valor inmobiliario la infraestructura excede la demanda local. La aplicación de una regresión geográficamente ponderada [GWR] reveló que la disponibilidad de plazas explica en parte la localización de infancia temprana, pero que el valor del suelo actúa como barrera económica, que desplaza a familias jóvenes hacia perímetros urbanos más accesibles. Además, la variabilidad espacial de los coeficientes y la autocorrelación de los residuos evidencian factores omitidos—como tipologías de vivienda y patrones de movilidad—que influyen en el acceso real a los servicios preescolares.

Los hallazgos subrayan la necesidad de integrar la planificación educativa con políticas de vivienda y transporte, de modo que las futuras intervenciones identifiquen específicamente puntos de oferta insuficiente, donde la demanda es más crítica. Se recomienda enriquecer el modelo al incorporar variables relacionadas con ciclos de vida familiar y con la accesibilidad real basada en tiempos de viaje. Asimismo, un abordaje mixto que incluya entrevistas a familias podría esclarecer motivaciones de elección y barreras cualitativas.

VII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CREDIT:

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

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaníz Hernández, C. (2021). Políticas educativas para primera infancia en Chile y México: reconocimiento legal, cobertura y atención. *Revista Colombiana de Educación*, 1(82), 37-60. <https://doi.org/10.17227/rce.num82-10514>
- Allel, K., Narea, M., y Undurraga, E. A. (2020). Centre-based care is a significant predictor of lower body mass index in early childhood: Longitudinal evidence from Chile. *Journal of Global Health*, 10(1), 010419. <https://doi.org/10.7189/jogh.10.010419>
- Alonso-Pastor, A., Olaya Acosta, G., y Calmet, E. (2024). Segregación Educativa y Desigualdad Social en el Perú: Un Análisis Espacial en el Nivel Secundario. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 23(1), 1-26. <https://doi.org/10.1536/reice2025.23.1.001>
- Arbour, M., Soto, C., Alée, Y., Atwood, S., Muñoz, P., y Marzolo, M. (2023). Absenteeism prevention in preschools in Chile: Impact from a quasi-experimental evaluation of 2011–2017 Ministry of Education data. *Frontiers in Education*, 7, 975092. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.975092>
- Bassok, D., Finch, J. E., Lee, R., Reardon, S. F., y Waldfogel, J. (2016). Socioeconomic Gaps in Early Childhood Experiences: 1998 to 2010. *American Educational Research Association (AERA) Open*, 2(3), 2332858416653924. <https://doi.org/10.1177/2332858416653924>
- Bergantino, A. S., Biscione, A., De Felice, A., Porcelli, F., y Zagaria, R. (2022). Kindergarten Proximity and the Housing Market Price in Italy. *Economies*, 10(9), 222. <https://doi.org/10.3390/economics10090222>
- Bucate-Vilke, J. (2021). Family Choices on Welfare and Territorial Disadvantages: The Perception of the Child Care Services Approach in Urban and Rural Areas. *Sage Open*, 11(3), 21582440211032641. <https://doi.org/10.1177/21582440211032641>
- Cabannes, Y., y Lipietz, B. (2018). Revisiting the democratic promise of participatory budgeting in light of competing political, good governance and technocratic logics. *Environment and Urbanization*, 30(1), 67-84. <https://doi.org/10.1177/0956247817746279>
- Catalán Catalán, M. (2024). Propuesta metodológica para analizar la participación de la niñez en la planificación territorial en la ciudad de Valparaíso, Chile. *Investigaciones Geográficas*, 11(5), e60904. <https://doi.org/10.14350/rg.60904>
- Cheadle, J. E. (2008). Educational Investment, Family Context, and Children's Math and Reading Growth from Kindergarten Through the Third Grade. *Sociology of Education*, 81(1), 1-31. <https://doi.org/10.1177/003804070808100101>
- Cloney, D., Tayler, C., Hattie, J., Cleveland, G., y Adams, R. (2016). The Selection of ECEC Programs by Australian Families: Quality, Availability, Usage and Family Demographics. *Australasian Journal of Early Childhood*, 41(4), 16-27. <https://doi.org/10.1177/183693911604100403>
- Correa-Parra, J., Vergara-Perucich, J. F., y Aguirre-Núñez, C. (2020). Towards a Walkable City: Principal Component Analysis for Defining Sub-Centralities in the Santiago Metropolitan Area. *LAND*, 9(10), 362. <https://doi.org/10.3390/land9100362>
- Correa Parra, J., Vergara Perucich, F., y Aguirre Núñez, C. (2022). La ciudad de 15 minutos en Chile: Análisis empírico para Gran Santiago, Concepción y Valparaíso. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 15(1), 17. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvul5.cmca>
- Correa-Parra, J., Vergara-Perucich, J. F., Truffello, R., y Aguirre-Núñez, C. (2023). Housing deficits in Greater Santiago: Empirical evidence on conflicts and arguments for rethinking metropolitan planning. *Urbe Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 15, e20210251. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.015.E20210251>
- Correia, N., Aguiar, C., y Amaro, F. (2023). Children's participation in early childhood education: A theoretical overview. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 24(3), 313-332. <https://doi.org/10.1177/1463949120981789>
- Crosnoe, R., Purtell, K. M., Davis-Kean, P., Ansari, A., y Benner, A. D. (2016). The selection of children from low-income families into preschool. *Developmental Psychology*, 52(4), 599-612. <https://doi.org/10.1037/dev0000101>
- Duarte-Cunha, M., Almeida, A. S. D., Cunha, G. M. D., y Souza-Santos, R. (2016). Geographic weighted regression: Applicability to epidemiological studies of leprosy. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 49(1), 74-82. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0307-2015>
- Dussaillant, F. (2016). Usage of Child Care and Education Centers: The Proximity Factor. *Sage Open*, 6(2), 2158244016652668. <https://doi.org/10.1177/2158244016652668>
- Encinas, F., Truffello, R., Aguirre-Núñez, C., Puig, I., Vergara-Perucich, F., Freed, C., y Rodríguez, B. (2022). Mapping Energy Poverty: How Much Impact Do Socioeconomic, Urban and Climatic Variables Have at a Territorial Scale? *LAND*, 11(9), 1449. <https://doi.org/10.3390/land11091449>
- Espinosa, O., Gonzalez, L. E., Castillo, D., y McGinn, N. (2020). Classification of Dropouts to Improve Student Re-Engagement: The Case of Chilean Secondary Opportunity Centers. *Urban Education*, 58(9), 2177-2208. <https://doi.org/10.1177/0042085920948949>
- Fantuzzo, J. W., Rouse, H. L., McDermott, P. A., Sekino, Y., Childs, S., y Weiss, A. (2005). Early Childhood Experiences and Kindergarten Success: A Population-Based Study of a Large Urban Setting. *School Psychology Review*, 34(4), 571-588. <https://doi.org/10.1080/02796015.2005.12088018>
- Findlay, P., Findlay, J., y Stewart, R. (2009). The consequences of caring: Skills, regulation and reward among early years workers. *Work, Employment and Society*, 23(3), 422-441. <https://doi.org/10.1177/0950017009337057>
- Garretón, M. (2017). City profile: Actually existing neoliberalism in Greater Santiago. *Cities*, 65, 32-50. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.02.005>
- Gelber, D., Castillo, C., Alarcon, L., Trevino, E., y Escribano, R. (2021). COVID-19 and the right to education in Chile: An opportunity to revisit our social contract. *International Review of Education*, 67(1-2), 79-101. <https://doi.org/10.1007/s11159-021-09881-2>
- Instituto Nacional de Estadísticas [INE]. (2017). *Resultados del Censo 2017*. <http://resultados.censo2017.cl/>
- Instituto Nacional de Estadísticas [INE]. (2025). *Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano. SIEDU*. <http://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/siedu>
- Hartas, D. (2011). Families' social backgrounds matter: Socio-economic factors, home learning and young children's language, literacy and social outcomes. *British Educational Research Journal*, 37(6), 893-914. <https://doi.org/10.1080/0192610.2010.506945>
- Jimenez, M. E., Wade, R., Lin, Y., Morrow, L. M., y Reichman, N. E. (2016). Adverse Experiences in Early Childhood and Kindergarten Outcomes. *Pediatrics*, 137(2), e20151839. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-1839>
- Kim, H., y Wang, F. (2019). Disparity in Spatial Access to Public Daycare and Kindergarten across GIS-Constructed Regions in Seoul, South Korea. *Sustainability*, 11(19), 5503. <https://doi.org/10.3390/su11195503>
- Kim, J., y Nicholls, S. (2016). Using Geographically Weighted Regression to Explore the Equity of Public Open Space Distributions. *Journal of Leisure Research*, 48(2), 105-133. <https://doi.org/10.18666/jlr-2016-v48-i2-6539>
- Kim, M.-K., y Graefe, D. (2020). Geographically Weighted Regression to Explore Spatially Varying Relationships of Recreation Resource Impacts: A Case Study from Adirondack Park, New York, USA. *Journal of Park and Recreation Administration*, 39(2), 43-63. <https://doi.org/10.18666/JPRA-2020-10515>

- Kofman, E., y Lebas, E. (1996). *Henri Lefebvre: Writings on Cities*. Wiley-Blackwell.
- Lu, B., Brunsdon, C., Charlton, M., y Harris, P. (2017). Geographically weighted regression with parameter-specific distance metrics. *International Journal of Geographical Information Science*, 31(5), 982–998. <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1263731>
- Marcuse, J., Connolly, J., Novy, J., Olivo, I., Potter, C., y Steil, J. (Edrs.). (2009). *Searching for the Just City: Debates in Urban Theory and Practice*. Routledge Taylor & Francis Group
- Martinez Bascunan, M., y Rojas Quezada, C. (2016). Geographically weighted regression for modelling the accessibility to the public hospital network in Concepción Metropolitan Area, Chile. *Geospatial Health*, 11(3), 263–273. <https://doi.org/10.4081/gh.2016.451>
- MINEDUC. (2025). Datos Abiertos. CEM. Centro de Estudios Mineduc, (27 de mayo, 2025), <https://datosabiertos.mineduc.cl/>
- Moraga-Aros, L., Aubert-Valderrama, J., Correa-Ramirez, A., y Monsalves-Villalobos, M. (2022). Oral health situation of Chilean preschool children in the years 2007–2015: Systematic review and analysis at individual level. *Journal of Oral Research*, 11(2), 1–21. <https://doi.org/10.17126/joralres.2022.020>
- Morrissey, K. (2015). Exploring Spatial Variability in the Relationship between Long Term Limiting Illness and Area Level Deprivation at the City Level Using Geographically Weighted Regression. *AIMS Public Health*, 2(3), 426–440. <https://doi.org/10.3934/publichealth.2015.3.426>
- Muñoz-Oyarce, M. F. (2021). Políticas Neoliberales y Primera Infancia: Una Revisión Desde el Enfoque de Derechos y la Inclusión Educativa en Chile. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 27, e0039. <https://doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0039>
- Otero, G., Carranza, R., y Contreras, D. (2017). ‘Neighbourhood effects’ on children’s educational achievement in Chile: The effects of inequality and polarization. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 49(11), 2595–2618. <https://doi.org/10.1177/0308518X17731780>
- Perez-Silva, R., Fernández, I. C., Matas, M. I., y Villalobos, E. (2023). Green cover and socioemotional and academic outcomes of school-age children. The case of Santiago, Chile. *Landscape and Urban Planning*, 233, 104688. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104688>
- Prado-Galbarro, F.-J., Pérez-Ferrer, C., Ortoga, A., López-Olmedo, N. P., Braverman-Bronstein, A., Rojas-Martínez, R., De Castro, F., y Barrientos-Gutiérrez, T. (2021). Early childhood development and urban environment in Mexico. *PLoS ONE*, 16(11), e0259946. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259946>
- Ramond, Q. (2025). Separate and Unequal Childhoods: Residential Segregation and Neighborhood Inequalities of Children in Chile. En M. Vicuña y E. Giorgi (Eds.), *Intersections* (pp. 203–215). Springer Geography. https://doi.org/10.1007/978-3-031-76402-8_14
- Rivera Flores, P., y Orozco-Martínez, S. (2022). Las Técnicas en Atención de párulos en Chile: Formación Inicial y Relaciones educativas en la primera infancia. *Pulso. Revista de Educación*, (45), 57–72. <https://doi.org/10.58265/pulso.5277>
- Romanillos, G., y García-Palomares, J. C. (2018). Accessibility to Schools: Spatial and Social Imbalances and the Impact of Population Density in Four European Cities. *Journal of Urban Planning and Development*, 144(4), 04018044. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000491](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000491)
- Saib, M.-S., Caudeville, J., Carre, F., Ganry, O., Trujeon, A., y Cicolella, A. (2014). Spatial Relationship Quantification between Environmental, Socioeconomic and Health Data at Different Geographic Levels. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(4), 3765–3786. <https://doi.org/10.3390/ijerph110403765>
- Sassera, J. S. (2022). Desigualdad espacial, segmentación educativa y diferenciación institucional: Aportes de representaciones cartográficas en una localidad. *OBETS. Revista de Ciencias Sociales*, 17(1), 153–172. <https://doi.org/10.14198/OBETS2022.171.09>
- Tran, T. D., Luchters, S., y Fisher, J. (2017). Early childhood development: Impact of national human development, family poverty, parenting practices and access to early childhood education. *Child: Care, Health and Development*, 43(3), 415–426. <https://doi.org/10.1111/cch.12395>
- Truffello, R., y Hidalgo, R. (2015). Policentrismo en el Área Metropolitana de Santiago de Chile: Reestructuración comercial, movilidad y tipificación de subcentros. *EURE*, 41(122), 49–73. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000100003>
- Ullauri-Ugalde, A. C., Idrovo-Soliz, A. S., y Hermida-Palacios, C. M. (2024). Movilidad del cuidado alrededor de un centro de desarrollo infantil municipal en Cuenca, Ecuador. *Revista Urbano*, 27(49), 40–51. <https://doi.org/10.22320/07183607.2024.27.49.03>
- Ulloa-León, F., Correa-Parra, J., Vergara-Perucich, F., Cancino-Contreras, F., y Aguirre-Nuñez, C. (2023). “15-Minute City” and Elderly People: Thinking about Healthy Cities. *Smart Cities*, 6(2), 1043–1058. <https://doi.org/10.3390/smartcities6020050>
- Vergara-Perucich, F., y Aguirre-Nuñez, C. (2020). Urban capital gain recovery simulation for Line 3 of the Santiago Metro. *ACE: Architecture City And Environment*, 14(42), 8963. <https://doi.org/10.5821/ace.14.42.8963>
- Vergara-Perucich, J. F., Aguirre-Nuñez, C., y Marmolejo-Duarte, C. (2023). Investigation en el mercado de la vivienda: Estudio exploratorio en Santiago de Chile. *Urbano*, 26(48), 56–67. <https://doi.org/10.22320/07183607.2023.26.48.05>
- Wu, X., Li, X., y Miao, J. (2024). Early Childhood Development and Social Mobility in China. *ECNU Review of Education*, 7(4), 991–1008. <https://doi.org/10.1177/20965311241240479>
- Xu, Y., Olmos, L. E., Abbar, S., y González, M. C. (2020). Deconstructing laws of accessibility and facility distribution in cities. *Science Advances*, 6(37), eabb4112. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abb4112>
- Zurayk, H., Tawil, M., y Gangarosa, E. (1982). Effect of urban versus rural residence and of maternal education on infant health in South Lebanon. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 36(3), 192–196. <https://doi.org/10.1136/jech.36.3.192>

Recibido: 01-02-2025
Aceptado: 02-06-2025

USO DE SISTEMAS DE INFERENCIA DIFUSA PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS VEREDAS EN AHVAZ, IRÁN¹

USING FUZZY INFERENCE SYSTEMS TO EVALUATE SIDEWALK QUALITY IN AHVAZ, IRAN

NOORA ABYAT 2
ZAHRA SOLTANI 3
MAJID GOODARZI 4

1 This article is based on the authors' research work in the field of Geography and Urban Planning

- 2 PhD in Urban Planning
Associate Professor of Geography and Urban Planning, Department of Geography and Urban Planning
Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
<https://orcid.org/0000-0001-7982-8027>
m.goodarzi@scu.ac.ir
- 3 PhD in Rural Planning Associate Professor of Geography and Rural
Planning, Department of Geography and Urban Planning
Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
<https://orcid.org/0000-0001-5876-0473>
z.soltani@scu.ac.ir
- 4 Master's in Geography and Urban Planning
Ph.D student of Geography and Urban Planning, Department of Geography and Urban Planning
Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
<https://orcid.org/0009-0002-3028-8618>
noraabyat@yahoo.com



Las veredas y los peatones son componentes vitales de la vida urbana y desempeñan un papel crucial para mantener la sustentabilidad y habitabilidad de las ciudades. Las veredas de alta calidad contribuyen a crear espacios urbanos más seguros y vibrantes. Dados los importantes beneficios sociales, económicos y culturales de caminar, los esfuerzos para mejorar las condiciones de las veredas han atraído una atención considerable en los últimos años. Este estudio busca evaluar el estado y la calidad de las veredas urbanas en Ahvaz, una ciudad en el suroeste de Irán. La evaluación se basa en datos recopilados a través de cuestionarios completados por expertos en geografía y planificación urbana. Se empleó un sistema de inferencia difusa implementado en el software MATLAB para identificar las reglas subyacentes a la evaluación de la calidad de las veredas. Posteriormente, los datos del cuestionario se analizaron mediante métodos de Entropy, WASPAS e interpolación IDW. El análisis resultó en la identificación de 18 reglas distintas para evaluar la calidad de las veredas. Los hallazgos indican que las veredas en la región tres exhiben la más alta calidad, mientras que las de la región siete ocupan el lugar más bajo. En general, el estudio revela que la mayoría de las veredas en Ahvaz son de muy mala calidad, y problemas como pendientes inadecuadas son factores contribuyentes importantes.

Palabras clave: sistemas de inferencia difusa, MATLAB, calidad de veredas, peatones, Ahvaz.

Sidewalks and pedestrians are vital components of urban life, playing a crucial role in sustaining the sustainability and livability of cities. High-quality sidewalks contribute to creating safer and more vibrant urban spaces. Given the significant social, economic, and cultural benefits of walking, efforts to improve sidewalk conditions have attracted considerable attention in recent years. This study seeks to evaluate the condition and quality of urban sidewalks in Ahvaz, a city in southwestern Iran. The assessment is based on data collected through questionnaires completed by geography and urban planning experts. A fuzzy inference system implemented in MATLAB software was employed to identify the rules underlying the evaluation of sidewalk quality. Subsequently, the questionnaire data were analyzed using Entropy, WASPAS, and IDW interpolation methods. The analysis resulted in the identification of 18 distinct rules for assessing sidewalk quality. The findings indicate that sidewalks in Region Three exhibit the highest quality, while those in Region Seven rank the lowest. Overall, the study reveals that most sidewalks in Ahvaz are of very poor quality, with issues such as unsuitable slopes being significant contributing factors.

Keywords: fuzzy Inference Systems, MATLAB, Sidewalk Quality, Pedestrians, Ahvaz.

I. INTRODUCCIÓN

Históricamente, las ciudades eran muy amigables con los peatones, y caminar era el principal medio de transporte debido a su accesibilidad universal y asequibilidad. Sin embargo, un desafío moderno significativo en el desarrollo urbano es la creciente dependencia de los vehículos motorizados, acompañada del descuido de la infraestructura peatonal y los caminos. Este cambio se ha identificado como un factor significativo en la degradación de la calidad urbana y la erosión de los valores sociales, culturales y estéticos en los espacios públicos, particularmente después de la revolución industrial y el advenimiento del diseño urbano orientado al automóvil (Moradpour et al., 2018, pág. 212).

Caminar sigue siendo un modo de transporte económico, saludable y sostenible, que tiene un impacto profundo en la vida urbana. Caminar, al ser la forma más frecuente de actividad física recreativa, mejora la salud pública, fomenta las conexiones sociales y genera importantes ventajas socioeconómicas (Stefanidis y Bartzokas-Tsiompräs, 2024, pág. 1). Las ciudades que priorizan la peatonalización no solo fomentan la actividad física diaria, sino que también reducen los costos de salud pública asociados con estilos de vida sedentarios, obesidad y enfermedades respiratorias (Yussif et al., 2024, pág. 1; Zapata-Diomedí et al., 2019; Rundle y Heymsfield, 2016). Los barrios transitables se asocian con una menor prevalencia de obesidad (Kowaleski-Jones et al., 2018, pág. 14). Además, los entornos urbanos amigables con los peatones promueven el bienestar mental y la sostenibilidad ambiental al ofrecer alternativas a los desplazamientos en automóvil (Yussif et al., 2024, pág. 1). Muchas cualidades dinámicas asociadas con la vida urbana, como la actividad animada en las calles, la diversidad cultural y las oportunidades para interacciones inesperadas, están arraigadas en un diseño urbano transitable y de alta calidad. (Norton, 2011).

Con el auge de los automóviles privados en el siglo XX, las ciudades de todo el mundo comenzaron a reasignar espacios urbanos públicos para acomodar vehículos. Este desarrollo centrado en el automóvil ha llevado a una "dependencia del automóvil" generalizada, contribuyendo a problemas como la congestión del tráfico, las muertes por accidentes automovilísticos y la contaminación ambiental por ruido y emisiones (Rhoads et al., 2023, pág. 1).

El diseño urbano moderno enfatiza cada vez más los sistemas de transporte centrados en el ser humano, que priorizan el transporte público, las ciclovías y las extensas redes de veredas sobre la infraestructura orientada a los vehículos (Lin et al., 2021, pág. 1). En este contexto, las veredas deberían reconocerse como elementos fundamentales de la planificación urbana, dada su influencia en la calidad de vida, la movilidad, la calidad del aire y el diseño urbano (Da Rocha et al., 2019, pág. 42). Más allá de facilitar el movimiento, las veredas sirven como espacios

para interacciones sociales planificadas y espontáneas, así como lugares para actividades culturales y comerciales, que incluyen arte, música y actividades comerciales. Esta multifuncionalidad resalta su importancia para la vida urbana contemporánea (Motahari Tabar y Hosseiniinia, 2022, pág. 71).

Como espacios públicos vitales, las veredas fomentan las conexiones sociales al dar forma a los paisajes donde ocurren interacciones significativas. Reconocer las necesidades de la sociedad moderna y los valores intrínsecos de estos espacios ha impulsado los esfuerzos para diseñar veredas que no solo sean funcionales, sino que también fomenten un sentido de lugar y pertenencia (Ghadami, 2019, pág. 950). Las veredas están diseñadas a propósito para peatones y generalmente están situadas junto a las calles. A diferencia de las calles o carreteras, las veredas están centradas en el usuario, diseñadas exclusivamente para mejorar las experiencias de los peatones. Entregan vías seguras y accesibles, a la vez que humanizan el paisaje urbano (Li et al., 2024, pág. 961). Además, las veredas actúan como espacios socioculturales, permitiendo interacciones informales que contribuyen a preservar la identidad cultural (Janpathompeng y Murakami, 2021, pág. 4). Las veredas de alta calidad alientan a los peatones a caminar más, mejorando la movilidad y la sociabilidad (Rachmanto, 2021, pág. 6).

Ahvaz, al ser el centro administrativo de la provincia de Juzestán y centro industrial clave en el sur de Irán, experimenta una alta densidad de peatones, particularmente en su centro y distritos comerciales durante las horas de más alta afluencia. Esta actividad consistente subraya la necesidad crítica de evaluar la calidad de las veredas de la ciudad para respaldar una planificación urbana efectiva. El objetivo de este estudio es evaluar el estado y la calidad de las veredas en Ahvaz.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Zarghami et al. (2015), en su estudio *Investigating the Relationship between Urban Pedestrian Pathway Design and Psychological Sense of Security* (Estudio de caso: Teherán), exploraron la conexión entre la sensación de protección de los peatones y su uso de las veredas.

Los resultados de este estudio mostraron diferencias entre personas mayores de 40 y menores de 40 años en cuanto al grado en el que usan las veredas urbanas y las razones para usarlas o no. Utilizando un enfoque de métodos mixtos, el estudio reveló que las personas mayores de 40 años estaban más inclinadas a dar paseos cortos que las menores de 40, que preferían los vehículos. Esta disparidad hace ver una notable divergencia de comportamiento entre los dos grupos etarios. Para ambos grupos, el atractivo estético de las veredas era una prioridad clave. Sin embargo, las personas mayores priorizaron abordar superficies irregulares, mientras que los participantes

más jóvenes expresaron una mayor preocupación por el ancho de la vereda.

Ekra Sardashti y Sajadzadeh (2021), en su obra *Measuring and Evaluating the Quality of Urban Walkways from the Perspective of the Creative Urban Space: Case Study of Central Urban Walkways in Rasht City of Iran*, evaluaron la calidad de las veredas urbanas en Rasht desde la perspectiva de los espacios urbanos creativos. El estudio desarrolló un modelo conceptual del espacio urbano creativo y evaluó indicadores y criterios específicos dentro de este marco. Sus hallazgos subrayaron que la integración de indicadores de ciudades creativas en los espacios urbanos aumenta significativamente la satisfacción de los ciudadanos. Lograr veredas que reflejen los principios de una ciudad creativa requiere priorizar el desarrollo de estos indicadores.

Da Rocha et al. (2019), en su artículo *Quality of Sidewalks in a Brazilian City: A Broad Vision*, analizaron la calidad de las veredas en una ciudad brasileña de tamaño mediano combinando percepciones de los peatones con evaluaciones técnicas. Sus hallazgos revelaron que las veredas en Passo Fundo, similares a las de muchas ciudades brasileñas, obtuvieron una puntuación baja en el Índice de Calidad de las Veredas (SQL, por su sigla en inglés). El estudio enfatizó que un SQL alto puede mejorar la movilidad urbana y la calidad de vida, a la vez que tiene un impacto positivo en varios indicadores urbanos.

Lee et al. (2009), en su estudio *Design Criteria for an Urban Sidewalk Landscape Considering Emotional Perception*, investigaron las preferencias por el diseño de veredas utilizando principios de ingeniería afectiva. Al modelar las relaciones entre los elementos de diseño y sus proporciones en los paisajes de las veredas, el estudio propuso criterios para diseñar veredas cómodas y estéticamente agradables. Sus resultados destacaron la importancia de la ingeniería afectiva para crear entornos de veredas emocionalmente atractivos y visualmente atractivos.

III. REVISIÓN TEÓRICA

Las calles son un componente fundamental de los espacios urbanos al aire libre. Sirven no solo como corredores de transporte, sino también como lugares para interacciones sociales y actividades comerciales. No obstante, con la adopción generalizada de vehículos personales y la expansión de las áreas urbanas, el diseño de calles se ha centrado cada vez más en los vehículos. Los carriles más anchos y las redes viales más densas han mejorado el flujo y la eficiencia del tráfico, pero este cambio también ha degradado la calidad de los entornos urbanos al aire libre. En consecuencia, las veredas, que en algún momento fueron espacios vibrantes para el compromiso social y comercial, se han visto limitadas por desafíos como la contaminación del aire, el ruido y el estrés térmico (Lin et al., 2021, pág. 1). Las calles son los espacios públicos más extensos de las ciudades, y las veredas, como las áreas más frecuentadas por los

peatones, juegan un papel esencial en la configuración de sus percepciones psicológicas (Li et al., 2024, pág. 961).

Teóricos urbanos clásicos como Jan Gehl y Jane Jacobs han subrayado la importancia de los elementos sociales, psicológicos, culturales y ambientales en el diseño de espacios donde se puede caminar. Gehl abogó por ciudades diseñadas pensando en las personas, en lugar de los automóviles. Enfatizó que la animada vida urbana se basa en fomentar interacciones sociales significativas, crear una sensación de seguridad y ofrecer una experiencia estéticamente agradable a través de la arquitectura, la vegetación y el arte. Gehl creía que el potencial de una ciudad alegre se fortalece cuando se invita a más personas a caminar, andar en bicicleta y quedarse en los espacios públicos de la ciudad (Gehl, 2010, pág. 6). Jacobs, por otro lado, destacó la vitalidad de las calles llenas de diversos grupos de personas durante todo el día. Su concepto de "ojos en la calle" enfatizó que la vida activa en la calle aumenta naturalmente la seguridad. Jacobs también enfatizó la importancia de los usos mixtos del terreno, que aportan energía e imprevisibilidad a las calles, enriqueciendo las interacciones culturales y sociales, a la vez que fomentan una mayor actividad peatonal. Ella sostuvo que las veredas deben mantener un tráfico peatonal constante no solo para multiplicar la vigilancia, sino también para incitar a los residentes de los edificios adyacentes a observar la vida en la calle. Como señaló Jacobs (1989, pág. 54), "Muchas personas se entretienen, de vez en cuando, observando la actividad de la calle".

Además de estas contribuciones teóricas, un creciente cuerpo de investigación en las últimas décadas ha enfatizado la importancia de diseñar calles amigables para los peatones (Forsyth et al., 2009). La calidad de las redes peatonales se reconoce cada vez más como esencial para el desarrollo urbano sustentable y la movilidad (Forsyth et al., 2009). Esto implica abordar factores tangibles e intangibles, incluyendo el entorno físico y construido (por ejemplo, anchos de veredas y calles, copas de árboles, densidad de población, alturas de edificios y volúmenes de tráfico), atributos de diseño urbano (por ejemplo, capacidad de visualización, legibilidad, escala humana, cerramiento, transparencia, vinculación y coherencia) y respuestas humanas (por ejemplo, miedo al crimen, comodidad y participación). Estos factores dan forma colectivamente al atractivo y la funcionalidad de los espacios peatonales, pero a menudo se pasan por alto en la planificación urbana y las estrategias de accesibilidad peatonal (Stefanidis y Bartzokas-Tsiompräs, 2024, pág. 1).

Las veredas son elementos integrales de las calles y sirven como espacios dinámicos para diversas actividades. Desde una perspectiva de planificación, las veredas bien diseñadas e integradas reflejan la imagen de la ciudad. Las veredas atractivas y cuidadosamente planificadas contribuyen a la percepción de una ciudad bien organizada, mientras que las veredas mal diseñadas pueden proyectar una imagen de desorden (Abdallah,

2020, pág. 49).

Las deficiencias en las veredas y las restricciones a la movilidad de los peatones a menudo se derivan de defectos en la planificación, el diseño, la construcción y el mantenimiento (Jia et al., 2022, pág. 3). En los países en vías de desarrollo, es común encontrar problemas como intersecciones mal diseñadas, segmentos de veredas faltantes, cruces inadecuados, accesibilidad limitada para usuarios vulnerables y barreras deliberadas en las calles principales. Los desafíos de mantenimiento también son frecuentes, con veredas frecuentemente cubiertas de vegetación, obstruidas por escombros o invadidas por vendedores ambulantes, vehículos estacionados y actividades de carga. Estos problemas a menudo obligan a los peatones a participar en comportamientos riesgosos, como caminar en carriles de tránsito o cruzar calles en lugares inseguros. Si bien las iniciativas de seguridad vial tienden a centrarse en calles e intersecciones, a menudo se descuidan las condiciones de las veredas y las evaluaciones de la transitabilidad (Jia et al., 2022, pág. 3). De manera similar, el mantenimiento de las veredas no ha recibido suficiente atención en las discusiones sobre planificación urbana y políticas, a pesar de su papel fundamental para garantizar la seguridad y comodidad de los peatones (Khalak et al., 2024, pág. 455). El diseño orientado a los peatones contribuye significativamente a revitalizar los centros urbanos, al crear espacios colectivos que fomentan las interacciones sociales y la solidaridad entre los ciudadanos. Las áreas peatonales, según la definición de Ghadami (2019, pág. 950), son espacios urbanos donde se prioriza el movimiento peatonal, a menudo restringiendo o excluyendo por completo el tráfico vehicular durante horas específicas.

Se espera que las veredas brinden seis beneficios esenciales para los peatones: (1) conectividad sólida dentro de la red de senderos, (2) integración con el transporte público, (3) estética atractiva, (4) seguridad suficiente, (5) uso del suelo de grano fino y (6) senderos peatonales de alta calidad (Yencha, 2019, pág. 690). Estos factores se evalúan a través de dos categorías principales: características a nivel de vecindario (macroescala) y a nivel de vereda (microescala). Las características a nivel de barrio incluyen elementos ambientales como la diversidad del uso del suelo, la estética, la densidad de viviendas e intersecciones y la conectividad de las calles. Por el contrario, las características a nivel de la vereda se centran en características específicas de la infraestructura, incluidas las condiciones de la superficie, el ancho, el mobiliario y las cunetas. Estas características a microescala impactan directamente en la comodidad y satisfacción de los peatones. Sin embargo, el uso continuo y las condiciones ambientales adversas a menudo deterioran la infraestructura, lo que hace que el mantenimiento oportuno sea crucial para una funcionalidad óptima (Yussif et al., 2024, pág. 2).

El enfoque de las "Cinco C" es un marco integral para mejorar

las calles y aceras al priorizar la transitabilidad y acomodar diversas actividades. Este enfoque enfatiza la satisfacción de las necesidades de los peatones, tanto para actividades formales como informales, y describe cinco principios críticos para mejorar la experiencia de caminar:

- Conectado: establecer una red completa de rutas y veredas, tanto a macroescala (conectividad de calles) como a microescala (veredas conectadas física o visualmente).
- Cordial: estructurar veredas para facilitar las interacciones sociales satisfaciendo las necesidades de los usuarios de manera organizada e inclusiva, creando espacios más seguros, agradables y cómodos.
- Conspicuo: proporcionar señalización clara para calles, tiendas y actividades en las veredas para facilitar experiencias de caminata accesibles, fluidas y agradables.
- Cómodo: incorpora comodidades como asientos, dispositivos de sombreado y mantenimiento regular del pavimento para aumentar la comodidad.
- Convenient: diseñar veredas y calles para que sean eficientes, rentables y fáciles de usar, satisfaciendo las necesidades funcionales y estéticas de los peatones.

Al aplicar estos principios, las veredas pueden soportar una amplia gama de actividades a la vez que protegen la seguridad y la comodidad de los peatones. Lograr esto requiere alinear los patrones de actividad con estos principios y entender la relación entre los patrones de uso y la transitabilidad (Abdallah, 2020, pág. 59).

El enfoque en mejorar las veredas no es nuevo, pero ha evolucionado significativamente en las últimas décadas. Jane Jacobs, en su influyente trabajo desde la década de 1960, introdujo el concepto de "ojos en la calle", enfatizando el papel de los diversos usuarios de la calle para proporcionar vigilancia natural y mejorar la seguridad. Jacobs (1989, pág. 56) articuló este concepto con una visión particular sobre la sentimiento de protección que brinden las veredas, señalando la necesidad de "una suposición casi inconsciente de apoyo general en la calle cuando las cosas van mal" entre quienes brindan esta vigilancia. Ella resumió este fenómeno como "confianza", una construcción social que emerge gradualmente a través de innumerables interacciones menores en los espacios públicos de las veredas. Este concepto destaca cómo las amas de casa, comerciantes, peatones, vendedores ambulantes y oficinistas crean colectivamente una sensación de protección para todos los usuarios. Teorías posteriores de diseñadores urbanos y arquitectos han subrayado los beneficios de caminar y usar las veredas, incluida la reducción de la dependencia de los vehículos motorizados, menores emisiones de transporte y mejora de la salud pública (Mozingo, 1989; Smith y dos Santos, 2019). El aumento de la actividad peatonal también conduce a calles más seguras, una mayor vitalidad urbana y una mejor cohesión social.

La importancia de las veredas ha ganado una atención renovada

Índice	Indicador	Índice	Indicador	Índice	Indicador
I1	Seguridad	I6	Vitalidad	I11	Mantenimiento
I2	Protección	I7	Pisos	I12	Limpieza
I3	Illuminación	I8	Accesibilidad	I13	Pendiente adecuada
I4	Área verde	I9	Cohesión	I14	Ancho adecuado
I5	Movilidad	I10	Interacción social	I15	Apto para todos los grupos de la vida

Tabla 1. Indicadores de calidad de veredas. Fuente: Preparada por los autores.

en el diseño urbano, particularmente en la era pospandémica. Muchas ciudades han desarrollado pautas y principios para mejorar la habitabilidad y la sustentabilidad de las veredas, centrándose en factores como la accesibilidad universal, las conexiones seguras, la señalización, la estética, la protección, las superficies de calidad y el drenaje adecuado. Las veredas deben extender sus funciones más allá de proporcionar espacios de circulación, para fomentar el contacto directo entre los ciudadanos y sus entornos sociales.

En consecuencia, se han identificado cinco criterios básicos para un diseño efectivo de veredas:

- a. a) Accesibilidad: garantizar que todas las personas, incluidas aquellas con movilidad reducida, puedan usar las veredas de manera segura e independiente. Esto incluye brindar comodidad, refugio y protección a la vez que se adhiere a los principios de amplio acceso y facilidad de movimiento.
- b. b) Mantenimiento: abordar la condición física del pavimento, los materiales de recubrimiento y la adherencia del piso para garantizar la comodidad y seguridad de los peatones.
- c. c) Conectividad: establecer rutas continuas libres de obstáculos, con pasos a nivel, señalización adecuada y características de accesibilidad que se adapten a diversas necesidades.
- d. d) Protección: mejorar la protección real y percibida a través de una iluminación adecuada, la presencia de otros peatones y la infraestructura urbana diseñada para minimizar los riesgos.
- e. e) Ambiente: integración de elementos de paisajismo y características de diseño que mejoran la usabilidad y el atractivo visual de las veredas (Almeida et al., 2024, pág. 729).

Una red de veredas bien conectada es esencial para promover la movilidad peatonal, mejorar la accesibilidad y fomentar entornos urbanos sustentables y amigables para los peatones (Quijada-Alarcón et al., 2024; pág. 2).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación usó un enfoque descriptivo-analítico y aplicado en cuanto a contenido y metodología. Los datos y la información se recolectaron mediante un método de encuesta documental en terreno. Los indicadores para evaluar la calidad de las veredas urbanas se derivaron de una revisión exhaustiva de la literatura teórica.

La población estadística estaba formada por expertos en geografía y urbanismo. Una muestra de 10 expertos participó en una encuesta basada en cuestionarios para evaluar la calidad de las veredas en varias regiones de Ahvaz. Sus respuestas formaron la base para el análisis de la investigación.

Para analizar los datos, se emplearon varias metodologías:

- Se utilizó el sistema de inferencia difusa en el software MATLAB para establecer las reglas para medir la calidad de las veredas.
- Se aplicó el método de entropía para ponderar los indicadores.
- Se usó el modelo WASPAS para clasificar las regiones de Ahvaz en función de la calidad de la vereda.
- Se empleó el método de interpolación de Ponderación Inversa de la Distancia (IDW, por su sigla en inglés) para visualizar el estado de las veredas en Ahvaz.

Área de estudio de investigación

Ahvaz es una de las ciudades más grandes de Irán y es el principal centro financiero del país (Pakbaz et al., 2013, pág. 109). Es la ciudad capital de la provincia de Juzestán y está estratégicamente ubicada a lo largo del río Karun, uno de los ríos más importantes del país. Ubicada en una provincia rica en petróleo fronteriza con Irak y Kuwait, Ahvaz ocupa una posición geopolítica importante (Alizadeh y Sharifi, 2020, pág. 7). La ciudad limita con Sheiban, Veis, Mollasani, Shooshtar, Dezful

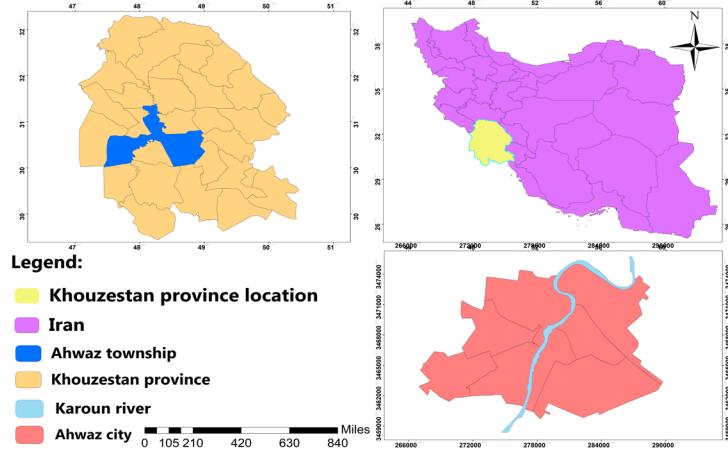


Figura 1. Área de estudio. Fuente: Preparada por los autores.

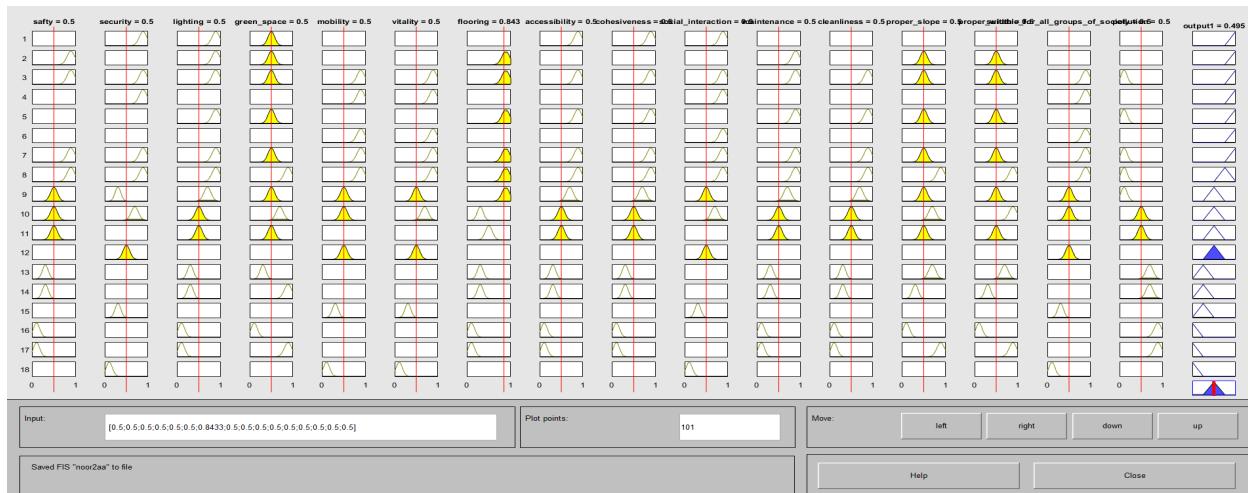


Figura 2. Reglas de salida del sistema de inferencia difusa. Fuente: Preparada por los autores.

y Shoosh al norte, Ramhormoz al este, Hamidieh al oeste y Shadegan, Mahshahr, Khoramshahr y Abadan al sur.

Ahvaz se divide en ocho regiones urbanas, cada una de las cuales consta de tres o cuatro distritos (Safaeepour et al., 2017, pág. 6). Las coordenadas geográficas de Ahvaz son 31°20'N y 48°40'E (Figura 1), con una elevación de 18 metros sobre el nivel del mar. El sector industrial de la ciudad, que incluye numerosas grandes plantas industriales, ha convertido a Ahvaz en uno de los centros industriales clave de Irán, atrayendo a muchos inmigrantes a la zona (Alavi et al., 2015, pág. 299). Con una superficie de aproximadamente 220 km², Ahvaz tiene una población de casi 1,2 millones de personas.

V. ANÁLISIS DE HALLAZGOS

Inicialmente, se implementó el modelo del sistema de inferencia difusa y se extrajeron 18 reglas para medir la calidad de las veredas urbanas en función de los indicadores de investigación. Las reglas son las siguientes (Figura 2):

- Regla 1: si la protección, la iluminación, la accesibilidad, la cohesión y la interacción social son muy altas, y las áreas verdes son promedio, entonces la calidad de las veredas será muy alta.
- Regla 2: si la seguridad, la iluminación, la calidad del piso

- y la interacción social son muy altas, y las áreas verdes, el ancho adecuado y la pendiente adecuada son promedio, entonces la calidad de las veredas será muy alta.
- Regla 3: si la seguridad, la protección, la iluminación, la movilidad, la vitalidad, el piso adecuado, la accesibilidad, la cohesión y la interacción social son muy altas, y las áreas verdes, el ancho adecuado y la pendiente adecuada son promedio, entonces la calidad de las veredas será muy alta.
 - Regla 4: si la protección, la iluminación, la movilidad, la vitalidad, la interacción social y la idoneidad para todos los grupos de la sociedad son muy altas, entonces la calidad de las veredas será muy alta.
 - Regla 5: si la iluminación, el piso adecuado, la accesibilidad, la cohesión, el mantenimiento y la limpieza son muy altos, y el área verde es promedio, entonces la calidad de las veredas será muy alta.
 - Regla 6: si la movilidad, la vitalidad, la interacción social y la idoneidad para todos los sectores de la sociedad son muy altas, entonces la calidad de las veredas será muy alta.
 - Regla 7: si la seguridad, la protección, la iluminación, la movilidad, la vitalidad, el piso apropiado, la accesibilidad, la cohesión, la interacción social, el mantenimiento, la limpieza y la idoneidad para todos los sectores de la sociedad son muy altas, y las áreas verdes, la pendiente adecuada y el ancho adecuado son promedio, entonces la calidad de las veredas será muy alta.
 - Regla 8: si la seguridad, la protección, la iluminación, la movilidad, la vitalidad, el piso adecuado, la accesibilidad, la cohesión, la interacción social, el mantenimiento, la limpieza y la idoneidad para todos los sectores de la sociedad son muy altas, y las áreas verdes, el ancho y la pendiente adecuados son altos, entonces la calidad de las veredas será relativamente alta.
 - Regla 9: si la iluminación, el piso adecuado, la accesibilidad, la cohesión, el mantenimiento y la limpieza son muy altos, y la seguridad, las áreas verdes, la movilidad, la vitalidad, la interacción social, la pendiente adecuada, el ancho adecuado y la idoneidad para todos los sectores de la sociedad son promedio, y la seguridad es baja, entonces la calidad de las veredas será promedio.
 - Regla 10: si la seguridad, movilidad, accesibilidad, cohesión, mantenimiento, limpieza e idoneidad para varios grupos de la sociedad son altas, y la seguridad, las áreas verdes, la vitalidad, la interacción social, la pendiente adecuada y el ancho adecuado son altos, y la calidad del piso es baja, entonces la calidad de las veredas será promedio.
 - Regla 11: si la seguridad, la iluminación, las áreas verdes, los pisos adecuados, la accesibilidad, la cohesión, el mantenimiento, la limpieza, la pendiente adecuada y el ancho adecuado son promedio, entonces la calidad de las veredas será casi promedio.
 - Regla 12: si la protección, la movilidad, la vitalidad, la interacción social y la idoneidad para todos los grupos de la sociedad son promedio, entonces la calidad de las veredas será casi promedio.

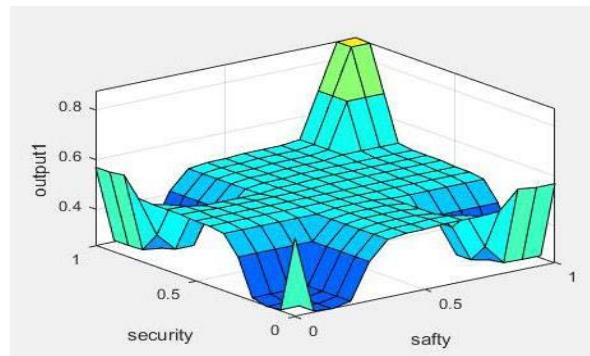


Figura 3. Diagrama de salida de las reglas del sistema de inferencia difusa. Fuente: Preparada por los autores.

- Regla 13: si la pendiente y el ancho adecuados son altos, y la seguridad, la iluminación, las áreas verdes, los pisos adecuados, la accesibilidad, la cohesión, el mantenimiento y la limpieza son bajos, entonces la calidad de las veredas será baja.
- Regla 14: si el área verde es demasiado alta y la seguridad, la iluminación, el piso adecuado, la accesibilidad, la cohesión, el mantenimiento, la limpieza, la pendiente adecuada y el ancho adecuado son bajos, entonces la calidad de las veredas será baja.
- Regla 15: si el área verde es demasiado alta y la protección, movilidad, vitalidad, pisos apropiados, interacción social e idoneidad para todos los grupos de la sociedad son bajos, entonces la calidad de las veredas será baja.
- Regla 16: si la seguridad, la iluminación, las áreas verdes, los pisos adecuados, la accesibilidad, la cohesión, el mantenimiento, la limpieza, la pendiente adecuada y el ancho adecuado son demasiado bajos, entonces la calidad de las veredas será demasiado baja.
- Regla 17: si las áreas verdes, la pendiente adecuada y el ancho adecuado son demasiado altos, y la seguridad, la iluminación, las áreas verdes, los pisos adecuados, la accesibilidad, la cohesión, el mantenimiento y la limpieza son demasiado bajos, entonces la calidad de las veredas será demasiado baja.
- Regla 18: si la seguridad, la movilidad, la vitalidad, la interacción social y la idoneidad para todos los grupos de la sociedad son demasiado bajas, entonces la calidad de las veredas será demasiado baja.

Eventualmente, la siguiente figura ilustra el diagrama de salida generado por el sistema de inferencia difusa, mostrando los resultados de las reglas (Figura 3).

Posteriormente, se evaluó el estado de las veredas urbanas en varias regiones de Ahvaz. Se distribuyó un cuestionario a los expertos, quienes proporcionaron sus evaluaciones de la calidad

Índice	Seguridad	Protección	Iluminación	Área verde	Movilidad
w	0,0666	0,0668	0,0673	0,0665	0,0670
Índice	Vitalidad	Pisos	Accesibilidad	Cohesión	Interacción social
w	0,0669	0,0664	0,0671	0,0665	0,0673
Índice	Mantenimiento	Limpieza	Pendiente adecuada	Ancho adecuado	Apto para todos los grupos de la vida
w	0,0655	0,0665	0,0662	0,0664	0,0671

Tabla 2. Ponderaciones de índices. Fuente: Preparada por los autores.

de las veredas en función de la zonificación de la ciudad. Luego, se calculó y analizó el promedio de sus respuestas. Se aplicó el modelo de entropía de Shannon para determinar la ponderación de los indicadores. Los resultados de este modelo, que muestran las ponderaciones asignadas a cada indicador, se presentan en la Tabla 2 a continuación para un análisis adicional en las etapas posteriores.

Luego, los resultados del cuestionario de los expertos, junto con las ponderaciones de los indicadores obtenidos en el paso anterior, se ingresaron al software Excel para determinar la clasificación de las regiones según la calidad de las veredas utilizando el modelo WASPAS. Se obtuvo un valor numérico para cada región, y se determinó su rango correspondiente, como se muestra en la Tabla 3.

Esta tabla ilustra la clasificación de las regiones, con la Región Tres con el puntaje de calidad de vereda más alto (0,929) y la Región 7 con el más bajo (0,454).

Los resultados de los pasos anteriores se ingresaron en el software SIG para ilustrar claramente la situación actual. Usando el modelo de interpolación IDW, se representó el contorno general de la calidad de la vereda en todas las regiones (Figura 4).

Al analizar los resultados de los modelos WASPAS e IDW, se encontró que la Región Tres tiene la mayor calidad de veredas urbanas en comparación con otras regiones (Figura 5). Las veredas de esta zona destacan por sus niveles superiores de seguridad. La protección es consistentemente alta en la mayoría de las veredas de la región. Además, la Región Tres cuenta con amplias áreas verdes, pisos en buen estado, pendiente adecuada y un alto grado de cohesión. El mantenimiento regular garantiza que las veredas estén bien cuidadas. Estos factores hacen que las veredas de esta región sean accesibles para diversos grupos

Región	Q2	Clasificación
1	0,608	4
2	0,820	2
3	0,929	1
4	0,738	3
5	0,575	5
6	0,460	7
7	0,454	8
8	0,558	6

Tabla 3. Clasificaciones de regiones basadas en la calidad de las veredas. Fuente: Preparada por los autores.

sociales y promuevan las interacciones sociales. Sin embargo, la accesibilidad sigue siendo un desafío en algunos barrios de la región.

La Región Dos ocupa el segundo lugar (Figura 6). La vitalidad y movilidad de las veredas aquí es mayor que en otras regiones. La seguridad también es una característica importante en la mayoría de las áreas, con veredas bien mantenidas que atienden a una amplia gama de usuarios. Estos elementos juntos impulsan la interacción social. Sin embargo, la protección es una preocupación importante, ya que ciertas veredas en esta región sufren niveles de protección más bajos.

La Región Cuatro ocupa el tercer lugar (Figura 7). Las veredas de esta región se distinguen particularmente por su alta accesibilidad, que es la mejor de la ciudad. Además, la mayoría de las veredas aquí tienen un ancho óptimo. La interacción social

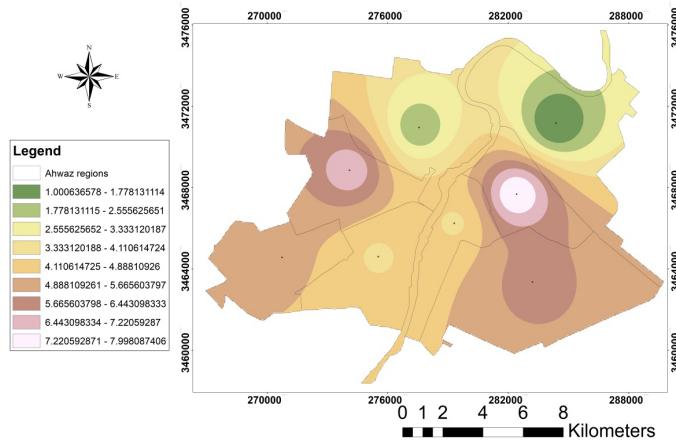


Figura 4: IDW de calidad de vereda. Fuente: Preparada por los autores.



Figura 5: Vereda en la Región Tres. Fuente: Foto tomada por los autores.



Figura 6: Vereda en la Región Dos. Fuente: Foto tomada por los autores.

prevalece a lo largo de muchas de estas veredas, y los niveles de movilidad y seguridad son relativamente altos. Sin embargo, hay dos problemas importantes: la grave falta de iluminación y la urgente necesidad de mejorar las áreas verdes. Lo que es más, el mantenimiento es inadecuado en algunas partes de la región, lo que afecta aún más la calidad de las veredas.

La Región Uno ocupa el siguiente lugar en la clasificación general (Figura 8). Las veredas exhiben una movilidad y vitalidad excepcionalmente altas, mejorando significativamente las interacciones sociales. Estas veredas generalmente son aptas para el uso de diversos grupos sociales. No obstante, carecen de la pendiente y el ancho adecuados, y el piso a menudo es inadecuado. La iluminación insuficiente es otro problema en esta región. Existe una necesidad apremiante de aumentar el área verde y un mantenimiento más frecuente para mejorar la calidad de las veredas.



Figura 8: Vereda en la Región Uno. Fuente: Foto tomada por los autores.

La Región Cinco ocupa el quinto lugar (Figura 9). Las veredas en esta región obtienen una puntuación baja en varios indicadores. Si bien algunas veredas tienen un ancho casi adecuado, la calidad general sigue siendo baja. La interacción social es relativamente alta en ciertas áreas, pero la protección es una preocupación importante, ya que la mayoría de las veredas en esta región tienen muy poca protección. El piso es frecuentemente inadecuado y el mantenimiento es irregular. Además, las veredas sufren de poca iluminación y falta de áreas verdes. La vitalidad y la accesibilidad son bajas, y muchas áreas están plagadas de pendientes inadecuadas y poca cohesión.

La Región Ocho le sigue de cerca (Figura 10). Si bien ciertas veredas en esta región demuestran una alta interacción social, en general, la calidad es baja. La limpieza es solo moderadamente aceptable y falta cohesión. La accesibilidad es baja y las veredas no satisfacen bien las necesidades de los



Figura 7: Vereda en la Región Cuatro. Fuente: Foto tomada por los autores.



diferentes grupos sociales, lo que limita la interacción social. Como resultado, la vitalidad y la movilidad también son bajas. Muchas de las veredas aquí se ven obstaculizadas por un ancho, pendiente e iluminación inadecuados y áreas verdes insuficientes. La seguridad y la protección son preocupaciones importantes, y el mantenimiento es insuficiente.

La Región Seis es la siguiente en la clasificación (Figura 11). Las veredas aquí funcionan bien solo en términos de interacción social, lo que aumenta ligeramente la vitalidad del área. Sin embargo, carecen de muchos otros indicadores clave. Las veredas son demasiado estrechas y tienen pendientes inadecuadas, lo que genera poca accesibilidad. La seguridad y la protección son mínimas, y el área verde es extremadamente limitada. La limpieza y el mantenimiento se descuidan en gran medida, lo que hace que las veredas no sean aptas para la comunidad.



Figura 9: Vereda en la Región Cinco. Fuente: Foto tomada por los autores.



Figura 10: Vereda en la Región Ocho. Fuente: Foto tomada por los autores.



Figura 11: Vereda en la Región Seis. Fuente: Foto tomada por los autores.



Figura 12: Vereda en la Región Siete. Fuente: Foto tomada por los autores.

La Región Siete ocupa el puesto más bajo (Figura 12). Las veredas aquí tienen un desempeño deficiente en todos los indicadores estudiados. Carecen notablemente de seguridad, y temas como pendientes inadecuadas, ancho insuficiente y áreas verdes inadecuadas son particularmente problemáticos. La iluminación y los pisos también son deficientes. La protección es baja en toda la región, lo que hace que las veredas no sean aptas para una amplia gama de usuarios. La vitalidad y movilidad de estas veredas son consistentemente bajas, y se descuida el mantenimiento y la limpieza, disminuyendo aún más su calidad.

VI. CONCLUSIÓN

Las veredas son, sin lugar a dudas, uno de los componentes más críticos de la infraestructura urbana. No solo facilitan el movimiento peatonal, sino que también contribuyen significativamente a la vitalidad de los espacios públicos, simbolizando la identidad, el civismo y la calidad de vida de una ciudad. Aunque la importancia de mejorar las veredas no es nueva, ha ganado una mayor atención en las últimas décadas, particularmente a raíz de la pandemia de COVID-19. El período pospandémico fue testigo de una mayor atención a las modificaciones de la infraestructura urbana, en particular la ampliación de caminos y senderos peatonales para mejorar la seguridad y la comodidad de los peatones. Además, la mayor preferencia por el uso de las veredas en lugar del transporte público, impulsada por su naturaleza al aire libre y la reducción del contacto interpersonal, ha amplificado de manera importante el enfoque en la mejora de la calidad de la infraestructura peatonal durante este período.

Este cambio ha llevado a muchas ciudades a adoptar pautas y principios para crear áreas peatonales más habitables y sustentables, fomentando espacios urbanos vibrantes y activos.

En Ahvaz, particularmente dentro de sus centros administrativos y comerciales, las altas densidades de población durante las horas de mayor afluencia subrayan la necesidad de una investigación integral para evaluar y mejorar la calidad de las veredas. Este estudio buscó evaluar la condición de las veredas en las regiones de la ciudad utilizando una combinación de métodos documentales y de encuestas en terreno. Los datos se recopilaron a través de un cuestionario estructurado distribuido a expertos en geografía y planificación urbana, proporcionando la base para medir la calidad de las veredas.

El estudio usó un sistema de inferencia difusa en el software MATLAB para analizar los datos y crear reglas de medición de calidad. La entropía de Shannon se usó para asignar ponderaciones a diferentes indicadores, y el modelo WASPAS se utilizó para clasificar las regiones de la ciudad en función de la calidad de las veredas. Los hallazgos revelan varios problemas críticos con las veredas de Ahvaz. Una debilidad que resalta es la prevalencia de pendientes inadecuadas, que con frecuencia hacen intransitables las veredas durante la temporada de lluvias. Además, los pisos inadecuados

plantean desafíos para los peatones, particularmente para las personas con movilidad reducida. Muchas veredas carecen de suficiente iluminación y áreas verdes, mientras que la seguridad y la protección siguen siendo preocupaciones apremiantes.

A pesar de estos desafíos, el estudio destaca una fortaleza notable: las veredas de Ahvaz soportan niveles relativamente altos de interacción social, lo que aumenta su vitalidad y movilidad hasta cierto punto. No obstante, esta fortaleza se ve ensombrecida por la necesidad de mejoras significativas en el mantenimiento, la limpieza y la accesibilidad general. Abordar estas deficiencias a través de una planificación urbana estratégica e intervenciones específicas no solo mejorará la calidad de las veredas de Ahvaz, sino que también mejorará la habitabilidad y funcionalidad de sus espacios urbanos para todos los residentes. Para mejorar la calidad de las veredas en Ahvaz, los esfuerzos de planificación urbana deben priorizar problemas específicos que actualmente son inadecuados en la mayoría de las áreas de la ciudad. Una medida crítica es expandir las áreas verdes y la vegetación a lo largo de las veredas, utilizando especies de plantas nativas para garantizar la sustentabilidad. Adicionalmente, se debe priorizar la gestión de desechos en toda la ciudad, ya que la contaminación ambiental interrumpe significativamente la usabilidad de estos espacios. La atención al mobiliario urbano, como bancos y estructuras de sombreado, puede mejorar aún más la comodidad de los peatones al proporcionar áreas de descanso. Además, revitalizar los paisajes urbanos de Ahvaz a través de mejoras estéticas y promover actividades grupales, incluidos eventos culturales y artísticos, inyectaría una vitalidad muy necesaria en la ciudad. A pesar de ser esenciales para la vitalidad urbana, actualmente estas actividades escasean en Ahvaz. Finalmente, las preocupaciones prácticas, como los ajustes adecuados de la pendiente, los materiales duraderos del pavimento y la iluminación adecuada, deben implementarse de manera consistente en todos los distritos. La adopción de estas medidas elevaría sustancialmente la calidad de las veredas en todo Ahvaz.

VII. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES CREDIT.

Conceptualización, M.G.; Curación de datos, M.G.; Análisis formal, M.G. & Z.S.; Adquisición de financiación, N.A. & Z.S.; Investigación, M.G., Z.S. & N.A.; Metodología, M.G. & N.A.; Administración de proyecto, M.G.; Recursos, Z.S. & N.A.; Software, M.G.; Supervisión, M.G.; Validación, Z.S. & N.A.; Visualización, N.A.; Escritura – borrador original, M.G. & N.A.; Escritura – revisión y edición M.G. & Z.S.

VIII. REFERENCIAS

Abdallah, D. A. A. (2020). *Sidewalks informality: Impacts of transgressive informal practices on people's perceived walkability. The case of Downtown, Cairo in time of a pandemic* [Tesis de Magíster, Universidad Ain Shams, Egipto]. Sistema Shams de tesis universitarias. https://iusd.asu.edu.eg/wp-content/uploads/2021/06/MSC-Sidewalks-informality-Dina-Alaa-Ali_compressed-1.pdf

- Alavi, N., Shirmardi, M., Babaei, A., Takdastan, A., y Bagheri, N. (2015). Waste electrical and electronic equipment (WEEE) estimation: A case study of Ahvaz City, Iran. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 65(3), 298–305. <https://doi.org/10.1080/10962247.2014.976297>
- Alizadeh, H., y Sharifi, A. (2020). Assessing resilience of urban critical infrastructure networks: A case study of Ahvaz, Iran. *Sustainability*, 12(9), 3621. <https://doi.org/10.3390/su12093691>
- Almeida, R. A. de, Hardt, L. P. A., y Hardt, C. (2024). Sidewalks as places for socialization: Urban equity for people with reduced mobility. *Cadernos Metrópole*, 26(60), 727–755. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2024-6015>
- Ekra Sardashti, A., y Sajadzadeh, H. (2021). Measuring and evaluating the quality of urban walkways from the perspective of the creative urban space, Case study: Central urban walkway in Rasht city of Iran. *Armanshahr Architecture and Urban Development*, 14(34), 169–181. <https://doi.org/10.22034/auaud.2020.202474.2006>
- Forsyth, A., Michael Oakes, J., Lee, B., y Schmitz, K.H. (2009). The Built Environment, Walking, and Physical Activity: Is the Environment More Important to Some People than Others? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(1), 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2008.10.003>
- Gehl, J. (2010). Cities for People; *Island Press*: Washington, DC, USA, 269 p.
- Ghadami, S. (2019). Investigating the functional role of sidewalks in promoting social interactions (Case study: Aminolmolk Street in Tehran). *International Journal of Engineering and Technology*, 11(4), 950–959. <https://doi.org/10.21817/ijet/2019/v11i4/191104076>
- Jacobs, J. (1989). The death and life of great American cities. *Random House*. 458 p.
- Janpathompong, S., y Murakami, A. (2021). Understanding Thai urban pedestrian culture during noon break: How sidewalk users experience the walking infrastructure in Bangkok, Thailand. *Nakharo: Journal of Environmental Design and Planning*, 20(3), 115. <https://doi.org/10.54028/NJ202120115>
- Jia, W., Fantta, B.T., y Alcalá, Y. M. (2022). Addis Ababa Sidewalk Safety and Improvement Study. *Washington, DC: Banco Mundial*. 72. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099427403282212415/pdf/IDU016981078031bd04bce0b83202391d87a8a9a.pdf>
- Khalak, A. A., Hussen, M., Ahmed, S., y Pandya, T. (2024). Pedestrian safety at signalized intersections in developing countries: A critical appraisal. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(2), 454–457. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0224.0413>
- Kowaleski-Jones, L., Zick, C., Smith, K. R., Brown, B., Hanson, H., y Fan, J. (2018). Walkable neighborhoods and obesity: Evaluating effects with a propensity score approach. *SSM - Population Health*, 6, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2017.11.005>
- Lee, B. J., Jang, T. Y., Wang, W., y Namgung, M. (2009). Design criteria for an urban sidewalk landscape considering emotional perception. *Journal of Urban Planning and Development*, 135(4). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000013](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000013)
- Li, Y., Li, M., Xu, Y., y Tao, J. (2024). "Interface-element-perception" model to evaluate urban sidewalk visual landscape in the core area of Beijing. *Frontiers of Architectural Research*, 13(5), 960–977. <https://doi.org/10.1016/j foar.2023.12.006>
- Lin, B.-S., Cho, Y.-H., y Hsieh, C.-I. (2021). Study of the thermal environment of sidewalks within varied urban road structures. *Urban Forestry & Urban Greening*, 62, 127137. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127137>
- Motahari Tabar, M., y Hosseininia, M. (2022). Investigating the policies of the impact of sidewalks on the quality of housing (Case study of Bu Ali sidewalk in Hamedan). *Journal of Urban Environmental Planning and Development*, 2(5), 73–86. <https://sid.ir/paper/1022289/en>
- Moradpour, N., Poorahmad, A., y Hataminejad, H. (2018). A comparative study of development indicators of walking in Tehran (Case study: neighborhood Amirabad and Tehran University). *Geographic Space*, 18(62), 211–235. <https://sid.ir/paper/91717/en>
- Mozingo L. (1989). Women and downtown open spaces. *Places*, 6(1), 38–47. <https://escholarship.org/uc/item/7jd71866>
- Norton, P. D. (2011). Fighting traffic: The dawn of the motor age in the American city. *MIT Press*.
- Pakbaz, M. S., Imanzadeh, S., y Bagherinia, K. H. (2013). Characteristics of diaphragm wall lateral deformations and ground surface settlements: Case study in Iran—Ahvaz metro. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 35, 109–121. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2012.12.008>
- Quijada-Alarcón, J., Rodríguez-Rodríguez, R., Icaza, A., González-Cancelas, N., y Bethancourt-Lasso, G. (2024). Social perception of the connectivity and quality of sidewalks in the Metropolitan Area of Panama. *Journal of Maps*, 20(1), 2349167. <https://doi.org/10.1080/17445647.2024.2349167>
- Rachmanto, A. S. (2021). The appropriation of sidewalks for e-scooter use: From the urban built environment perspective. *Smart City*, 1(1), 1–15. <https://doi.org/10.56940/scv1.i1.6>
- Rhoads, D., Rames, C., Solé-Ribalta, A., González, M. C., Szell, M., y Borge-Holthoefer, J. (2023). Sidewalk networks: Review and outlook. *Computers, Environment and Urban Systems*, 106, 102031. <https://doi.org/10.1016/j.comenvurbsys.2023.102031>
- Da Rocha, V. T., Brandli, L. L., Kalil, R. M. L., Salvia, A. L., y Prietto, P. D. M. (2019). Quality of sidewalks in a Brazilian city: A broad vision. *Theoretical and Empirical Research in Urban Management*, 14(2), 41–58. <https://um.ase.ro/v14i2/3.pdf>
- Rundle, A. G., y Heymsfield, S. B. (2016). Can Walkable Urban Design Play a Role in Reducing the Incidence of Obesity-Related Conditions? *JAMA*, 315(20), 2175–2177. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.5635>
- Safaeepour, M., Maleki, S., Hataminejad, H., y Modanlou, M. (2017). Evaluation of city prosperity index in Iranian-Islamic cities: A case study of Ahvaz Metropolis. *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies*, 5(4), 1750025. <https://doi.org/10.1142/S234574811750025>
- Smith, H., y dos Santos, P. M. (October 8, 2019). 8 principles to better sidewalks. Complete Streets, TheCityFix. <https://thecityfix.com/blog/8-principles-better-sidewalks-hillary-smith-paula-manoela-dos-santos/>
- Stefanidis, R.-M., y Bartzokas-Tsiompras, A. (2024). Pedestrian accessibility analysis of sidewalk-specific networks: Insights from three Latin American Central Squares. *Sustainability*, 16(21), 9294. <https://doi.org/10.3390/su16219294>
- Yencha, C. (2019). Valuing walkability: New evidence from computer vision methods. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 130, 689–709. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.053>
- Yussif, A.-M., Zayed, T., Taiwo, R., y Fares, A. (2024). Promoting sustainable urban mobility via automated sidewalk defect detection. *Sustainable Development*, 32(5), 5861–5881. <https://doi.org/10.1002/sd.2999>
- Zapata-Diomedes, B., Boulangé, C., Giles-Corti, B., Phelan, K., Washington, S., Veerman, J. L., y Gunn, L. D. (2019). Physical activity-related health and economic benefits of building walkable neighbourhoods: a modelled comparison between brownfield and greenfield developments. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 16, 11. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0775-8>
- Zarghami, E., Ajdahfar, Sh., y Todehfallah, S. (2015). Investigating the relationship between urban pedestrian design and feeling of psychological Safety (Case study: Tehran). The First National Conference on Geography, Urban Planning and Sustainable Development, Tehran. <https://civilica.com/doc/266884>

ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD PEATONAL EN LA ZONA COMERCIAL DE IBAGUÉ, COLOMBIA¹

ANALYSIS OF PEDESTRIAN MOBILITY IN THE COMMERCIAL AREA OF IBAGUÉ, COLOMBIA

MARÍA ALEJANDRA SOTO-GUAYARA ²
JORGE MARIO GALINDO-GARCÍA ³
MARÍA JULIANA ROJAS-SALGADO ⁴
JUAN GUILLERMO ZULUAGA-VILLERMO ⁵

- 1 Artículo desarrollado con base en los resultados del trabajo de grado para obtención del título de Ingenieros Civiles de María Alejandra Soto Guayara y Jorge Mario Galindo García, supervisado por María Juliana Rojas Salgado y Juan Zuluaga Villermo.
- 2 Estudiante programa profesional. Ingeniería Civil
Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia
<https://orcid.org/0009-0006-7355-5148>
2520201036@estudiantesunibague.edu.co
- 3 Estudiante programa profesional. Ingeniería Civil
Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia
<https://orcid.org/0009-0007-6298-0664>
2520201082@estudiantesunibague.edu.co
- 4 Ingeniera Industrial
Docente, Departamento de Logística y Ciencias de datos
Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-8834-243X>
maria.rojas@unibague.edu.co
- 5 Magíster en Ingeniería
Estudiante de doctorado en Sistemas de Transporte. Instituto Superior Técnico
Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal
<https://orcid.org/0000-0002-2236-6279>
juan.villermo@tecnico.ulisboa.pt



La caminabilidad describe la facilidad y comodidad con la que las personas pueden desplazarse a pie en un entorno urbano de manera ágil y fluida. Para analizar este aspecto, se utiliza el índice de caminabilidad, un indicador que relaciona el espacio público con la infraestructura y las condiciones que la ciudad ofrece para que los peatones puedan desplazarse de un lugar a otro de manera segura, cómoda y eficiente. Planificar ciudades caminables ofrece beneficios en salud, bienestar, eficiencia e inclusión para sus habitantes. Este trabajo construye un índice de caminabilidad en la Carrera Tercera entre calles 10 y 19 en Ibagué, Colombia. Se utilizó una metodología de 4 fases: contextualización de la zona, recolección y categorización de datos, construcción del indicador y aplicación del índice. Se obtuvo un puntaje de 3.27 en una escala de 1 a 5. Aunque la infraestructura tuvo puntajes altos, las variables socioambientales impactaron el resultado final, subrayando la necesidad de crear espacios que fomenten la interacción social y la convivencia comunitaria.

Palabras clave: caminabilidad, infraestructura, índice, espacio público

Walkability refers to the ease and comfort with which people can move around on foot quickly and fluidly in an urban environment. To analyze this aspect, the walkability index is used, an indicator that relates public space to the infrastructure and conditions that the city offers for pedestrians to move from one place to another in a safe, comfortable, and efficient manner. Planning walkable cities provides benefits for their inhabitants, including improved health, well-being, efficiency, and inclusion. This work constructs a walkability index for Carrera Tercera between Calles 10 and 19 in Ibagué, Colombia. A four-phase methodology was used: contextualization of the area, data collection and categorization, construction of the indicator, and application of the index. A score of 3.27 was obtained on a scale of 1 to 5. Although the infrastructure received high scores, the socio-environmental variables influenced the final result, underscoring the need to create spaces that promote social interaction and community living.

Keywords: walkability, infrastructure, index, public space

I. INTRODUCCIÓN

Los índices de caminabilidad evalúan objetivamente las características que influyen en la experiencia del peatón y generan un puntaje numérico. Estos resultados identifican componentes del entorno con falencias y permiten hacer seguimiento a proyectos de mejora o priorización de intervenciones durante la vida útil de la infraestructura. Históricamente, la caminabilidad se cuantificaba solo como la medida en que un ambiente físico permite caminar, basada en características geométricas de diseño o estado y calidad de superficies. Sin embargo, actualmente se sabe que la infraestructura no debe medirse de manera aislada, ya que podría no reflejar adecuadamente la caminabilidad (Stockton et al., 2016). Paulo dos Anjos Souza Barbosa et al. (2019) confirman que factores como la densidad de población y el uso del suelo son clave para desplazamientos a pie, tanto de peatones como de personas con movilidad reducida. Además, la interacción entre uso del suelo, sistemas de transporte y diseño urbano afecta el comportamiento peatonal y genera importantes consecuencias ambientales (Larranaga et al., 2019).

El objetivo de este trabajo es desarrollar un índice de caminabilidad específico para la zona de estudio, que combine variables cualitativas y cuantitativas, con el fin de identificar las áreas con un alto potencial de mejora. Esta investigación se realizó en la ciudad de Ibagué, centro-occidente de Colombia, específicamente en el centro histórico, en la Carrera Tercera entre calles 10 y 19 (Figura 1).

II. MARCO TEÓRICO

La literatura sugiere que los entornos que son más caminables están asociados con una mayor actividad física, menores tasas de obesidad y una mejor salud cardiovascular. Ewing y Handy (2009) afirman que los factores importantes para la caminabilidad incluyen tener en cuenta la densidad poblacional de la zona, la mezcla de los usos del suelo, la conexión de las calles, la seguridad (tanto personal como vial) y la calidad del entorno peatonal. Adicionalmente, Sallis y Glanz (2006) en su investigación demostraron que el diseño del entorno construido puede influir y modificar el comportamiento de las personas, en cuanto a salud y actividad física.

En las últimas décadas, ha crecido el interés por investigar la relación entre espacio urbano y movimiento, dividido en dos líneas principales: una sobre el comportamiento espacial de las personas y su interacción con el entorno, y otra sobre la aplicación de este conocimiento en planificación de infraestructuras, gestión de áreas naturales y movilidad no motorizada (Orellana et al., 2017). En ciudades no diseñadas para caminar, los peatones enfrentan peligros como carreteras inseguras, contaminación y estrés, que afectando la salud física y mental. Según el Institute for Transportation & Development Policy [ITDP], los sectores más vulnerables suelen caminar por falta de alternativas, mientras que ciudades caminables, con vecindarios densos y de uso mixto, permiten ahorrar en transporte y reducir el estrés (ITDP, 2020).

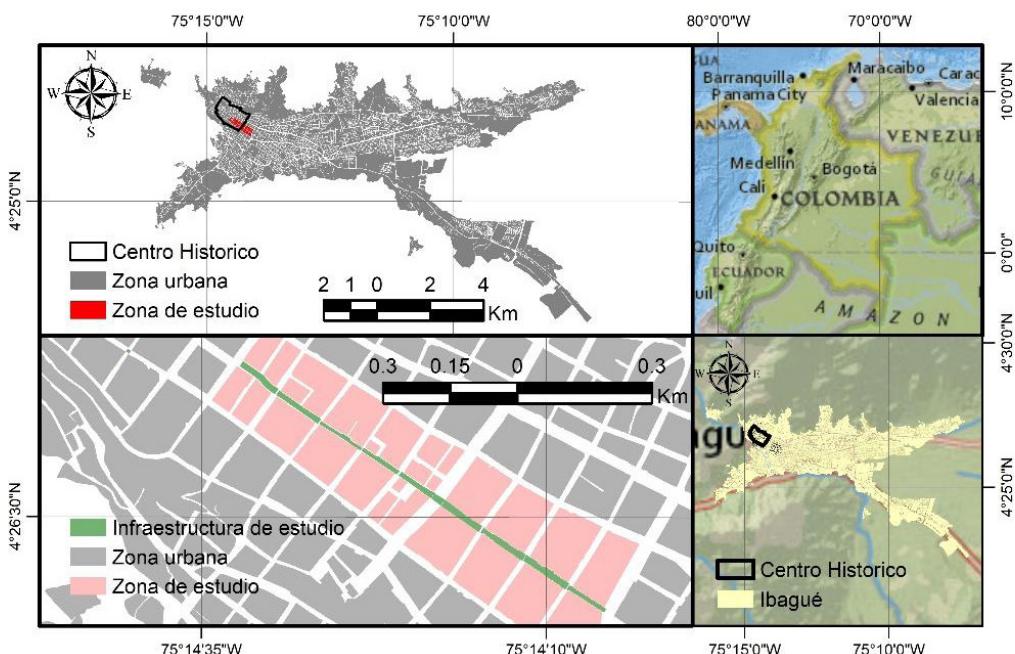


Figura 1. Localización geográfica de la ciudad de Ibagué y zona de estudio. Fuente: Elaboración de los Autores.

Autores	Lugar	Categorías
Gutiérrez-López et al. (2019)	Bogotá, Colombia	Calidad ambiental, densidad, proximidad, confort, entropía
Castro (2021)	Bogotá, Colombia	Infraestructura, seguridad vial, seguridad ciudadana, acceso al destino, comodidad
Wibowo et al. (2015)	Bandung, Indonesia	Seguridad, protección, comodidad, atractivo, políticas de apoyo
Pulla y Hermida (2021)	Cuenca, Ecuador	Mixtividad de usos, Confort-ambiental, Seguridad, Infraestructura vial
Ewing y Handy (2009)	EE. UU.	Densidad poblacional, mezcla de usos del suelo, conectividad de las calles, seguridad, calidad del entorno peatonal
Sallis y Glanz (2006)	EE. UU.	Diseño del entorno, salud pública

Tabla 1. Referentes internacionales y nacionales en la selección de variables para la medición de caminabilidad. Fuente: Elaboración de los autores.

Caminar es un componente esencial para fomentar comunidades más saludables, ecológicas y socialmente activas, y en muchos casos, es la única forma en que muchas personas pueden acceder a sus actividades diarias. Sin embargo, la disminución del acceso peatonal en la mayoría de las ciudades durante el último siglo ha creado desafíos importantes para el diseño urbano, especialmente en términos de seguridad, accesibilidad e inclusión social (Moura et al., 2017).

La calidad de vida abarca múltiples dimensiones, desde la salud física y mental de los ciudadanos hasta el acceso a servicios básicos, seguridad, y oportunidades de empleo y recreación. Aunque no siempre es fácil de medir, es un indicador que refleja diversos factores que afectan directamente el bienestar urbano. En este sentido, el caso de Pontevedra, una ciudad ubicada en el noroeste de España, específicamente en la comunidad autónoma de Galicia, es ejemplar, ya que la mejora de la calidad de vida se logró mediante la creación de espacios públicos más seguros, una mejor movilidad peatonal, y la reducción de la contaminación, lo que ha hecho la ciudad más habitable y atractiva para sus habitantes (Pazos-Otón et al., 2024).

Es responsabilidad de la sociedad y las autoridades garantizar un entorno accesible para todos los ciudadanos en igualdad de condiciones (Hernández Galán, 2011). Planificar una movilidad sostenible es una meta clave para los gobiernos. Mejorar las condiciones de peatones y ciclistas facilita el desplazamiento, reduce contaminación y congestión, y ofrece beneficios sociales (Guzman et al., 2020). Las ciudades donde caminar es un medio de transporte predominante benefician tanto a grupos privilegiados como marginados. En Estados Unidos, las personas con menores ingresos destinan casi un tercio de sus ingresos al transporte. En Nairobi, Kenia, más de la mitad de los residentes con bajos ingresos caminan al trabajo porque el transporte público no es económicamente accesible. Sin embargo, esta alta caminata no se debe a un diseño urbano para peatones, sino a la falta de alternativas (ITDP, 2020).

Por ello, la infraestructura peatonal, debe priorizar la accesibilidad para todos los usuarios, especialmente los más desfavorecidos. Además, el espacio público debe diseñarse no solo ofrecer condiciones adecuadas para el peatón, sino también fomentar la integración social, la inclusión de grupos marginados y mejorar el bienestar mental y emocional durante los desplazamientos. Esta visión implica adoptar un diseño urbano con un enfoque en la dimensión humana, que considera factores como la accesibilidad, la escala, la seguridad, el mobiliario y la vegetación (Cevallos y Parrado 2018).

La movilidad urbana es un componente clave del bienestar, y su análisis permite evaluar la aplicabilidad de diversos enfoques y metodologías de medición (Oviedo y Guzman, 2020). En este contexto, el desarrollo de un índice de caminabilidad ofrece una solución para superar estas limitaciones, que proporcionan una medida estandarizada y objetiva de la calidad del entorno peatonal. Este índice puede combinar múltiples criterios y factores para ofrecer una evaluación más completa y ser utilizado por los planificadores urbanos para identificar áreas que necesitan mejoras y medir el impacto de las intervenciones en la caminabilidad (Giles-Corti et al., 2016).

A pesar de la importancia de la caminabilidad, medir este concepto sigue siendo un desafío para planificadores urbanos e investigadores. Existen herramientas y métodos diversos, cada uno con fortalezas y debilidades. Algunas se centran en la percepción subjetiva de la caminabilidad (Wibowo et al., 2015; Gutiérrez-López, et al., 2019; Pulla y Hermida, 2021), mientras que otras emplean datos geoespaciales para evaluar el entorno peatonal (Castro, 2021; Ewing y Handy, 2009; Sallis y Glanz, 2006). Cada método tiene limitaciones, como la subjetividad de los evaluadores o la falta de estandarización.

En los últimos años la modalidad peatonal del transporte ha obtenido gran relevancia en el planeamiento y crecimiento de ciudades alrededor del mundo, por lo que se han adelantado

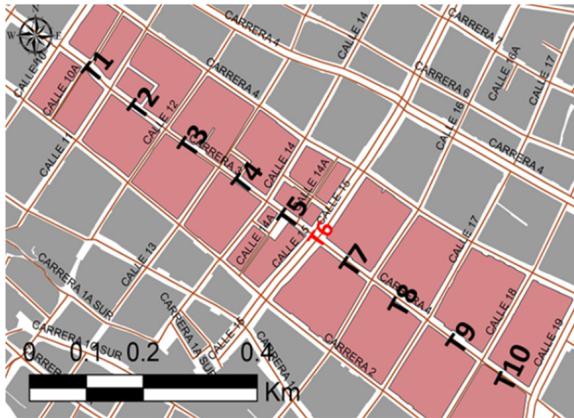


Figura 2. Tramos de la zona de estudio. Fuente: Elaboración de los autores.

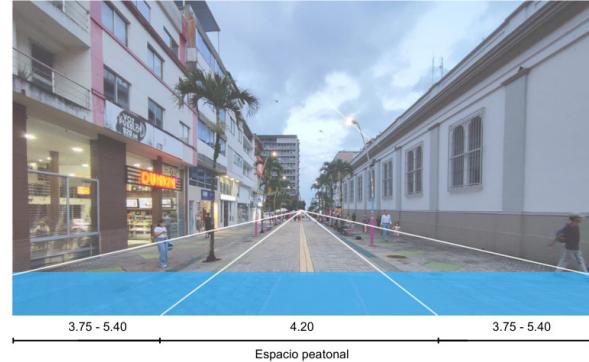
diversas investigaciones que generan una base teórica para conocer e investigar acerca de este tema (Pulla y Hermida, 2021). Sin embargo, en la ciudad de Ibagué aún no se han llevado a cabo estudios que estimen la caminabilidad. Lo anterior da pie a la construcción de un índice de caminabilidad propio para la zona de estudio. Se consideraron las categorías que utilizan los artículos de referencia de la investigación (Tabla 1).

III. ESTUDIO DE CASO

Históricamente, Ibagué se ha expandido desde su núcleo original hacia el occidente, oriente y suroriental, desarrollándose un modelo monocéntrico donde la mayor oferta de comercio y servicios se concentra en el centro, lo que genera patrones de movilidad centro-periferia (Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES], 2020). La Carrera Tercera, situada en el núcleo fundacional, ha sido un eje clave desde los inicios de la ciudad. Este corredor alberga comercios, equipamientos urbanos, espacios públicos, oficinas gubernamentales y centros culturales (Francel, 2015), siendo un importante atractivo de viajes que concentra la mayor parte de la actividad económica y social de la ciudad. Una de sus transformaciones más relevantes fue su peatonalización, desde la calle 10 hasta la calle 15 (Tramos T1 hasta T5), en 2003, convirtiéndola en el principal y único eje peatonal de la ciudad.

El estudio de la Carrera Tercera (Figura 2) entre calles 10 y 19 (Tramos T7 a T10). Al ser el principal eje peatonal de Ibagué, con una transformación urbana significativa desde su peatonalización parcial en el año 2003. Esta vía concentra una alta densidad de actividades comerciales, culturales y gubernamentales, que representan patrones típicos de movilidad peatonal en centros históricos de ciudades

Sección vial 1: Tramo T1 - T5



Sección vial 2: Tramo T6 - T10



Figura 3. Comparación entre sección peatonal exclusiva y sección compartida en la Carrera Tercera de Ibagué. Fuente: Elaboración de los Autores.

intermedias latinoamericanas. La selección del caso busca resaltar un contexto urbano común en la región, donde los procesos de revitalización del espacio público enfrentan retos similares en términos de accesibilidad, informalidad y uso compartido del espacio urbano.

Este estudio busca proporcionar una base para decisiones en políticas públicas y planificación urbana para esta área peatonal, que consideran que el tramo de la calle 15 a la 19 aún no está peatonalizado. La administración municipal, a través del Sistema Estratégico de Transporte Público (SETP), busca transformar el centro con el proyecto de peatonalización "Camina La Tercera", que promueve la movilidad activa y sostenible. Al mejorar la caminabilidad, se espera fomentar la actividad física, reducir la congestión y crear un entorno urbano más agradable, mejorándose la calidad de vida de los habitantes (Enfoque Teve, 2023).

Se identificaron dos secciones viales características dentro del área de estudio (Figura 3). La primera (tramos T1 a T5) corresponde a una vía de uso peatonal exclusivo, con un espacio central de 4,20 metros destinado a la circulación de peatones,

flanqueado por andenes laterales con anchos variables entre 3,75 y 5,40 metros, lo que configura una sección transversal total entre 11,7 y 15 metros. La segunda sección (tramos T6 a T10) corresponde a una vía compartida que combina un carril vehicular de 6,00 metros con franjas peatonales a ambos lados, cuyos anchos oscilan entre 2,25 y 4,20 metros. Esta configuración mixta, con un ancho total estimado de 10,5 y 14,4 metros, refleja una coexistencia entre tránsito vehicular y peatonal, condicionada por el espacio disponible y la presión comercial en la zona. Según las recomendaciones del Institute for Transportation and Development Policy (ITDP, 2020), el ancho mínimo accesible para una acera debe ser de 1,80 metros, suficiente para permitir el paso simultáneo de dos sillas de ruedas. Esta referencia se tomó como parámetro para valorar la suficiencia de la infraestructura peatonal en cada tramo.

IV. METODOLOGÍA

La investigación se basó en los artículos: Índice de caminabilidad para la ciudad de Bogotá (Gutiérrez-López et al., 2019), Metodología para la estimación del índice de caminabilidad a nivel ciudad y su aplicación al caso de estudio de Bogotá (Castro, 2021), Walkability Measures for City Area in Indonesia (Case Study of Bandung) (Wibowo et al., 2015) y el Índice de Caminabilidad en el eje tranviario dentro del Centro Histórico de Cuenca (Pulla y Hermida, 2021). Se consideró esta bibliografía valiosa por ser precedentes de índices creados en contextos similares al de Ibagué, destacándose el índice de Cuenca, Ecuador, por su similitud en habitantes y su enfoque en la caminabilidad del centro histórico. Con base en esto, se desarrollaron cuatro etapas.

Etapa 1: Análisis exploratorio del entorno y actores relevantes
 La etapa 1 de la metodología se centró en el análisis exploratorio del entorno y los actores sociales clave para el estudio. Esta fase fue fundamental para entender el contexto de la investigación y establecer una base sólida. Se usaron técnicas de recolección de información para familiarizarse con la zona, que incluyeron revisión documental e histórica de la carrera tercera en fuentes académicas, gubernamentales y de prensa, además de observación directa. Con base en esto y la revisión de literatura, se definieron los criterios para la recolección de datos.

Etapa 2: Recolección y depuración de los datos

La recolección de datos se realizó el sábado 5, lunes 7 y miércoles 9 de junio del año 2022, de 16:00 a 18:00 h. Se eligieron dos días típicos (lunes y miércoles) y uno atípico (sábado) para dar representatividad a los resultados según las dinámicas comerciales del sector. Durante la jornada, se entrevistó a transeúntes mediante muestreo a conveniencia para identificar aspectos clave de la experiencia peatonal. También se realizó medición directa, inventario de mobiliario urbano y registro fotográfico. Esta fase incluyó la depuración y categorización de los datos, describiéndose los aspectos

cualitativos y cuantitativos más relevantes sobre la caminabilidad en la zona.

También se jerarquizaron las categorías encontradas, de manera que se asignó un valor correspondiente a su importancia al momento de calcular el índice de caminabilidad. Esto permitió establecer una valoración más precisa y adecuada de la situación de la zona en relación con la caminabilidad.

Etapa 3: Construcción del indicador de caminabilidad

Se construyó un indicador para calcular el índice de caminabilidad de la zona, con base en la revisión de literatura y las categorías identificadas en la etapa 2. Estas categorías se ponderaron para generar un promedio que reflejara adecuadamente las características de la zona. La construcción del indicador requirió un análisis cuidadoso de los datos recopilados y consideró la percepción de las personas que habitan o transitán por la zona, proporcion una visión más completa y precisa de la situación.

Etapa 4: Aplicación del indicador sobre la zona de estudio

La última etapa de la investigación se orientó a la aplicación del indicador construido sobre la zona de estudio. Una vez que se desarrolló la fórmula para el cálculo del índice de caminabilidad y se aplicaron a los datos recopilados en la etapa 2, se procedió a calcular el indicador sobre la zona de estudio. Seguidamente, se realizaron las observaciones pertinentes respecto a los resultados obtenidos. Fue importante analizar de manera detallada los resultados y compararlos con los datos obtenidos en las fases anteriores. Además, se identificaron las áreas de la zona que presentan mayor o menor calidad de caminabilidad, lo que permitió evaluar y diagnosticar la zona satisfactoriamente.

Es importante destacar que la aplicación del indicador sobre la zona de estudio fue un proceso continuo y requirió de mediciones y evaluaciones periódicas para poder monitorear el progreso y la efectividad de las medidas tomadas. Todas las herramientas y recursos usados fueron de autoría propia. Además, el proceso metodológico empleado fue aplicado propiamente por los investigadores. En el apartado final de apéndices se anexan todas las herramientas de medición usadas para lograr llevar a cabo la investigación.

V. RESULTADOS

Se realizó un análisis exploratorio del entorno e identificaron actores clave: transeúntes, comerciantes y autoridades gubernamentales. Según el Censo Nacional de Proyección y Vivienda 2023 del DANE [Departamento Administrativo Nacional de Estadística], Ibagué tiene 541 101 habitantes (DANE, 2023). Con esta base, se seleccionó una muestra de 385 personas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. A través de entrevistas semiestructuradas, se indagó sobre características esenciales para una experiencia peatonal satisfactoria y aspectos a mejorar.

Para clasificar las respuestas, se tomaron como referencias categorías utilizadas en investigaciones previas (Tabla 1), en que se definieron las categorías de seguridad, infraestructura vial y comodidad-ambiente. Además, se añadió una nueva categoría, obstaculización de la acera, identificada como un problema frecuente en la zona. Por su parte, se descartaron las categorías mezcla de usos, proximidad y densidad por su baja relevancia en este contexto.

Las respuestas de las entrevistas se organizaron en cuatro categorías (Figura 4). Algunas categorías fueron más recurrentes, por lo que se asignaron pesos según la frecuencia de respuestas y lo considerado relevante por los actores para una experiencia satisfactoria como peatón.

Se evaluará la caminabilidad en los 10 tramos mencionados, excluyendo el tramo 6, utilizando cuatro categorías identificadas

Diagrama de torta sobre el peso de las categorías

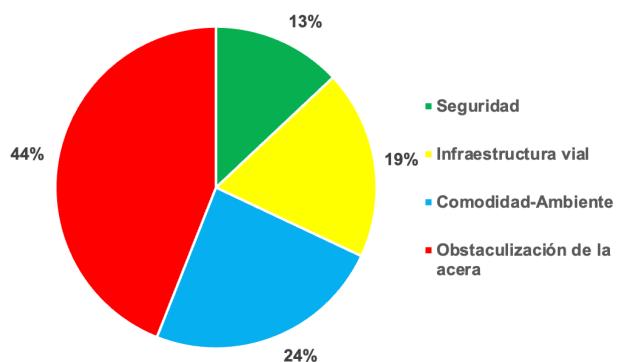


Figura 4. Pesos correspondientes para cada una de las categorías del índice de caminabilidad. Fuente: Elaboración de los Autores.

Categoría	Componentes	Criterios de calificación
Seguridad	Iluminación espacios peatonales Volumen peatonal Ventanas hacia la acera Percepción de seguridad Señalización de velocidad Presencia de reductores de velocidad Invasión de vehículos en la acera Conflictos entre los medios motorizados y peatones Seguridad al pasar intersecciones Presencia de semáforo Presencia de cebra Presencia de plataforma única Puertas vehiculares que den hacia la acera	1. Se percibe peligroso. Los peatones son susceptibles al crimen, accidentes de tránsito, etc. 5. Se percibe seguro. La calle es transcurrida, hay buena iluminación y reducida velocidad vehicular.
Infraestructura	Presencia de acera Continuidad de acera Ancho de acera Estado de la acera Acera antideslizante Pendiente del tramo Presencia de banda podo táctil Presencia de rampa Calidad y estado de las rampas	1. Presenta riesgos y dificultades para transitar por la acera o en su defecto no hay acera disponible. 5. Superficie para caminar sin grietas y proporciona infraestructura para personas con movilidad reducida útiles y en buen estado.
Comodidad-Ambiente	Estado de contenedores Estado de bancos Estado de aparcamiento para bicicletas Iluminación Estado de los edificios circundantes Presencia de grafitis Limpieza Zonas verdes Área de la acera cubierta del clima	1. Ausencia de mobiliario urbano o en estado decadente. Ambiente maloliente y sucio que degrada significativamente la comodidad. 5. El camino se encuentra limpio. Cuenta con mobiliario urbano y zonas verdes.
Obstaculización de la acera	Obstáculos móviles Obstáculos fijos Presencia de vendedores informales en la acera	1. El tráfico peatonal es constantemente bloqueado por mobiliario urbano, señales, vehículos y vendedores informales. 5. El tráfico peatonal es ininterrumpido por obstáculos permanentes o móviles.

Tabla 2. Componentes de calificación de cada categoría. Fuente: Elaboración de los Autores.

en las encuestas (Figura 4). La primera, seguridad, analizará la protección personal y vial. La segunda, infraestructura, examinará aceras y calles en cuanto a pavimento, accesibilidad y señalización. La tercera, comodidad-ambiente, evaluará aspectos como ruido, sombra, vegetación y limpieza. La última, obstaculización, identificará elementos que dificulten el tránsito peatonal, como vehículos, mobiliario urbano y comercio informal (Tabla 2).

El tramo 6, al ser una intersección semaforizada, requiere un análisis particular por no ajustarse a los criterios de los demás tramos. Este incluirá la seguridad percibida por los peatones en relación con tiempos de cruce, aceras, pasos de cebra y cumplimiento de normas por los conductores. Las intersecciones, puntos críticos de seguridad vial, son especialmente relevantes, ya que según el Observatorio Nacional de Seguridad Vial (ONSV, 2024), los peatones son el segundo actor vial con más fatalidades en Ibagué.

Cada uno de los tramos es calificado de manera individual en las cuatro categorías, luego se promediaron las calificaciones de los 10 tramos para cada una de las categorías, y finalmente se calculó el promedio ponderado de los resultados de cada categoría teniendo en cuenta los pesos anteriormente determinados. El modelo matemático (Ecuación 1) se basó en el aplicado del artículo Walkability Measures for City Area in Indonesia (Case Study of Bandung) escrito por Wibowo, et al. (2015).

$$\text{Índice de Caminabilidad} = \frac{\sum_{j=1}^n n w_j P_j}{\sum_{j=1}^n n w_j} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Dónde:

n: Número de tramos.

w_j: Peso aplicado a la categoría j.

P_j: Puntaje del tramo para la categoría j.

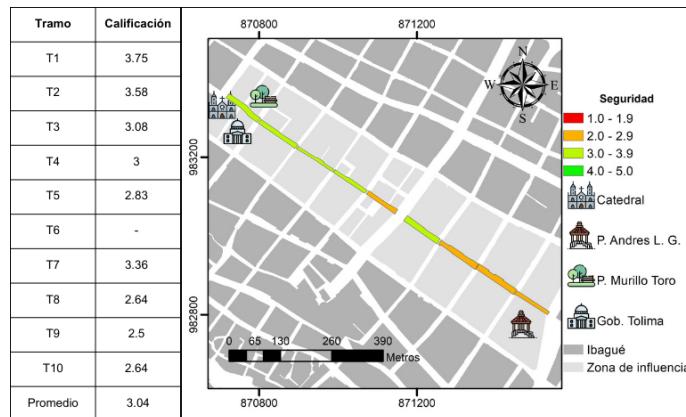


Figura 5. Calificación de seguridad. Fuente: Elaboración de los Autores.



Figura 6. Calificación de obstaculización de acera. Fuente: Elaboración de los Autores.

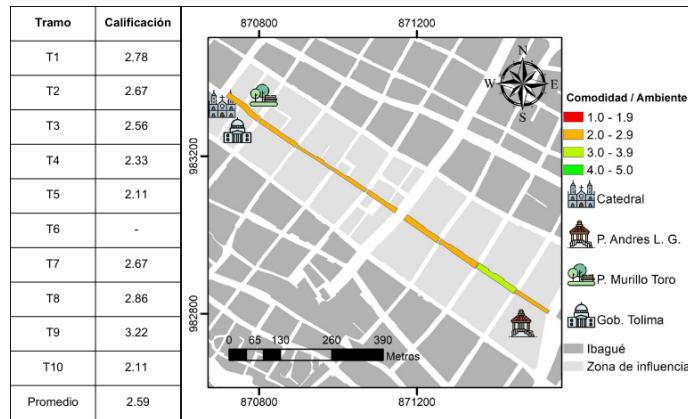


Figura 7. Calificación de comodidad/ambiente. Fuente: Elaboración de los Autores.

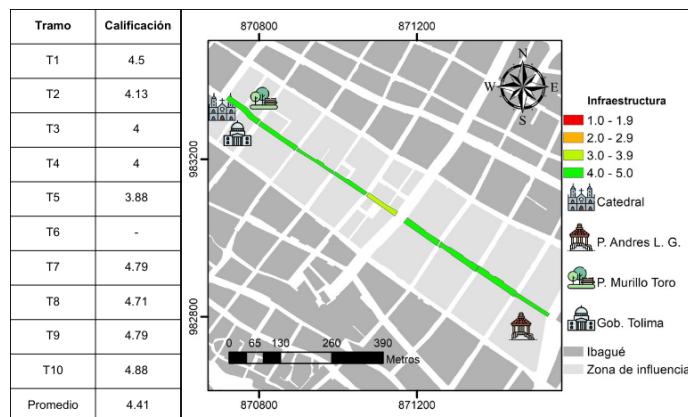


Figura 8. Calificación de infraestructura. Fuente: Elaboración de los Autores.



Figura 9. Calificación general del índice de caminabilidad. Fuente: Elaboración de los Autores.

La calificación de cada categoría tiene en cuenta los criterios en los anexos que se estimaron por medio de las entrevistas con los actores relevantes, también se tuvieron en cuenta criterios de los artículos de referencia que se consideraron relevantes para el caso de estudio. Los tramos 7, 8, 9 y 10 corresponden a una zona que aún no está peatonalizada, no obstante, la administración local manifestó la intención de hacerlo.

A continuación, se muestran los resultados de cada tramo en cada una de las categorías, (Figura 5, Figura 6, Figura 7 y Figura 8) y finalmente el índice de caminabilidad general (Figura 9).

VI. DISCUSIONES

El índice de caminabilidad general dio como resultado 3.27, que indica que las calles evaluadas presentan un nivel de calidad moderado/regular en una escala de 1 a 5, lo que sugiere que si bien, el espacio actual cumple con condiciones físicas aceptables para los peatones, existen aspectos que podrían mejorarse para ofrecer una experiencia más positiva para los viandantes.

Según lo expuesto previamente, destaca la infraestructura como el factor con mejor calificación en todos los tramos (4.41), históricamente, se solía cuantificar los atributos físicos como lo único que calificaba el indicador de caminabilidad. Sin embargo, el consenso actual sostiene que medir los atributos del entorno físico de manera aislada puede ser insuficiente, ya que refleja las diferentes dinámicas urbanas que afectan la caminabilidad (Stockton et al., 2016).

Puede observarse que la categoría de comodidad/ambiente y la de seguridad son las que presentan peores resultados, 2.59 y 3.04 respectivamente. Es coherente que las personas perciban estos aspectos de manera negativa, ya que ambos están estrechamente relacionados. Cuando un entorno peatonal carece de elementos que aseguren la comodidad, como aceras amplias, iluminación adecuada y control del ruido, esto no solo afecta la experiencia general del peatón, sino que también disminuye la sensación de seguridad. Un ambiente incómodo y mal mantenido puede generar una mayor percepción de riesgo, lo que hace que las personas se sientan más vulnerables ante posibles peligros.

El estudio de Birche (2021), realizado en la ciudad de La Plata, Argentina, ofrece una perspectiva relevante sobre la valoración del espacio peatonal desde una mirada paisajística y funcional. Su enfoque combina el diagnóstico de diseño, estado y accesibilidad del espacio vial peatonal con una lectura crítica del modelo urbano centrado en el automóvil. Se destaca la importancia de considerar variables como el ancho caminable verificado, la vegetación, la calidad del mobiliario urbano y la presencia de obstáculos. Incorporar estos criterios en el análisis de caminabilidad en Ibagué permite enriquecer el estudio con

una visión integral que supera lo meramente funcional y refuerza la idea de la calle como espacio público de encuentro, disfrute y paisaje urbano.

Los peatones requieren una experiencia de comodidad y seguridad integral que abarque todos sus sentidos: desde la facilidad para moverse hasta la calidad visual, sonora y térmica del entorno (Salem et al., 2022). La manera en que se disponen los elementos en el paisaje urbano tiene un impacto significativo en cómo las personas perciben su entorno y, por ende, en su bienestar general. La comodidad está estrechamente vinculada a la percepción de seguridad. Un entorno peatonal limpio y bien mantenido, con aceras libres de obstáculos, no solo facilita el tránsito peatonal, sino que también refuerza la sensación de seguridad y accesibilidad (Arellana et al., 2019).

Conforme a Irafany et al. (2020), la continuidad y movilidad son factores clave que afectan la caminabilidad urbana. Esto se refleja en los resultados, donde la categoría de obstrucción de la acera obtuvo 3 sobre 5, lo que indica una presencia significativa de obstáculos. La invasión de calles por comerciantes informales reduce el espacio disponible y crea barreras que dificultan el tránsito seguro, especialmente para personas mayores o con discapacidades. Además, las superficies irregulares y acumulación de desechos empeoran la experiencia peatonal. La ocupación fragmenta el flujo peatonal, forzándose desvíos hacia la calle, lo que aumenta riesgos y dificulta un desplazamiento eficiente.

Estos hallazgos respaldan lo expuesto por Arellana et al. (2019) y Stockton et al. (2016), quienes señalan que las percepciones de seguridad y comodidad están directamente influidas por el estado del mobiliario urbano, la limpieza y la continuidad del espacio peatonal.

Es importante analizar los resultados de cada categoría (infraestructura, comodidad, ambiente, seguridad y obstrucción) de forma individual, ya que, según la metodología, algunas son más relevantes para la ciudadanía. Esto permitirá identificar fortalezas del área de estudio y mejoras específicas en cada tramo. El índice general de 3.27 puede servir como base para diagnosticar calles y proporcionar información clave para diseñar intervenciones que mejoren la movilidad peatonal. Desde este punto, pueden desarrollarse acciones específicas para elevar la calidad de las calles y promover una mejor experiencia peatonal.

VII. CONCLUSIONES

La Carrera Tercera entre las calles 10 y 19 es el corredor peatonal más importante de la ciudad de Ibagué, sin embargo, proporciona un buen ambiente para los viandantes según el puntaje obtenido de 3.27 en el índice de caminabilidad. Se puede evidenciar que los tramos evaluados en su mayoría

obtuvieron muy buenas calificaciones (entre 4 y 5) en la categoría de infraestructura, pero se reitera la idea de Stockton et al. (2016), que la caminabilidad no solo depende del espacio construido, sino que se ve influenciada por muchas más variables. Una de las características más notables de la zona de estudio es su naturaleza comercial, que propicia la invasión al espacio del peatón por vendedores informales y demás actores de la zona (artistas callejeros, trabajadores, entre otros). Esta invasión a la acera constituye el principal motivo por el que la caminabilidad se ve castigada en la zona. La presencia de vendedores informales y artistas callejeros no solo incurre en la obstaculización de la acera (Figura 6), sino que trae consigo más afectaciones a la caminabilidad como: contaminación por residuos sólidos, contaminación auditiva, inseguridad, invasión al mobiliario urbano, entre otros factores que impactan desfavorablemente las calificaciones de otras categorías como seguridad y comodidad-ambiente.

Por otra parte, se observó que el puntaje de cada tramo disminuye a medida que se avanza por la Carrera Tercera, desde el Tramo 1 hasta el Tramo 10. El Tramo 1, con la mejor calificación de 3.62, destaca por su ubicación privilegiada cerca de parques, zonas verdes, edificios gubernamentales y lugares históricos de la ciudad, que contribuyen a su óptima comodidad, ambiente limpio e infraestructura en buen estado, así como a una menor presencia de vendedores informales. En contraste, el Tramo 5 y el Tramo 10 obtienen las calificaciones más bajas, de 2.93 y 2.80, respectivamente. El Tramo 5 presenta dificultades para los peatones, ya que marca el final del tramo peatonal y se encuentra cerca de un cruce vehicular concurrido. El Tramo 10 (entre la Calle 18 y la Calle 19) se sitúa en una zona de tolerancia en Ibagué, y ambos tramos enfrentan problemas similares, como pendientes pronunciadas, deterioro en la infraestructura, alta concentración de vendedores informales y una deficiente gestión de los desechos sólidos.

El estudio de zonas peatonales mediante el índice de caminabilidad permite detectar áreas desfavorecidas con menos espacios para peatones, clave para lograr mayor equidad en el acceso a infraestructura peatonal. Este enfoque equilibra el uso del espacio urbano al identificar dónde se requiere inversión en aceras, calles peatonales y otros elementos que fomenten la caminabilidad. Además, este análisis ofrece a tomadores de decisiones información valiosa para mejorar la cohesión peatonal en centros históricos, favorecer un entorno inclusivo y accesible para todos (Navarro-Franco y Foronda-Robles, 2024).

Una de las principales fortalezas de este estudio es su enfoque metodológico integral, que combina datos del entorno construido con percepciones ciudadanas recogidas, a través de trabajo de campo. Esta metodología no solo permite una comprensión más completa del fenómeno urbano, sino que también ofrece una herramienta replicable para diagnosticar la calidad del espacio peatonal en otras ciudades latinoamericanas, especialmente aquellas con centros históricos parcialmente

peatonalizados o con proyectos de peatonalización y dinámicas comerciales informales que tensionan el espacio público. Ciudades intermedias con estructuras monocéntricas, patrones de expansión periférica y presiones sociales similares pueden beneficiarse ampliamente al adaptar este índice a sus propios contextos.

Finalmente, aunque este estudio se centró en una zona específica de Ibagué, sus hallazgos pueden ser extrapolables a otros contextos urbanos latinoamericanos con estructuras monocéntricas, centros históricos parcialmente peatonalizados y problemáticas asociadas al comercio informal. La metodología utilizada permite replicabilidad y adaptación en ciudades intermedias con condiciones similares, que contribuyen al desarrollo de diagnósticos y políticas públicas que favorezcan una movilidad urbana inclusiva y sostenible. Además, visibiliza cómo aspectos usualmente relegados en los planes de infraestructura como la percepción de seguridad, la comodidad multisensorial y los obstáculos en la acera son claves para lograr ciudades más caminables y justas.

VIII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CRedit:

Conceptualización, M.S. J.G. M.R. J.G.; Curación de datos, M.S. J.G.; Análisis formal, M.S. J.G. M.R. J.G.; Adquisición de financiación N/A; Investigación, M.S. J.G.; Metodología, M.S. J.G. M.R. J.G.; Administración de proyecto, M.S. J.G.; Recursos, X.X.; Software, X.X.; Supervisión, M.S. J.G. M.R.; Validación, M.S. J.G. M.R. J.G.; Visualización, M.S. J.G. M.R. J.G.; Escritura – borrador original, M.S. J.G.; Escritura – revisión y edición, M.S. J.G. M.R. J.G.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellana, J., Saltarín, M., Larranaga, A.M., Alvarez, V., y Henao, C.A. (2019). Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America. *Transport Reviews*, 40(2), 183–203. <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1703842>
- Birche, M. (2021). Diagnóstico de diseño y uso del espacio vial peatonal: aportes desde el paisaje para la ciudad de La Plata, Argentina. *Urbano*, 24(44), 58–69. <https://doi.org/10.22320/07183607.2021.24.44.05>
- Castro, W. (2021). *Metodología para la estimación del índice de caminabilidad a nivel ciudad y su aplicación al caso de estudio de Bogotá* [Tesis de Maestría, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional Séneca - Universidad de los Andes, Colombia. <https://hdl.handle.net/1992/53799>
- Cevallos, A., y Parrado, C. (2018). Cartografía del deseo: Diseño, caminabilidad y peatones en la ciudad de Quito. *QUID 16. Revista del Área de Estudios Urbanos*, (10), 210-229. https://publicaciones.sociales.uba.ar/index.php/quid16/article/view/2811/pdf_29
- Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES]. (2020). N°4017. *Declaración de importancia estratégica del proyecto sistema estratégico de transporte público (SETP) de Ibagué*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%83micos/4017.pdf?Mobile=1>

DANE. (22 de marzo de 2023). PROYECCIONES DE POBLACIÓN. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Enfoque Teve. (11 de marzo de 2023). *Paso vehicular de la 3a será cerrado por dos días. El cierre corresponderá a un plan piloto para el proyecto 'Camina la Tercera' desde la calle 15 hasta la 17. La peatonalización de la vía será el próximo 17 y 18 de marzo. El cierre corresponderá a un plan piloto para el proyecto 'Camina la Tercera' desde la calle 15 hasta la 17. La peatonalización de la vía será el próximo 17 y 18 de marzo.* <https://enfoqueteve.com/paso-vehicular-de-la-3a-sera-cerrado-por-dos-dias/>

Ewing, R., y Handy, S. (2009). Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. *Journal of Urban Design*, 14(1), 65–84. <https://doi.org/10.1080/13574800802451155>

Francel, A. (2015). La calle del Comercio de Ibagué (Colombia), 1893-1950. Un estudio sobre sus transformaciones arquitectónicas y conceptuales derivadas del modelo industrial en el tránsito de la Colonia a la República y las primeras manifestaciones del Art Déco. *Dearq*, 1(17), 56-73. <https://doi.org/10.18389/dearq17.2015.04>

Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A.L., Badland, H., Foster, S., Lowe, M., Sallis, J.F., Stevenson, M., y Owen, N. (2016). City planning and population health: a global challenge. *The Lancet*, 388(10062), 2912-2924. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30066-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30066-6)

Gutiérrez-López, J. A., Caballero-Pérez, Y. B., y Escamilla-Triana, R. A. (2019). Índice de caminabilidad para la ciudad de Bogotá. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 21(1). <https://doi.org/10.14718/revarq.2019.21.1.1884>

Guzman, L. A., Peña, J., y Carrasco, J. A. (2020). Assessing the role of the built environment and sociodemographic characteristics on walking travel distances in Bogotá. *Journal of Transport Geography*, 88, 102844. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102844>

Hernández Galán, J. (2011). *Accesibilidad universal y diseño para todos. Arquitectura y urbanismo*. <https://biblioteca.fundaciononce.es/publicaciones/colecciones-proprias/colección-accesibilidad/accesibilidad-universal-y-diseno-para> Institute for Transportation & Development Policy [ITDP]. (2020). *Why Walkability*. <https://pedestriansfirst.itdp.org/about>

Irafany, S., Wunas, S., Trisutomo, S., Akil, A., Arifin, M., y Rasyid, A. (2020). Walkability Index Based on Pedestrian Needs in the Losari Beach area of Makassar City. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 14(4), 7936-7947. <https://doi.org/10.37506/ijfamt.v14i4.12899>

Larranaga, A. M., Arellana, J., Rizzi, L. I., Strambi, O., y Betella Cybis, H. B. (2019). Using best-worst scaling to identify barriers to walkability: a study of Porto Alegre, Brazil. *Transportation*, 46, 2347–2379. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9944-x>

Moura, F., Cambra, P., y Gonçalves, A. B. (2017). Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. *Landscape and Urban Planning*, 157, 282-296. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.002>

Navarro-Franco, I., y Foronda-Robles, C. (2024). Medición de las confluencias espaciales en el centro histórico de Sevilla: peatonalización, comercio y turismo. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 56(219), 71–88. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2024.219.4>

Observatorio Nacional de Seguridad Vial [ONSV]. (2024). *Boletín Estadístico Colombia: Fallecidos y Lesionados por Siniestros Viales*. https://ansv.gov.co/sites/default/files/2024-01/Boletin_Nacional_Septiembre_2023.pdf

Orellana, D., Hermida, C., y Osorio, P. (2017). Comprendiendo los patrones de movilidad de ciclistas y peatones. Una síntesis de literatura. *Revista Transporte y Territorio*, (16), 167-183. <http://revistascientificas.filc.uba.ar/index.php/rtt/article/view/3608>

Oviedo, D., y Guzman, L. A. (2020). Revisiting Accessibility in a Context of

Sustainable Transport: Capabilities and Inequalities in Bogotá. *Sustainability*, 12(11), 4464. <https://doi.org/10.3390/su12114464>

Paulo dos Anjos Souza Barbosa, J., Henrique Guerra, P., de Oliveira Santos, C., de Oliveira Barbosa Nunes, A. P., Turrell, G., y Antonio Florindo, A. (2019). Walkability, Overweight, and Obesity in Adults: A Systematic Review of Observational Studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 3135. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173135>

Pazos-Otón, M., Fari, S., y Avellaneda, P. (2024). La transformación de las políticas de movilidad en Pontevedra: una ciudad para caminar. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 56(220). <https://doi.org/10.37230/CyTET.2024.220.18>

Pulla, J. S., y Hermida, C. M. (2021). *Índice de Caminabilidad en el eje tranvía dentro del Centro Histórico de Cuenca* [Tesis de pregrado, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional - Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11083>

Salem, D., Khalifa, S. I., y Tarek, S. (2022). Using landscape qualities to enhance walkability in two types of Egyptian urban communities. *Civil Engineering Architecture*, 10(5), 1798-1813. <https://doi.org/10.13189/cea.2022.100508>

Sallis, J. F., y Glanz, K. (2006). The Role of Built Environments in Physical Activity, Eating, and Obesity in Childhood. *The Future of Children*, 16(1), 89-108. <https://dx.doi.org/10.1353/foc.2006.0009>

Stockton, J. C., Duke-Williams, O., Stamatakis, E., Mindell, J. S., Brunner, E. J., y Shelton, N. J. (2016). Development of a novel walkability index for London, United Kingdom: cross-sectional application to the Whitehall II Study. *BMC Public Health*, 16, 416. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3012-2>

Wibowo, S. S., Tanar, N., y Tinumbia, N. (2015). Walkability Measures for City Area in Indonesia (Case Study of Bandung). *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 11, 1507-1521. <https://doi.org/10.11175/easts.11.1507>

DISTRIBUCIÓN URBANA DE ADULTOS MAYORES: CONCENTRACIÓN Y TIPOLOGÍAS SOCIOESPAZIALES EN SANTIAGO DE CHILE¹

URBAN DISTRIBUTION OF OLDER ADULTS: CONCENTRATION AND SOCIO-SPATIAL TYPOLOGIES IN SANTIAGO, CHILE

PATRICIO CORTÉS-RODRÍGUEZ ²
MARCELO LUFIN-VARAS ³

1 Artículo basado en la investigación del doble grado doctoral Universidad de Oviedo con Universidad Católica del Norte

2 Magíster en Economía Aplicada
Estudiante doctorado economía aplicada y doctorado economía y empresa(c). Facultad de economía y administración
Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile - Universidad de Oviedo, Oviedo, España
<https://orcid.org/0000-0002-8587-8909>
patricio.cortes@ce.ucn.cl

3 Doctor en Ordenación del Territorio
Profesor jornada completa, departamento de economía, Facultad de economía y administración
Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile
<https://orcid.org/0000-0002-6856-6401>
mlufin@ucn.cl

Aunque existen estudios previos sobre la distribución espacial de la población envejecida en diversas regiones del mundo existe una notable brecha en el conocimiento sobre Sudamérica. Esta investigación propone abordar el acelerado cambio demográfico hacia una población más envejecida en ciudades que no han sido planificadas para este cambio y no han desarrollado estrategias urbanísticas adaptativas. Se identificaron tipologías socioeconómicos y espaciales que influyen en las trayectorias de envejecimiento urbano en Santiago de Chile mediante tres métodos: un análisis geoespacial, un panel de datos y un análisis de k-media. Se encontró evidencia de un cambio en las zonas de concentración de adultos mayores, desde el centro hacia la periferia, y que variables como las familias monoparentales, la densidad poblacional y un alto nivel educacional son factores que aumentan la concentración de adultos mayores a nivel comunal. En contraste, ser propietario de una vivienda influye negativamente.

Palabras clave: envejecimiento poblacional, estrategias urbanísticas, distribución espacial, espacio urbano

Although previous studies have examined the spatial distribution of the aging population in various regions of the world, a significant knowledge gap remains regarding South America. This research aims to address the accelerated demographic change towards an older urban population in cities that have not been planned for this shift and have not developed adaptive urban planning strategies. Socioeconomic and spatial typologies that influence urban aging trajectories in Santiago, Chile, were identified using three methods: geospatial analysis, a data panel, and k-means clustering analysis. It was found that there is a shift in the areas of concentration of older adults, from central to peripheral communes, and that variables such as single-parent families, population density, and high educational levels are factors that increase the concentration of older adults at a communal level. In contrast, homeownership has a negative influence.

Keywords: population aging, urban strategy, spatial distribution, urban space

I. INTRODUCCIÓN

La dinámica urbana de las ciudades latinoamericanas enfrenta desafíos significativos debido al rápido envejecimiento de la población en zonas urbanas no planificadas para esta población. En este contexto, es fundamental identificar cómo los procesos económicos, sociales y espaciales moldean la distribución de los adultos mayores en el territorio urbano. La ausencia de estrategias urbanísticas adaptativas no solo limita la infraestructura adecuada, sino que también intensifica problemas como la segregación residencial, la marginalidad territorial y la informalidad urbana, que afectan la sostenibilidad de las ciudades (Vecchio, 2022; Godoy Ossandón, 2024; Herrmann-Lunecke et al. 2024).

La planificación urbana tradicional ha demostrado ser insuficiente para abordar la complejidad del envejecimiento poblacional. Frente a este desafío, se requiere un enfoque adaptativo e integral que responda a las dinámicas multifactoriales del territorio. Para ello, es relevante superar la fragmentación disciplinaria y adoptar una perspectiva transdisciplinaria que articule dimensiones económicas, políticas, culturales e institucionales. Este enfoque debe partir de una contextualización local, que promueva soluciones específicas que equilibren la regulación formal con mecanismos flexibles para dinámicas urbanas emergentes (Baigorri, 1995). Esta visión coincide con lo planteado por Olay Varillas y Fernández Bustamante, (2024), quienes destacan la necesidad de superar la atonía multidisciplinaria en la gestión urbana mediante una planificación capaz de abordar problemas estructurales desde múltiples facetas —económicas, sociales y culturales—, reconociéndose su interdependencia.

En este contexto, diversos estudios han explorado cómo las dinámicas demográficas afectan la planificación urbana. Según Sabatini y Wormald (2013), la segregación residencial, limita la integración social y acentúa las desigualdades. Barros (2004), señala que la expansión urbana descontrolada genera asentamientos vulnerables y refuerza las desigualdades socioespaciales. Mientras que en Seguin et al. (2015) se identificó *gentrificación* en zonas urbanas centrales, pero también, se identificaron *juvenilización* y renovación demográfica que desplaza y/o reemplaza a la población envejecida. Por otra parte, algunos autores enfatizan que las instituciones sociales no han evolucionado al ritmo de los cambios demográficos, lo que genera un *rezago estructural* (O'Rand y Bostic, 2016) y en el contexto latinoamericano, Vecchio (2022) menciona que existe una limitada capacidad institucional para enfrentar las necesidades de la población, que conceptualiza como *marginalidad territorial*.

Aunque estos estudios han avanzado en la comprensión de las dinámicas de la planificación urbana y demográfica, persiste un vacío en la literatura sobre cómo las características sociales y territoriales influyen en la distribución espacial de

adultos mayores en las ciudades latinoamericanas que limitan el desarrollo de estrategias urbanísticas adaptativas que promuevan la inclusión social y territorial en un contexto de envejecimiento poblacional acelerado y una concentración territorial de población vulnerable. La relevancia de este estudio aporta al desarrollo de políticas urbanas con un enfoque adaptativo, que identifica los factores comunales que impulsan el desplazamiento y concentración de adultos mayores, al facilitar la implementación de estrategias inclusivas en zonas vulnerables.

Por lo tanto, se formulan dos hipótesis: (1) Existe un desplazamiento de las concentraciones de adultos mayores hacia la periferia, que genera un patrón de concentración demográfica desigual que es moldeado o contenido en un entorno urbano planificado, pero no pensado en población envejecida, y (2) la distribución cambiante de la población de adultos mayores concentrada en algunas comunas está influenciada por variables sociales asociadas al ciclo de vida.

Para abordar estas hipótesis, la siguiente sección desarrolla un marco teórico sobre gentrificación y juvenilización comunal, seguido de una metodología que integra análisis geoespacial (índice LQ de segregación) y panel de datos para estudiar la concentración de población envejecida, que se complementa con *k-cluster* para su agrupación. Las secciones posteriores presentan resultados, discusión y conclusiones.

II. MARCO TEÓRICO

La población de adultos mayores presenta una distribución territorial que intentamos identificar mediante la concentración urbana durante el ciclo de vida. Este proceso de distribución implica distintos niveles de concentración, los que se manifiestan en dimensiones territoriales, temporales y socioeconómicas.

Para comprender la distribución de población en un territorio urbano, la investigación estructura la población según: *heterogeneidad poblacional*, caracterizada por la coexistencia de personas de diferentes edades en un mismo espacio y *homogeneidad poblacional* con un predominio de grupos con características similares, como la edad, en áreas geográficas cercanas.

Mientras que cuando consideramos el factor temporal, emergen posibles cambios en los niveles de concentración, lo que se conoce como *ciclicidad urbana*. Estos cambios están influenciados por características socioeconómicas de la población, según Seguin et al. (2015), se fundamentan en hipótesis de movilidad y competencia que explican los factores subyacentes.

Es así, como la homogeneidad poblacional, estrechamente vinculada con niveles elevados de separación en diferentes grupos sociales dentro de un entorno urbano (segregación residencial), según Janoschka (2018), tiende a desarrollarse en contextos

donde la planificación urbana y sus actores estatales y privados implementan estrategias de mercado dirigidas a grupos específicos. Estas estrategias, a menudo diseñadas para atender las demandas de sectores de clase media envejecida, priorizan intereses elitistas y excluyen a otros segmentos poblacionales. Estas dinámicas urbanas, apoyadas en la *planificación urbana* que reflejan y refuerzan patrones de exclusión por edad y clase social, contribuyen a la mercantilización del espacio urbano (Hochstenbach y Boterman, 2018).

En este contexto, la edad se utiliza como un criterio clave para justificar políticas habitacionales que benefician a ciertos grupos, como los adultos mayores acomodados, mientras desatienden a otros, como las familias jóvenes de menores ingresos o los adultos mayores con escasos recursos. Adicionalmente, Campos Alanís et al. (2024) argumentan que los patrones de homogeneidad y heterogeneidad poblacional por edades se explican por un cambio estructural en las familias, debido al aumento de la longevidad. Este cambio ha ampliado las estructuras familiares hasta incluir generaciones mayores, como bisabuelos. Según su análisis, las familias de ingresos bajos tienden a compartir la misma vivienda, lo que fomenta la heterogeneidad poblacional.

Mientras que en la *ciclicidad urbana*, se propone que la población urbana envejecida tiende a concentrarse inicialmente en territorios centrales, pero con el tiempo migra hacia la periferia generándose dos posibles resultados: segregación residencial, (Feitosa et al., 2007) y juvenilización, que es un fenómeno que describe la llegada de jóvenes a zonas tradicionalmente ocupadas por adultos mayores, esta dinámica no siempre implica un desplazamiento forzoso, pero sí produce transformaciones sociales y espaciales significativas (Seguin et al., 2015).

Dentro de este marco urbano, la hipótesis de movilidad residencial propone que la concentración poblacional cambia por decisiones de movilidad residencial y según Graff y Wiseman (1978), se concentra en algunas decisiones como: la emigración o inmigración de jóvenes, la salida o llegada permanente de adultos mayores y el envejecimiento en el lugar hasta el fallecimiento.

La falta de demanda laboral puede generar emigración de jóvenes a zonas con mayor empleo que influye en el aumento del adulto mayor en el territorio (emigración laboral de jóvenes), mientras que un fenómeno inverso inicia en zonas con un aumento de la demanda laboral y oferta educacional lo que genera juvenilización y gentrificación en zonas cercanas al trabajo o la educación (inmigración de jóvenes), que influye en la exclusión social (Burns et al., 2012).

Mientras que la jubilación y la pérdida de interés de vivir en zonas residenciales cercanas al trabajo, sugiere posibles cambios de adultos mayores a zonas con mayores dotaciones de servicios

y/o cercanas a familiares o lugares donde vivieron durante su infancia. Esta movilidad puede llevar a la despoblación de áreas urbanas centrales y contribuir a una renovación poblacional como proponen investigaciones de Hagestad y Dykstra (2016).

Finalmente, la decisión de vivir en un lugar hasta el final de la vida puede generar concentración urbana de adultos mayores, que contribuye a la segregación residencial y juvenilización (por fallecimiento de parte de la población envejecida).

Sin embargo, los cambios en la concentración de la población se pueden dar por una competencia por el territorio como propone Park (1936), en la hipótesis de competitividad que argumenta que la competencia territorial es impulsada por el valor del suelo y la densidad poblacional y podría desplazar a los adultos mayores hacia zonas periféricas debido a su limitada capacidad económica, Liu (2024). Este proceso, como describen Burns et al., (2012), estructura la segregación residencial según el ciclo de vida y el poder adquisitivo de los adultos mayores que tendrían una menor competitividad frente a jóvenes profesionales y familias con mayores recursos.

En este contexto, los adultos mayores tienden a ubicarse en áreas más económica, alejadas de centros urbanos donde la demanda y el valor de la vivienda es más alto, lo que lleva a gentrificación. Además, la búsqueda de accesibilidad a servicios y espacios más pequeños refuerza este desplazamiento. Estudios recientes coinciden sobre una competencia intergeneracional, donde los adultos mayores resultan desfavorecidos, que afecta en el desarrollo de segregación residencial y una mayor homogeneidad de población envejecida en las zonas periféricas (Seguin et. al., 2015). A nivel comunal, esto se refleja en la concentración de adultos mayores en áreas de menor competitividad económica y social.

Por ejemplo, estas dinámicas de competitividad son acentuadas por las condiciones específicas del mercado de arriendo en Santiago, que presenta dinámicas que afectan a los adultos mayores, que enfrentan altos niveles de vulnerabilidad, debido a la falta de contratos formales, dependencia de allegamientos internos y el gasto desproporcionado en arriendo (Link et al., 2019), diferenciándose de otros países como México, donde la reconversión de viviendas es una estrategia para enfrentar la insuficiencia económica de los adultos mayores (Campos Alanís et al., 2024).

III. METODOLOGÍA

Para analizar la distribución espacial y temporal de la población, se utilizaron tres enfoques: el índice coeficiente de localización (LQ) (Xu et al., 2018), para identificar niveles de concentración comunal; un modelo de regresión múltiple para capturar la evolución temporal y la distribución territorial; y el método

de k-medias, que agrupa comunas según su similitud sociodemográficos.

En primer lugar, el índice LQ analiza la concentración espacial de la población adulta mayor (Yao et al., 2019). Este método compara la proporción de adultos mayores en una comuna específica con la proporción total de adultos mayores en todas las comunas, clasificándolos en tres niveles para identificar homogeneidad o heterogeneidad de la población: bajo ($LQ < 0.49$), medio (LQ entre 0.5 y 0.99) y alto ($LQ \geq 1$).

Para calcular el LQ, se utilizó la edad de adultos mayores entre 60 años o más y adultos jóvenes entre 25 a 39 años. Se seleccionó el grupo de adultos jóvenes como comparador de tendencias de concentración, porque se encuentran en una etapa inicial de vida independiente, caracterizada por el inicio de la vida laboral, la formación de una familia y la adquisición de la primera vivienda (Hagestad y Dykstra, 2016; Sabater y Finney, 2023).

En segundo lugar, se emplea un modelo de regresión múltiple con panel de datos según la estructura tipológica propuesta más adelante. Este enfoque evalúa cómo las diferentes variables explicativas afectan la concentración de adultos mayores (LQ_{anc}) en cada comuna, al considerar los efectos fijos y temporales (Ecación 1). Para su implementación, se utilizó el paquete de R de Croissant y Millo (2008), según la metodología de Baltagi (2021).

$$LQ_{anc} = b_1 Perm_5 + b_2 F_mon + b_3 Ppv + b_4 Den + b_5 LQjov + b_6 Ho_uni + b_7 Due + b_8 Alta_e + b_9 Tn + b_{10} Migr + \epsilon$$

(Ecación 1)

El modelo, se basa en el marco teórico y se estructura en tres categorías principales: (1) *tipologías de movilidad residencial*, representada por las familias monoparentales (*F_mon*), el promedio de personas por vivienda (*Ppv*), los hogares unipersonales (*Ho_uni*) y el índice de concentración de jóvenes (*LQjov*), esta tipologías reflejan dinámicas de ocupación y desplazamiento en el entorno urbano; (2) *tipologías de competitividad territorial*, que incluye la permanencia mayor a 5 años (*Perm_5*), la densidad poblacional (*Den*), la propiedad de vivienda (*Due*) y el nivel educacional universitario (*Alta_e*), que indican estabilidad y capacidad económica en la ocupación del espacio; y (3) *tipologías de factores sociales y demográficos* como la tasa de natalidad (*Tn*) y la proporción de inmigrantes extranjeros (*Migr*), que son elementos para medir la composición y renovación generacional.

En tercer lugar, se emplea el método de k-medias para agrupar comunas según las tipologías de los adultos mayores que tienen características similares y ofrecer una mayor especificidad descriptiva, como propone Apparicio et al. (2015). La implementación del método se basa en el paquete de R de Kassambara y Mundt (2020). El modelo identificó cinco grupos con un mejor ajuste de adultos mayores.

Para el análisis presentado en este artículo, e utilizaron datos censales de los años 1992, 2002 y 2017 como fuente primaria (Instituto Nacional de Estadísticas de Chile [INE], 1992; INE, 2002; INE, 2017), complementados con información sobre la tasa de natalidad del Departamento de Estadísticas e Información de la Salud [DEIS] (s.f.). Estos datos fueron estandarizados para cada uno de los años de estudio, lo que asegura la comparabilidad de las tendencias a lo largo del tiempo en las 31 comunas seleccionadas de la Región Metropolitana de Chile. Se seleccionaron las comunas de Santiago porque presentan una amplia diversidad socioeconómicas y se encuentran próximas geográficamente. Otro criterio de la selección espacial a nivel comunal se basó en que la planificación urbana tiende a ser desarrollada a este nivel administrativo. Además, que a nivel comunal se facilita la comparación entre los tres años en estudio, debido a que la información del Censo del año 1992 (INE, 1992) no permite menor nivel de desagregación, lo que impide comparar cada año a nivel barrio o distrito.

IV. RESULTADOS

Distribución de la población

En la figura 1, se evidencia el índice LQa a nivel espacial para las 31 comunas de estudio. En el año 1992, el centro urbano presenta una alta concentración de adultos mayores ($LQ_{anc} > 1$), mientras que las comunas periféricas muestran niveles menores de concentración. En el año 2002, disminuye la concentración en las comunas centrales urbanas, y se observa un desplazamiento centrífugo hacia comunas vecinas al centro. Mientras que, en el año 2017, el índice LQ_{anc} muestra que la concentración de adultos mayores se aleja del centro hacia comunas periféricas.

Estos resultados presentan una tendencia espacial de alejamiento de comunas centrales hacia comunas periféricas y evidencian una tendencia de disminución del nivel de concentración en el tiempo, porque en el año 1992 los rangos de concentración entregan un índice LQ_{anc} entre 0.42 a 2.24; y para el censo del 2002, los resultados indican un índice LQ_{anc} entre 0.36 a 1.81; mientras que en año 2017 el índice LQ_{anc} disminuye a un rango entre 0.55 a 1.4. Evidenciando un aumento de la heterogeneidad o dispersión de adultos mayores en las 31 comunas observadas.

Descriptores comunales, panel de datos y k-media.

La tabla 1 describe los resultados del panel de datos, según la tipología propuesta. El modelo en general explica el 86% (R^2) de la variabilidad en la concentración comunal de adultos mayores.

El resultado más significativo se explica como un resultado creciente, cuando se aumenta en 1% la cantidad de familias monoparentales, se incrementa la concentración de adultos mayores en un 0.19%; lo sigue en significancia, el nivel de

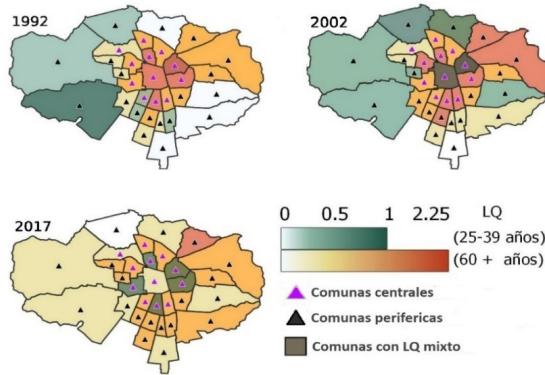


Figura 1: Concentración comunal LQ. Fuente: Elaboración de los Autores.

educación universitaria con un 0.055%; que implica que, a mayor educación, mayor nivel de concentración territorial. En concordancia con la teoría de competitividad; y la densidad poblacional territorial por km², tiene un 0.04%, que explica que a mayor cantidad de personas por km², más es la densidad población envejecida, al ser un factor de homogeneidad poblacional relacionado con la hipótesis de competitividad.

Entre los coeficientes negativos y significativos destacan: la propiedad de vivienda, con un impacto de -0.11% y alta significancia; influenciado por la competitividad por el uso del suelo, quizás potenciado por grupos de menor edad, pero con mayor ingreso, que impulsa un proceso de gentrificación; otra tipología negativa es la permanencia de cinco años o más en una propiedad, que tiene un -0.070% y alta significancia, esto ocurre cuando grupos menores a 60 años deciden permanecer en una zona lo que disminuye la concentración de personas mayores a 60 años.

Mientras que como es de esperar, un aumento en la tasa de natalidad disminuye el peso del índice LQ_{anc}. Similar al proceso de inmigración de personas extranjeras con -0.036%. Por lo tanto, cuando aumentan las personas en las comunas, se genera una mayor distribución de población de distintas edades (heterogeneidad poblacional).

La figura 2, muestra el modelo anterior, pero se agrega grupos de clústers comunales de adultos mayores. El modelo de mejor ajuste es el de 5 comunas. Se observan dos tendencias principales: las comunas 3 y 4 presentan características similares, mientras que los clusters comunales 1, 2 y 5 muestran diferencias en la tipología comunal.

4 Se eliminaron descriptores con heterocedasticidad y autocorrelación. Además, el VIF excluye 5 descriptores por multicolinealidad. La prueba de Lagrange descartó efectos temporales ($\chi^2 = 0.524$, $p = 0.4691$) pero confirmó efectos individuales (comunas). El test de Breusch-Pagan validó la heterocedasticidad ($\chi^2 = 22.608$, $p = 0.01229$) que justifica el uso del modelo y el test de Breusch-Godfrey no detectó autocorrelación ($\chi^2 = 2.8$, $p = 0.41$).

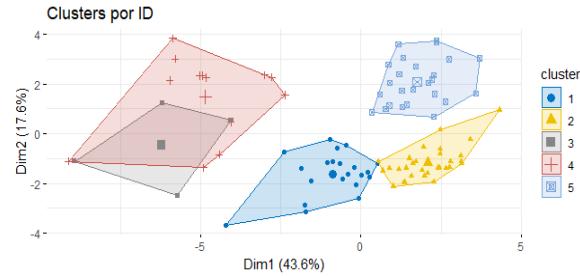


Figura 2: Grupos de adultos mayores similares. Fuente: Elaboración de los Autores.

Efecto	Valor	Std. des	Pesos
Idiosyncratic	0,00986	0,09930	0,644
Comunas	0,00545	0,07387	0,356
Tiempo	0	0	0
Theta	0,31 (Comunas)	0 (Tiempo)	0(Total)

Estimador	Valor	Error	Valor z	P(> z)
(Intercept)	1,387	0,017	62,17	< 2,2e-16 ***
(F_mon) Familias monoparentales	0,197	0,019	10,22	< 2,2e-16 ***
(Due) Propietario de vivienda	-0,112	0,031	-3,63	0,000284 ***
/Perm_5) Permanencia mayor a 5 años	-0,070	0,024	-2,92	0,003446 **
(Den) Densidad de población por Km ²	0,040	0,021	1,89	0,058891 ,
(Alta_e) Educación universitaria	0,055	0,032	1,74	0,081187 ,
(Tn) Tasa de natalidad Comunal.	-0,034	0,018	-1,87	0,062164 ,
(Migra) Inmigrantes en la comuna	-0,036	0,021	-1,71	0,087194 ,
(LQ_joven) Índice de concentración 25-39 años	-0,033	0,021	-1,6	0,109147
(Ppv) Promedio personas por viviendas	-0,048	0,032	-1,49	0,135847
(Ho_un) Hogares Unipersonales	-0,003	0,012	-0,23	0,817893

Nota: Significancia, 0 *** 0,001 ** 0,01 * 0,05 „ 0,1. R2 (0,86), R2 aj. (0,84), χ^2 (504,7) con 10gl, valor p (< 2,2e-16). P. balanceado: n=31, T=3, N=93.

Tabla 1: Panel de datos de descriptores⁴. Fuente: Elaboración de los Autores

Estimador	Valor	Error	Valor -t	Pr(> t)	
(F_mon) Familias monoparentales	0.157	0.022	7.11	4.84e-09	***
(Ppv) Promedio personas por viviendas	-0.100	0.042	-2.35	0.022	*
(Den) Densidad de población por Km2 (comunal)	-0.145	0.083	-1.73	0.008	.
(LQ_joven) Índice de concentración 25-39 años	-0.043	0.025	-1.71	0.093	.
(Due) Propietario de vivienda	-0.02	0.110	1.82	0.073	.
(Ho_uni) Hogares uniparentales	-0.014	0.011	-1.25	0.216	
(Perm_5) Permanencia mayor a 5 años	-0.019	0.028	-0.67	0.504	
(Alta_e) Educación universitaria	-0.142	0.090	-1.48	0.144	
(Tn) Tasa de natalidad comunal.	-0.029	0.020	-1.43	0.159	
(Migra) Inmigrantes en la comuna	-0.009	0.022	-0.41	0.682	
(Cluster)2	-0.273	0.210	-1.28	0.204	
(Cluster)3	-0.058	0.080	-0.67	0.050	
(Cluster)4	-0.078	0.110	-0.68	0.497	
(Cluster)5	0.173	0.140	1.18	0.241	

Nota: Significancia, 0****'0,001 ***'0,01 **'0,05 ,0,1. R2 (0,85), R2 ajust. (0,73), F-estadístico (23,1) con 13 gl, valor p (< 2e-16). Panel balanceado: n=31, T=3, N=93.

Tabla 2: Panel de datos con k-medias. Fuente: Elaboración propia de los Autores.

En la tabla 2, se presentan los resultados al incorporar los clusters que no resultaron significativos y no mejoran el análisis, lo que indica que las características demográficas y espaciales de los adultos mayores se explican adecuadamente con el modelo anterior y no necesitan diferenciarse por grupos comunales.

V. DISCUSIÓN

El índice LQ confirma un cambio en la población adulta mayor desde los centros urbanos hacia la periferia de Santiago de Chile, impulsado por procesos relacionados con el ciclo de la vida (gentrificación y juvenilización), en línea con estudios previos en ciudades como Montreal (Seguin et al., 2015).

El modelo de panel de datos explica globalmente un 85 % y complementa el marco teórico del estudio, dentro de las tipologías, las familias monoparentales son la tipología más significativa y correlacionada positivamente con la concentración de adultos mayores (0.19 %), que sugiere dinámicas familiares específicas en el contexto de Santiago, pero similar a lo encontrado en Montreal por Seguin et al. (2015) y que puede transformarse en familias más vulnerables, que necesitan empleos a tiempo completo para sustentarse, lo que agrava su vulnerabilidad ante posibles procesos de segregación residencial.

Aunque la literatura indica que, en Canadá, los padres solteros suelen recurrir con mayor frecuencia al uso de vehículos particulares y al empleo a tiempo completo —especialmente en

familias monoparentales (Roorda et al., 2010)—, es probable que surja una situación de vulnerabilidad cuando estos progenitores alcanzan la tercera edad. Como se evidencia en Santiago de Chile, esta dinámica puede exacerbar la segregación residencial debido a la falta de acceso a un transporte público adecuado o planificado, lo que deriva en marginalidad territorial.

Otra relación positiva se genera entre el nivel de educación universitaria (0.055%) y la concentración de adultos mayores coherente con la hipótesis de la competitividad. Las comunas con una mayor proporción de adultos mayores con educación superior podrían ser áreas más consolidadas, con mejor acceso a servicios y amenidades, donde este grupo ha podido permanecer a lo largo del tiempo debido a su capital socioeconómico. Esto contrasta con los procesos de desplazamiento asociados a la gentrificación, que suelen afectar a poblaciones con menor capacidad adquisitiva y posible mayor dispersión en el espacio.

Asimismo, la correlación positiva entre la densidad poblacional (0.040%) y la concentración de adultos mayores puede interpretarse como reflejo de la homogeneidad poblacional en áreas que han experimentado un envejecimiento en el lugar. Estas comunas densas podrían haber atraído y retenido a cohortes de población que han envejecido conjuntamente. No obstante, también podría señalar una presión sobre los recursos y la infraestructura en estas áreas, que impactan la calidad de vida de los adultos mayores, tal como lo menciona el marco teórico al referirse a la marginalidad territorial.

Los coeficientes negativos y significativos para la propiedad de vivienda (-0.11%) y la permanencia mayor a cinco años (-0.070%) son consistentes con las teorías de la competitividad territorial y la gentrificación/juvenilización. La menor concentración de adultos mayores en comunas con alta proporción de propietarios sugiere que el aumento del valor del suelo y la llegada de poblaciones más jóvenes con mayor poder adquisitivo generan un desplazamiento indirecto de los adultos mayores, quienes podrían verse forzados a buscar alternativas de vivienda más económicas en la periferia, tal como lo plantea la hipótesis de movilidad residencial y la teoría de la competitividad. Esta dinámica marca una diferencia con contextos de ciudades desarrolladas donde la propiedad puede ofrecer mayor estabilidad en la vejez.

Mientras que la disminución del índice LQ ante un aumento de la tasa de natalidad y la inmigración de personas extranjeras refuerza la idea de una creciente heterogeneidad poblacional en las comunas. Estos procesos demográficos contribuyen a la juvenilización, que altera la proporción de adultos mayores y, potencialmente, modifica las necesidades cambiantes, según la demanda de servicios específicos para la población según el grupo de edad.

A pesar de la relevancia de los factores comunales en la concentración de adultos mayores, el estudio presenta limitaciones espaciales, por centrarse en el nivel comunal y no distrital debido a la falta de información desagregada en el año 1992. Asimismo, la información transversal no permite determinar en el largo plazo si las personas han fallecido o migrado a otras comunas, lo que restringe la interpretación.

VI. CONCLUSIONES

Los hallazgos confirman las hipótesis sobre la distribución de adultos mayores, que se cambiaron desde el centro a la periferia entre los años 1992, 2002 y 2017. Mientras que dinámicas como el nivel educativo y la estructura familiar determinan patrones específicos de redistribución poblacional, lo que genera un patrón de concentración demográfica desigual que es moldeado o contenido en un entorno urbano planificado, pero no pensado en población envejecida, que lleva a la gentrificación o juvenilización, además del alejamiento de zonas centrales, que aportan a una mayor segregación residencial.

Sobre la hipótesis de la distribución cambiante de la población de adultos mayores, que se concentra en algunas comunas, se acepta la hipótesis sobre la influencia de variables intrínsecas en la hipótesis competitiva, de movilidad residencial y de variables sociales. Sin embargo, cabe destacar que las características poblacionales en comunas centrales y periféricas persisten en el tiempo. Esto quiere decir, que donde existen concentración de adultos mayores, existen patrones de alto nivel educacional y estructura familiar monoparentales. Se genera un patrón de concentración demográfica desigual que es moldeada o concentrada en una ubicación espacial cambiante hacia comunas periféricas de la ciudad de Santiago.

Estos resultados destacan la necesidad de estrategias adaptativas que reduzcan el rezago estructural entre dinámica demográfica y planificación urbana, evitándose soluciones reactivas a problemas estructurales. Se proponen políticas públicas como: (1) políticas de vivienda inclusiva en comunas centrales para frenar la exclusión por gentrificación; (2) mapeo de zonas críticas (LQ) para proyectos de integración social y servicios en periferias; y (3) transporte inclusivo y regulación del suelo. La evidencia sugiere inspirarse en casos como Asturias (España), donde estrategias de reequilibrio territorial mitigaron la marginalidad en contextos de envejecimiento poblacional (Olay Varillas y Fernández Bustamante, 2024), que adapta sus tres ejes prioritarios: infraestructura periférica, regulación del suelo y conectividad.

Futuras investigaciones podrían analizar a escala de barrio el impacto del incremento en precios del suelo y servicios como factor determinante en la reubicación voluntaria de adultos mayores hacia áreas económicas. Explorar la reconversión de viviendas en negocios (para cubrir gastos

médicos y ortopédicos) y su relación con desplazamientos residenciales en este grupo etario, además de evaluar cómo el fallecimiento de adultos mayores influye en la renovación urbana, particularmente mediante procesos de herencia y establecimiento de familiares más jóvenes en dichas propiedades.

VII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CRedit:

Conceptualización, P.C.R.; Curación de datos, P.C.R.; Análisis formal, P.C.R.; Investigación, P.C.R.; Metodología, P.C.R.; Recursos, P.C.R. y M.L.V.; Supervisión, M.L.V.; Validación, P.C.R. y M.L.V.; Visualización, P.C.R.; Escritura – borrador original, P.C.R.; Escritura – revisión y edición, P.C.R.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apparicio, P., Riva, M., y Séguin, A. (2015). A comparison of two methods for classifying trajectories: a case study on neighborhood poverty at the intra-metropolitan level in Montreal. *Cybergeo: European Journal of Geography*, (727). <https://doi.org/10.4000/cybergeo.27035>
- Baigorri, A. (1995). Del urbanismo multidisciplinario a la urbanística transdisciplinaria. Una perspectiva sociológica. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 3(104), 315-328. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/84036>
- Baltagi, B. H. (2021). *Econometric Analysis of Panel Data*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>
- Barros, J. X. (2004). Urban growth in Latin American cities- Exploring urban dynamics through agent-based simulation [Tesis Doctoral, University of London]. UCL Discovery. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1446522/>
- Burns, V., Lavoie, J., y Rose, D. (2012). Revisiting the role of neighbourhood change in social exclusion and inclusion of older people. *Journal of Aging Research*, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2012/148287>
- Campos Alanís, J., Liévanos Díaz, J. E., Garrocho Rangel, C. (2024). La segregación residencial del adulto mayor en la zona metropolitana de Toluca 2010-2020 en G. A. López, C. H. Soria Cáceres, e I. M. Medeiros Robaina (Eds.), *Geografía y segregación socioespacial urbana. Una mirada desde Iberoamérica* (pp.139-163). Ediciones Universidad de Alcalá. <https://doi.org/10.36443/9788418465635>
- Instituto Nacional de Estadísticas de Chile [INE]. (1992). Censo de población y vivienda 1992. <https://www.ine.cl>
- Instituto Nacional de Estadísticas de Chile [INE]. (2002). Censo de población y vivienda 2002. <https://www.ine.cl>
- Instituto Nacional de Estadísticas de Chile [INE]. (2017). Censo de población y vivienda 2017. <https://www.ine.cl>
- Croissant, Y., y Millo, G. (2008). Panel Data Econometrics in R: The plm Package. *Journal of Statistical Software*, 27(2), 1-43. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i02>
- Departamento de Estadísticas e Información de la Salud [DEIS]. (s.f.). Sitio oficial del DEIS. <https://deis.minsal.cl>
- Feitosa, F. F., Câmara, G., Monteiro, A. M. V., Koschitzki, T., y Silva, M. P. S. (2007). Global and local spatial indices of urban segregation. *International Journal of Geographical Information Science*, 21(3), 299–323. <https://doi.org/10.1080/13658810600911903>
- Godoy Ossandón, A. (2024). El estudio de la informalidad urbana y habitacional en América Latina y Chile: principales perspectivas y debates. *Ciudades*, (27), 23-38. <https://doi.org/10.24197/ciudades.27.2024.23-38>
- Graff, T. O., y Wiseman, R. F. (1978). Changing concentrations of older Americans. *Geographical Review*, 68(4), 379-393. <https://doi.org/10.2307/214213>
- Hagestad, G. O., y Dykstra, P. A. (2016). *Structuration of the life course: some neglected aspects* in Shanahan, M., Mortimer, J., y Kirkpatrick Johnson, M. (Eds.), *Handbook of the Life Course. Handbooks of Sociology and Social Research*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20880-0_6
- Herrmann-Lunecke, M. G., Figueira-Martínez, C., Ríos-Peters, R., y Zumelzu, A. (2024). Personas mayores y espacios comunes de vivienda colectiva en Chile: Desafíos para los instrumentos normativos e indicativos. *Urbano*, 27(50), 48–59. <https://doi.org/10.22320/07183607.2024.27.50.04>
- Hochstenbach, C., y Boterman, W. (2018). Age, life course and generations in gentrification processes in L. Lees y M. Phillips (Eds.), *Handbook of Gentrification studies*. Edward Elgar Publishing Limited. <https://doi.org/10.4337/9781785361746.00021>
- Janoschka, M. (2018). Gentrificación en España reloaded. *Papers: Regió Metropolitana de Barcelona: Territori, estratègies, planejament*, (60), 24–33. <https://raco.cat/index.php/PapersIERMB/article/view/339238>
- Kassambara, A., y Mundt, F. (2020). Facto extra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.factoextra>
- Link, F., Marín Toro, A., y Valenzuela, F. (2019). Geografías del arriendo en Santiago de Chile. De la vulnerabilidad residencial a la seguridad de tenencia. *Economía, sociedad y territorio*, 19(61), 507-531. <https://doi.org/10.22136/est20191355>
- Liu, S. (2024). Social spaces: from Georg Simmel to Erving Goffman. *The Journal of Chinese Sociology*, 11(13). <https://doi.org/10.1186/s40711-024-00217-9>
- O'Rand, A. M., y Bostic, A. (2016). Lags and Leaps: The Dynamics of Demography, Economy and Policy and Their Implications for Life Course Research in Shanahan, M., Mortimer, J., Kirkpatrick y Johnson, M. (Eds.), *Handbook of the Life Course. Handbooks of Sociology and Social Research*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20880-0_32
- Olay Varillas, D., y Fernández Bustamante, C. (2024). La planificación territorial como estrategia para hacer frente a la atonía poblacional: el ejemplo de Asturias. *ERIA*, 44(1/2), 135–162. <https://doi.org/10.17811/er.44.2024.135-162>
- Park, R. (1936). Human ecology. *American Journal of Sociology*, 42(1), 1-15. <https://www.jstor.org/stable/2768859>
- Roorda, M. J., Páez, A., Morency, C., Mercado, R., y Farber, S. (2010). Trip generation of vulnerable populations in three Canadian cities: a spatial ordered probit approach. *Transportation*, 37, 525–548. <https://doi.org/10.1007/s11116-010-9263-3>
- Sabater, A., y Finney, N. (2023). Age segregation and housing unaffordability: Generational divides in housing opportunities and spatial polarisation in England and Wales. *Urban Studies*, 60(5), 941-961. <https://doi.org/10.1177/00420980221121088>

Sabatini, F., y Wormald, G. (2013). Segregación de la vivienda social: reducción de oportunidades, pérdida de cohesión en F. Sabatini, G. Wormald, y A. Rasse (Eds.), *Segregacion de la vivienda social: ocho conjuntos en Santiago, Concepcion y Talca* (pp. 11-32). Colección de Libros Estudios Urbanos UC.

Seguin, A. M., Apparicio, P., Riva, M., y Negron-Poblete, P. (2015). The changing spatial distribution of Montreal seniors at the neighbourhood level: A Trajectory Analysis. *Housing Studies*, 31(1), 61-80. <https://doi.org/10.1080/02673037.2015.1061106>

Vecchio, G. (2022). Cuidar el territorio que envejece: Envejecimiento demográfico y marginalidad territorial en Chile. *Eidos*, 14(19), 3–12. <https://doi.org/10.29019/eidos.v14i19.1028>

Xu, N., Cheng, Y., y Xu, X. (2018). Using location quotients to determine public-natural space spatial patterns: A Zurich model. *Sustainability*, 10(10), 3462. <https://doi.org/10.3390/su10103462>

Yao, J., Wong, D. W. S., Bailey, N., y Minton, J. (2019). Spatial segregation measures: A methodological review. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 110(3), 235–250. <https://doi.org/10.1111/tesg.12305>

Recibido: 27-02-2025
Aceptado: 02-06-2025

CREENIEMIENTO URBANO Y VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CONURBACIÓN DE QUEVEDO, ECUADOR¹

URBAN GROWTH AND VULNERABILITY TO CLIMATE CHANGE OF THE QUEVEDO CONURBATION,
ECUADOR

CARLOS NIETO-CAÑARTE ²

PEDRO HARRYS LOZANO-MENDOZA ³

VÍCTOR MANUEL GUAMÁN-SARANGO ⁴

MAYRA CAROLINA VÉLEZ-RUIZ ⁵

WILMER MARIO DOMÍNGUEZ-ZÚÑIGA ⁶

1 Artículo desarrollado con base en los resultados Tesis, trabajo de grado, curso, proyecto de investigación de los autores.

- 2 Máster en Planificación Territorial y Gestión Ambiental
Profesor - Investigador, Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0003-1817-9742>
cnieta@uteq.edu.ec
- 3 Magíster en Cambio Climático
Profesor - Investigador, Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0001-5771-2680>
plozano@uteq.edu.ec
- 4 Doctor en Ciencias Agrícolas
Profesor - Investigador, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0007-4135-2394>
vguaman@uteq.edu.ec
- 5 Doctora en Entomología
Profesor - Investigador Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0003-4407-2965>
mvelez@uteq.edu.ec
- 6 Magíster en Riego y Drenaje
Profesor - Investigador Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0009-4625-1132>
wdominguez@uagraria.edu.ec



El cambio climático es un desafío global con impacto desigual. En Ecuador, el Cantón Quevedo, por su ubicación geográfica y características topográficas, es vulnerable a riesgos climáticos. Este estudio identificó la vulnerabilidad al cambio climático vinculada al crecimiento urbano del Cantón Quevedo, se utilizaron herramientas de sistemas de información geográfica (sig) para generar mapas de amenaza, exposición, sensibilidad, adaptación y riesgo climático, a través de un diseño cuasiexperimental y de enfoque cuantitativo. Los resultados indican un alto riesgo climático en general; 32,62 % del territorio presenta una exposición muy alta, especialmente en zonas con pendientes pronunciadas. Las zonas con alta sensibilidad y baja capacidad adaptativa son principalmente rurales y periféricas. En conclusión, el crecimiento poblacional causa la expansión urbana no planificada, que genera impactos ambientales negativos, como la degradación de la cubierta vegetal, que disminuye la resiliencia ecológica y la provisión de servicios ecosistémicos. esto incrementa la exposición y la sensibilidad (asociada a infraestructuras inadecuadas), y reduce la capacidad de adaptación. Se propone mejorar la infraestructura de drenaje, construir viviendas más resilientes y programas de educación y capacitación en cambio climático, así como promover soluciones basadas en la naturaleza.

Palabras clave: resiliencia, adaptación, riesgo, vulnerabilidad, cambio climático.

Climate change is a global challenge with uneven impact. In Ecuador, the Quevedo Canton, due to its geographical location and topographical characteristics, is vulnerable to climate risks. This study identified the vulnerability to climate change linked to urban growth in the Quevedo Canton. Geographic information system (GIS) tools were used to generate maps of threat, exposure, sensitivity, adaptation, and climate risk through a quasi-experimental design and a quantitative approach. The results indicate a high overall climate risk, with 32.62% of the territory being highly exposed, particularly in areas with steep slopes. Areas with high sensitivity and low adaptive capacity are mainly rural and peripheral. In conclusion, population growth leads to unplanned urban expansion, resulting in adverse environmental impacts, including degradation of vegetation cover, which reduces ecological resilience and the provision of ecosystem services. This increases exposure and sensitivity (associated with inadequate infrastructure) and reduces adaptive capacity. It is proposed to improve drainage infrastructure, build more resilient housing, implement climate change education and training programs, and promote nature-based solutions.

Keywords: resilience, adaptation, risk, vulnerability, climate change.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano rápido y no planificado ha sido un fenómeno global que ha transformado la organización espacial y social de las ciudades, al ser un desafío ecológico y humano clave del siglo XXI (Jordán et al., 2017). Para 2045, se espera que la población urbana mundial aumente 1,5 veces (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2024), impulsada por factores como la migración rural-urbana, la industrialización y la globalización (Jordán et al., 2017). En Latinoamérica, esta urbanización acelerada no ha garantizado desarrollo económico sostenible ni reducción significativa de pobreza y desigualdad (ONU, 2024). Contrariamente, la degradación medioambiental consume tierras agrícolas y hábitats, al fragmentar ecosistemas (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022) y amenazar a un estimado de millón de especies en extinción si no se implementan cambios ecológicos importantes en los próximos años (Díaz et al., 2019).

De esta manera, la deforestación y la pérdida de espacios verdes reducen el secuestro de carbono y conducen a una deficiente calidad del aire y del agua. Con alteración en el ciclo natural del agua, lo que causa sequías más largas y precipitaciones intensas, lo que induce un aumento de la escorrentía y una menor infiltración. Esto ocasiona escasez de agua e inundaciones (Gómez-Guerrero et al., 2021). El desarrollo antropogénico insostenible, especialmente, el crecimiento urbano, es el principal motor del cambio climático; las ciudades consumen más de dos tercios de la energía global y emiten el 70 % de los gases de efecto invernadero (Masson-Delmotte et al., 2019). Por lo tanto, las poblaciones urbanas son más vulnerables, al experimentar temperaturas de 3 a 5°C más altas que las zonas rurales circundantes, debido al llamado efecto de isla térmico urbano generado por las grandes superficies de hormigón y la falta de cubierta vegetal (Lane et al., 2024).

Bajo este argumento, los asentamientos informales son los más sensibles a riesgos derivados de patrones climáticos. Por lo que es relevante el análisis de vulnerabilidad en áreas con alta demanda de suelo y gran afectación ecológica (Duque y Montoya, 2021), lo que implica la disminución de contrastes térmicos y humedad (Mendes et al., 2020). Asimismo, se ha reportado la destrucción de 85% de los humedales y 23 % de la tierra en el planeta se considera ecológicamente degradada; la destrucción de manglares costeros amenaza a 300 millones de personas (Díaz et al., 2019), debido a la vulnerabilidad ecosistémica asociada a la baja capacidad resiliente. Por tanto, la urbanización sin planificación representa un desarrollo insostenible, que amplía los peligros climáticos o geológicos (ONU, 2024).

En el Ecuador han surgido nuevas ciudades intermedias, a lo largo de ejes antes inexistentes, como la conurbación de

Quevedo (Narváez Quiñonez et al., 2020). Esta consta de una zona metropolitana, así como parroquias y ciudades intermedias. De esta manera, se confirma la funcionalidad y operación de esta conurbación, aunque no esté definida ni administrativa, ni políticamente (EcuRed, 2025) Quevedo está expuesto a amenazas naturales, geológicas e hidrometeorológicas, con riesgos de degradación del suelo y la escasez de agua (Narváez Quiñonez et al., 2020). Los patrones anuales de lluvia han incrementado la intrusión de agua salada, el evado el nivel del mar y el aumento de la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, como inundaciones y huracanes (Song et al., 2023).

Fenómeno que se ha documentado en las provincias costeras como Manabí y Guayas, dañando más de 6 900 viviendas y destruyéndose 72 de ellas (Fan y Zhao, 2025).

Por lo tanto, es significativo deducir cómo la expansión urbana no planificada agudiza la vulnerabilidad climática en Quevedo mediante la generación de mapas de amenaza, exposición, sensibilidad, adaptación y riesgo climático, al utilizar herramientas avanzadas de procesamiento de datos en sistemas de información geográfica (SIG). Bajo esta perspectiva, se establece como objetivo de investigación identificar la vulnerabilidad al cambio climático vinculado al crecimiento urbano del cantón de Quevedo, al generar datos para comprender desafíos específicos y facilitar estrategias de adaptación efectivas. Asimismo, la información ambiental obtenida puede ayudar a mejorar la interpretación de estos espacios y su consideración en los cálculos de la resiliencia local (Hernández Aja et al., 2020), que contribuya a la planificación urbana sostenible. Este planteamiento local puede extrapolarse a nivel nacional e incluso regional.

II. MARCO TEÓRICO

El crecimiento urbano hace referencia al cambio del uso del suelo que requiere de planificación, diseño, construcciones de espacios y estructuras en búsqueda de mejorar la calidad de vida de sus pobladores y que garanticé un desarrollo urbano sostenible. Sin embargo, la migración rural-urbana fomenta ciudades informales sin planificación (Jordán et al., 2017), lo que contribuye al cambio climático. Este último es la variación prolongada de patrones meteorológicos por causas naturales o, principalmente, por quema de combustibles fósiles y deforestación (ONU, 2024). En la urbanización informal, el uso y cambio de uso de la tierra son las mayores fuentes de emisiones netas de CO₂ (Ghosh et al., 2022; Kim y Park, 2023; Bufalo et al., 2024).

En este contexto, la planificación es esencial para mitigar los efectos del cambio climático a través de la creación de estructuras resilientes enmarcadas en políticas ecológicamente

amigables y sostenibles (Murillo Delgado et al., 2023). Lo que en la práctica implica un reto, en particular en aquellas zonas que deberían protegerse por sus aportes ecosistémicos o por su mayor vulnerabilidad a los cambios. De manera que la planificación del desarrollo urbano y ambiental debe fundamentarse en los beneficios que los ecosistemas ofrecen para garantizar el bienestar humano, conocidos como servicios ecosistémicos, los que incluyen la provisión de recursos indispensables (agua, alimentos y medicinas). Así como sus contribuciones en la estabilización del clima, la regularización del ciclo del agua, su función protectora ante inundaciones, erosión del suelo, deslizamiento de tierra, entre otros (Córdoba-Hernández, 2021).

Para una planificación eficiente, se deben identificar áreas de alto valor ecosistémico que requieran protección y conservación. Además, asegurar la integración de los ambientes en estrategias de mitigación y adaptación, que incluyen la implementación de soluciones basadas en la naturaleza (SbN), que son acciones para proteger, gestionar de forma sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, abordándose desafíos socioambientales de manera eficaz y adaptativa, y proporciona simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad (Rojas Morales, 2024). Por ende, resulta importante mencionar que la vulnerabilidad climática es la susceptibilidad al daño por el cambio climático, que abarca sensibilidad y capacidad de respuesta. La vulnerabilidad ecosistémica se asocia a la pérdida de hábitats y la sustitución de ecosistemas con menor resiliencia futura. Mientras que la vulnerabilidad por pérdida de recursos ecosistémicos ocurre cuando los suelos pierden la capacidad de aportar bienes, funciones y servicios ecosistémicos esenciales, que afectan la recuperación territorial ante una crisis ambiental (Córdoba-Hernández, 2021).

De lo anterior resulta significativo definir resiliencia ecosistémica, que es la capacidad de un sistema para mantenerse o regresar a las funciones deseadas ante una perturbación, adaptándose y transformándose sistemas limitantes (Meerow et al., 2016). Esto debería considerarse junto a la transformación del hábitat, el cambio climático, la sobreexplotación de recursos, la introducción de especies invasoras, la contaminación y el enriquecimiento de nutrientes (Córdoba-Hernández, 2021), tanto en planificación urbanística como en las estrategias territoriales de desarrollo urbano y de vivienda para los próximos años. Por lo tanto, la vulnerabilidad climática contempla la exposición de bienes, infraestructuras, activos, personas, especies o ecosistemas en entornos afectados. Asimismo, el grado en que un sistema resulte afectado por el cambio climático, de manera directa o indirecta, se le denomina sensibilidad. Finalmente, la capacidad

adaptativa se refiere a la facultad que tienen los sistemas ecológicos, sociales o económicos, institutos humanos y otros organismos para tomar ventaja de las oportunidades o responder a las consecuencias climáticas.

III. ESTUDIO DE CASO

El cantón Quevedo pertenece a la provincia de Los Ríos y abarca áreas urbanas y rurales (Figura 1). Está situado a 74 msnm; Quevedo tiene una extensión de 303 km². Limita con los cantones Buena Fe y Valencia al norte, El Empalme al este, Mocache al sur y Quinsaloma al oeste. Sus coordenadas proyectadas UTM son Este (X) 670965 y Norte (Y) 9886264. La zona principal es Quevedo, donde ha surgido un importante desarrollo poblacional y económico. Entre los factores ecosistémicos, se destaca el río Quevedo, que atraviesa la zona urbana de la ciudad y prácticamente todo el cantón, y otras fuentes hídricas que influyen en el clima y la biodiversidad, lo que favorece a los servicios ecosistémicos. Además, se ha identificado fragmentación del paisaje a causa de la conversión de bosques en tierras agrícolas o urbanas, que alteran la conectividad ecológica, dificultándose el movimiento de especies (Villavicencio-Ordóñez et al., 2024). Asimismo, a causa de la fuerte actividad agrícola, los cuerpos de agua pueden verse afectados por el uso de fertilizantes y pesticidas (EcuRed, 2025).

La descomposición de la línea del tiempo (Figura 2) de precipitación para el cantón Quevedo (Figura 2.A) expone un patrón de precipitación estacional lluvioso sólidamente definido. Las lluvias alcanzan picos significativos, especialmente alrededor del año 2000, debido a eventos climáticos extremos como El Niño. Así mismo, la desintegración de la línea del tiempo de temperatura representada en la Figura 2.B, se describe un patrón estacional con variaciones anuales acentuadas. Desde la década de los 40, las temperaturas han mostrado un incremento gradual, seguido de fluctuaciones en torno a un nivel constante. Ocasionalmente, se observan eventos de temperaturas extremas, como olas de calor.

Quevedo es considerada la décima ciudad más poblada de Ecuador; según los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC] del año 2022, el incremento de su número de habitantes ha sido considerable. En 2010, se registraron 150 827 habitantes y para el 2022 era de 177 792 habitantes (INEC, 2022). La estimación de pobladores para el año 2024 fue de 208 000 personas. La mancha urbana de Quevedo en el 2000, abarcaba de 932,55 habitantes. Al representar el censo poblacional y de vivienda de 2010 sobre la mancha urbana, Narváez Quiñónez et al. (2020) indicaron una tasa de crecimiento de 41,72 %. Del mismo modo, con su investigación de simulación entre los años 1998 y 2019, revelaron que el crecimiento orgánico es más de cuatro veces. Con una superficie, para el 2020, de 304,67 km². Y advirtieron acerca del probable aumento, basándose en el crecimiento poblacional en la zona, el que se estima sea para

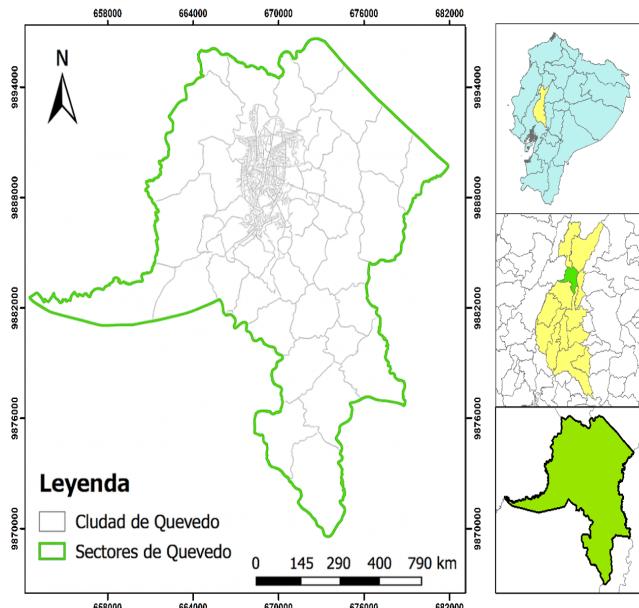


Figura 1: Mapa de ubicación del cantón Quevedo. Fuente: Elaboración de los Autores a partir de datos en formato shape del año 2023 del Geoportal Militar Ecuador (2024).

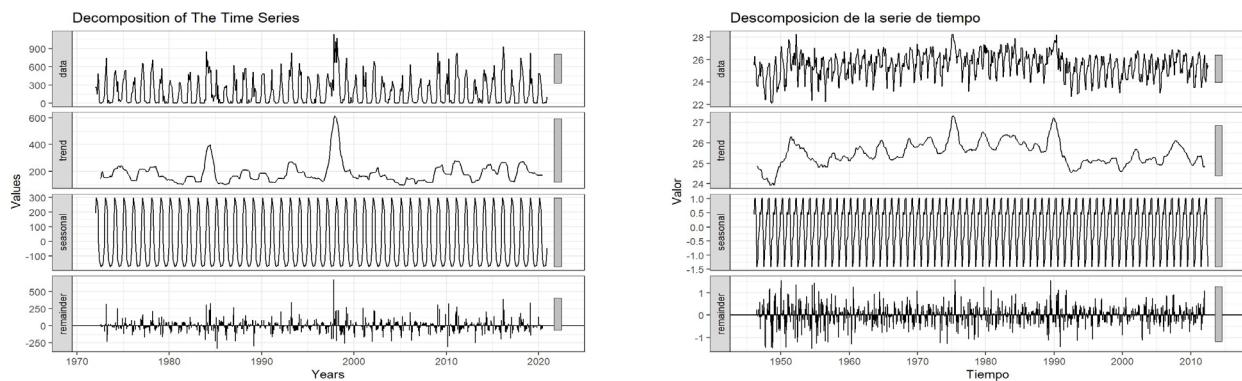


Figura 2: A. Registro de precipitación. B. Registro de temperatura en una descomposición de tiempo. Fuente: Elaboración de los Autores a partir de datos del año 2023 del Geoportal Militar Ecuador (2024).

el año 2030 de 251 922 habitantes (Villavicencio-Ordóñez et al., 2024).

Se caracteriza por ser una zona casi plana, por lo que facilita desarrollar infraestructura urbana, caminos y áreas agrícolas sin enfrentar grandes desafíos geográficos como montañas o pendientes pronunciadas. A pesar de poseer una gran cantidad de quebradas y cuerpos de agua, las pendientes no sobrepasan los 10 grados, condiciones que hacen el área tendenciosa a

inundaciones (EcuRed, 2025). Franjas bajas del área oeste del cantón también son propensas a inundarse en la temporada lluviosa (Flores y Vlassova, 2022). Es hacia estas zonas amenazadas donde se expande la mancha urbana del cantón, que no considera realidades físico-naturales como cercanía a cuerpos de agua, pendientes, falta de servicios en el sector ni la periodicidad de eventos negativos en la zona, lo que impacta el ambiente e incrementa el riesgo de desastres (Narváez Quiñonez et al., 2020; Flores y Vlassova, 2022).

De clima subhúmedo-tropical, se distinguen dos temporadas, lluviosa y seca. La temperatura anual oscila entre 22 °C y 31 °C. Se registran abundantes precipitaciones superiores a 2600 por año, con patrón regular (EcuRed, 2025). Estos datos meteorológicos son considerados para la variable exposición. Mientras que, para la sensibilidad, se evaluó la densidad poblacional, acceso a servicios básicos, zona de expansión y cobertura vegetal. Finalmente, para la capacidad de adaptación se tomó en cuenta el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PLANACC) de Ecuador, 2023-2027 (MAATE, 2023).

IV. METODOLOGÍA

El presente estudio se fundamentó en un diseño cuasiexperimental y de enfoque cuantitativo. Con el objetivo de identificar la vulnerabilidad al cambio climático vinculado al crecimiento urbano del cantón Quevedo. Para ello, se realizó una investigación aplicada y exploratoria.

Para determinar el nivel de exposición al riesgo climático se usó un software de SIG con shapefiles del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022). Se añadieron y ajustaron las capas a los límites del cantón al usar la herramienta "Clip." Se consideraron la capa de pendientes (derivada de un Modelo Digital de Elevaciones, MDE) para calcular amenaza y exposición, la capa de cantones y provincia, limitada al cantón Quevedo. Además, Geodatabase de sectores de Quevedo (shapefile de unidades de análisis) para asignar valores por sector y tabla de atributos de Redatam (variables censales 2022) unida por "Join" para sensibilidad y capacidad de adaptación (Nieto Cañarte et al., 2023). En primer lugar, se calculó la exposición de cada tipo de suelo basado en su pendiente, clasificándose por grado de exposición, descrito en la Tabla 2. La capa final se convirtió a ráster y se reclasificó para obtener la escala de exposición.

Así mismo, la amenaza climática se determinó al emplear el software de SIG y la capa del área de estudio, en que se añadió una nueva columna llamada "Amenaza" en su tabla de atributos (Tabla 1). Con la herramienta "Field Calculator", se asignó un valor de cuatro (4) a todo el cantón basado en las condiciones meteorológicas, se utilizó este valor para clasificar el nivel de amenaza según el grado de exposición. En cuanto al análisis del rango de exposición climática, se basó en los aspectos establecidos por el MAATE (2019) (Tabla 2).

Para la observación de la vulnerabilidad a los riesgos ambientales se realizó un análisis de sensibilidad con datos socioeconómicos procesados en "Red7 Process". Se crearon dos archivos Excel: uno para sensibilidad (considerándose tipo de vivienda y materiales de construcción) y otro para capacidad de adaptación (que incluyó analfabetismo y acceso a servicios). Se calcularon porcentajes y promedios, y dicha información se unió al shapefile de sectores del cantón, para posteriormente clasificar

Grado de exposición		Rangos	
	1	Muy baja	≤5%
	2	Baja	>5 - 12%
	3	Moderada	>12 - 25%
	4	Alta	>25 - 50%
	5	Muy alta	>50

Tabla 1: Atributos según los Grado de exposición. Fuente: MAATE, 2019

Exposición	Interpretación del grado de exposición
	Muy baja. Proporción del área: 0 % al 20 %.
	Baja. Proporción del área: 21% al 40%.
	Moderada. Proporción del área: 41% al 60%.
	Alta. Proporción del área: 61% al 80%.
	Muy alta. Proporción del área: 81% al 100%.

Tabla 2: Niveles de exposición climática. Fuente: MAATE, 2019.

Sensibilidad	Interpretación del grado de exposición
	Muy poco susceptible, permitiendo la normal operación del programa/proyecto.
	Poco susceptible, permitiendo que el programa opere con relativa normalidad.
	Medianamente susceptible, limitando la normal operación del programa/proyecto.
	Altamente susceptible, provocando cierres temporales pero frecuentes del proyecto.
	Susceptibilidad muy alta, provocando cierres permanentes de los programas.

Tabla 3: Consideraciones para el análisis de sensibilidad. Fuente: MAATE, 2019.

las variables y se transformó a formato ráster para su análisis según las directrices del MAATE (2019). Seguidamente, para el análisis de vulnerabilidad, se consideró la susceptibilidad de ser afectado por el cambio climático, que abarcó la sensibilidad al daño y la capacidad de respuesta.

Para estimar la vulnerabilidad, es crucial analizar la relación entre "sensibilidad" y "capacidad de adaptación". En el caso del cantón Quevedo, la sensibilidad se evalúa según los criterios detallados en la Tabla 3, que considera el grado de exposición para el análisis de sensibilidad.

La capacidad adaptativa se analizó al evaluar el potencial de respuesta del cantón Quevedo, que considera la capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para acoplarse, prepararse y responder ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias de las amenazas climáticas o sus efectos y los proyectos con mejores respuestas ante las amenazas climáticas (Tabla 4).

Finalmente, para determinar el riesgo climático se efectúa el cálculo de los raster con la herramienta "raster calculator", aplicando la fórmula (1):

$$\text{Riesgo climático} = \left\{ (\text{Peligro})(\text{Exposición}) \left[\frac{(\text{Sensibilidad})}{(\text{Capacidad adaptativa})} \right] \right\}$$

Los resultados se transforman en ráster y se reclasifican para analizar los niveles de riesgo climático del cantón, clasificándose según el grado de exposición.

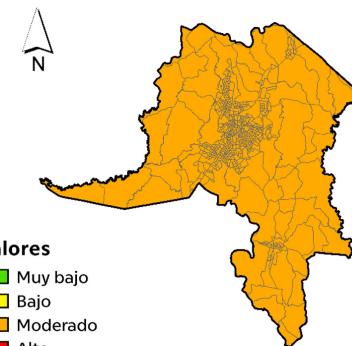
V. RESULTADOS

El nivel de amenaza, calculado con base en la capa de pendiente y registros meteorológicos que demuestran que el cantón Quevedo es una zona que experimenta lluvias intensas, indica una alta probabilidad de inundaciones. La figura 3 muestra que la mayor parte del cantón posee un nivel de amenaza moderado (amarillo). Existen algunas áreas dispersas con amenaza alta (naranja), las que corresponden a pendientes más pronunciadas, haciéndolas más susceptibles a deslizamientos, erosión y escorrentía. En cuanto al nivel de exposición, valorada también por la capa de pendiente y la presencia de elementos (población, infraestructura, bienes), el 32,62 % del territorio se encuentra en un nivel muy alto de exposición (rojo). Esta zona, principalmente central y suroriental del cantón, presentan pendientes significativas (que indican potencial peligro) con una alta concentración de población y/o infraestructura, lo que agrava la vulnerabilidad. En tanto el resto del territorio se encuentra en un nivel moderado de exposición

Capacidad de adaptación	Interpretación del grado de exposición
Capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para acoplarse, prepararse y responder ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias de las amenazas climáticas o sus efectos.	Muy poca. No reduciría los daños.
	Poca capacidad. No reduciría la totalidad de los daños.
	Moderada. Reduciría parcialmente los daños.
	Alta capacidad. Reduciría significativamente los daños.
	Muy alta. Reduciría completamente los daños.

Tabla 4: Consideraciones para el análisis de la capacidad adaptativa. Fuente: MAATE, 2019.

Nivel de amenaza



Valores

- Muy bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto
- Muy alto

Nivel de exposición

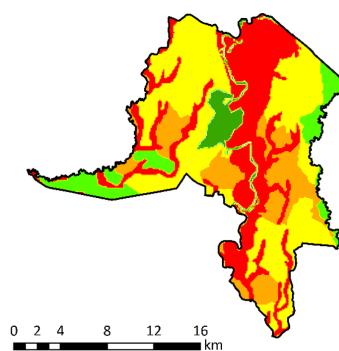


Figura 3: Mapa de amenaza y exposición del cantón Quevedo. Fuente: Elaboración de los Autores a partir de datos en formato shape del INEC (2022).

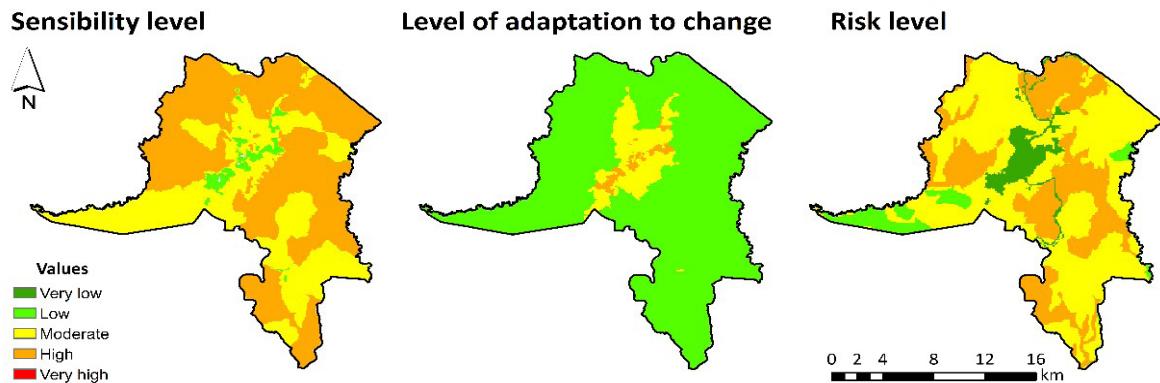


Figura 4: Mapas de sensibilidad, nivel de adaptación al cambio y riesgo climático en el cantón Quevedo. Fuente: Elaboración de los Autores a partir de datos en formato shape del INEC (2022).

(naranja) con 39,24 %, corresponde al área rural, lo que alerta a una amenaza considerable debido a la morfología del terreno y la falta de planificación urbanística. Los niveles bajo y muy bajo representan solo el 13,41 %, que refleja zonas relativamente más seguras, pero de menor extensión (Figura 3).

Por otra parte, la figura 4 muestra zonas con distintos niveles de sensibilidad. Una extensa área del cantón, que incluye zonas rurales, presenta sensibilidad moderada (amarillo), refleja una susceptibilidad intermedia a los impactos del cambio climático, en combinación con factores socioeconómicos y biofísicos. No obstante, las zonas de alta sensibilidad (naranja) concentradas en el centro y área suroriental corresponden a zonas con alta densidad poblacional y dependencia de agricultura intensiva, lo que las hace más vulnerables al cambio climático. En relación al nivel de adaptación, las áreas verdes, en el mapa, indican una baja capacidad de adaptación, lo que resulta en mayor vulnerabilidad por falta de recursos, educación e infraestructura. En cambio, en algunas áreas urbanas y desarrolladas (amarillo) se señalan mayor capacidad de adaptación, al sugerir mejores condiciones de vida. Las zonas rurales y algunas urbanas menos favorecidas están en desventaja para enfrentar los desafíos climáticos.

Finalmente, el mapa de riesgo climático (Figura 4), que combina amenaza, exposición, sensibilidad y adaptación, destaca que las zonas de alto riesgo (naranja) se concentran en el centro y área suroriental del cantón. Esto probablemente se debe a una combinación desfavorable de alta amenaza, alta exposición, alta sensibilidad y baja capacidad de adaptación. La investigación indica que los ecosistemas más presionados son las áreas urbanas, los cultivos y las fuentes hidrológicas. Las proyecciones sugieren que los impactos serán más evidentes en la zona central y suroriental del cantón. El cambio climático afectará moderadamente, pero suelos urbanizados, tierras agrícolas y el río Quevedo serán los más vulnerables a variaciones de temperatura y precipitación, con mayor probabilidad de eventos extremos. Las áreas urbanas presentan el mayor nivel de

peligro, y la contaminación y el enriquecimiento de nutrientes impactarán significativamente los ecosistemas urbanos, agrícolas y la principal fuente hídrica de Quevedo.

VI. DISCUSIONES

Para mitigar el cambio climático, especialmente en los países en vías de desarrollo, es necesario comprender el crecimiento urbano, el que ha sido acelerado. La creación de ciudades intermedias sin planificación desmantela la cubierta vegetal natural, aumenta la necesidad de servicios y recursos, lo que contribuye a la contaminación ambiental (Duque y Montoya, 2021). El presente estudio corrobora que la expansión urbana no planificada en Quevedo conduce a la degradación progresiva de ecosistemas naturales, manifestada en pérdida de bosques ribereños, alteración de suelos y humedales. Esta transformación del paisaje urbano reduce intrínsecamente la resiliencia ecológica del territorio, al comprometer la capacidad de los sistemas naturales para regular el ciclo hídrico y mitigar la intensidad de los eventos climáticos extremos. Así, los resultados de esta investigación mostraron relación entre el crecimiento urbano no planificado, el cambio climático y la vulnerabilidad climática, que revela un crecimiento hacia zonas amenazadas propensas a inundaciones, aumentándose de esta manera la exposición y la vulnerabilidad climatológica (Song et al., 2023; Lane et al., 2024). Es fundamental reconocer que la urbanización informal no solo incrementa la exposición física, sino que también agrava las desigualdades sociales preexistentes, al dejar a las poblaciones más vulnerables con menor acceso a recursos y servicios básicos para afrontar los impactos climáticos (ONU, 2024).

Por otra parte, se alcanzó a precisar la distribución espacial de niveles de amenaza y exposición, sensibilidad, adaptación y

riesgo climático, que facilitan la identificación de zonas vulnerables en el cantón. Los resultados son similares a los reportados por otros investigadores (Ghosh et al., 2022; Kim y Park, 2023; Fan y Zhao, 2025; Kythreotis et al., 2024) quienes afirman que los principales riesgos de vulnerabilidad son la contaminación del agua y del suelo, el surgimiento y aumento de la pobreza, la confirmación de plagas por el cambio climático y la variabilidad climática. De la misma manera, se confirma que el área de estudio presenta riesgo moderado, similar a lo señalado por Burgos Choez, et al. (2019) en su estudio realizado en la provincia de Manabí, Quevedo-Ecuador, a través del análisis de los componentes físicos, sociales, económicos y ecológicos, estimaron la vulnerabilidad global en media (55 %), influenciada principalmente por el aspecto social por la falta de preparación ante el riesgo de parte de las instituciones gubernamentales locales y habitantes; le sigue el aspecto físico, por la cercanía de gran parte de viviendas al río; el ecológico, por la disminución de la cobertura vegetal y el sellado de suelo, lo que impacta negativamente la provisión de servicios ecosistémicos vitales como la regulación hídrica y la protección contra erosión (Córdoba-Hernández, 2021) y, en menor proporción, el económico, por la ubicación de la zona comercial sobre el área con pendientes inferiores a 2,5 grados. Esta interconexión entre los factores biofísicos, sociales y económicos exige un enfoque holístico en la evaluación de la vulnerabilidad, que no solo mapee los riesgos, sino que también comprenda las dinámicas socioeconómicas subyacentes que amplifican o mitigan los impactos climáticos.

La vinculación de estos hallazgos demuestra la importancia de la planificación del crecimiento urbano de manera sostenible con la implementación de estrategias integrales que puedan lidiar con la vulnerabilidad climatológica (Ávila, 2024). Con base en la literatura (Burgos Choez et al., 2019; Mendes et al., 2020), se comprobó la necesidad de realizar estudios de variabilidad climática, histórica en la región, especialmente ante eventos extremos (sequías, inundaciones, olas de calor), para determinar vulnerabilidades y capacidad de las comunidades ante estos riesgos (Gómez-Guerrero et al., 2021; Murillo Delgado et al., 2023). Los estudios de riesgos climáticos, junto con planes de ordenamiento territorial, respuesta/emergencia y estrategias de adaptación, son cruciales para generar conocimientos y capacidades en las comunidades más vulnerables (Dey y Lewis, 2021; Duque y Montoya, 2021). Para abordar esta vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia ecológica, es esencial implementar SbN las que contribuyen directamente a la mitigación del cambio climático y a la mejora de los servicios ecosistémicos (Rojas Morales, 2024) en el cantón Quevedo.

VII. CONCLUSIONES

En síntesis, la expansión urbana no planificada en Quevedo es un factor clave que degrada los ecosistemas locales y, consecuentemente, debilita la resiliencia ecológica del cantón, al aumentar su vulnerabilidad a amenazas climáticas. El análisis cartográfico revela que el cantón Quevedo enfrenta un alto nivel de amenaza climática en toda su extensión, especialmente

en áreas con pendientes pronunciadas que incrementan la susceptibilidad a inundaciones. Las zonas rurales, con exposición moderada, son igualmente susceptibles a desastres naturales, lo que incrementa la vulnerabilidad climática. Al considerar la sensibilidad y la capacidad de adaptación, se identifica que las zonas periféricas y algunas áreas rurales muestran niveles de sensibilidad de moderados a muy altos, asociados a condiciones inadecuadas de vivienda y materiales de construcción, y, presentan una baja capacidad de adaptación debido a limitaciones en recursos económicos, nivel educativo y acceso a servicios. La pérdida de la cobertura vegetal de estas zonas también afecta la provisión de servicios ecosistémicos cruciales como la regulación del ciclo del agua y la protección del suelo, al disminuir aún más su capacidad para afrontar riesgos. La ausencia y el incumplimiento de marcos regulatorios de uso del suelo exacerbar esta vulnerabilidad.

Por lo tanto, para mitigar los riesgos climáticos en el cantón Quevedo, es fundamental monitorear continuamente las áreas de alta exposición y mejorarla infraestructura de drenaje al integrar principios de drenaje sostenible urbano. Se debe promover la construcción de viviendas más resistentes y la mejora de las existentes en áreas de alta sensibilidad, al fomentar el uso de materiales locales y técnicas resilientes/eficientes. También, es crucial implementar programas participativos de educación y capacitación en cambio climático y gestión de riesgos para aumentar la capacidad de adaptación de la comunidad, preparándolos para enfrentar los desafíos climáticos futuros. Finalmente, la reforestación y conservación del entorno natural, son esenciales para fortalecer la resiliencia ecológica y mejorar los servicios ecosistémicos. Así como, la implementación de políticas de ordenamiento territorial que restrinjan el desarrollo en zonas de alto riesgo y protejan los ecosistemas clave, serán crucial para asegurar el éxito a largo plazo de estas medidas.

VIII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CRedit:

Conceptualización, C.A.N.C.; Curación de datos, V.M.G.S.; Análisis formal, M.C.V.R.; Adquisición de financiación, C.A.N.C.; Investigación, P.H.L.M.; Metodología, M.C.V.R.; Administración de proyecto, W.M.D.Z.; Recursos, C.A.N.C.; Software, P.H.L.M.; Supervisión, M.C.V.R.; Validación, P.H.L.M.; Visualización, W.M.D.Z.; Escritura – borrador original, V.M.G.S.; Escritura – revisión y edición, W.M.D.Z.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávila Chacón, B. (2024). El desarrollo rural sostenible como discurso de las políticas de Estado para el Agro Ecuatoriano 1994-2020 y 2020-2030. [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. Repositorio UASB. <http://hdl.handle.net/10644/10257>

Bufalo, M., Ceci, C., y Orlando, G. (2024). Addressing the financial impact of natural disasters in the era of climate change. *The North American Journal of Economics and Finance*, 73, 102152. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2024.102152>

- Burgos Choez, B. D., Cartaya Ríos, S. J., y Mero del Valle, D. J. (2019). Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador. *Investigaciones Geográficas*, (98), 2448-7279. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112019000100003
- Córdoba-Hernández, R. (2021). La vulnerabilidad ecosistémica según el planeamiento en la protección del suelo de la comunidad de Madrid. *Urbano*, 24(43), 18-29 <https://doi.org/10.22320/07183607.2021.24.43.02>
- Dey, R., y Lewis, S. C. (2021). Natural disasters linked to climate change in T. M. Letcher (Ed.), *The Impacts of Climate Change: A Comprehensive Study of Physical, Biophysical, Social, and Political Issues*, 177-193. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822373-4.00004-5>
- Díaz, S., Settele, J., Brondizio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaghe, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y. J., Visseren-Hamakers, I. J., Willis, K. J., y Zayas, C. N. (eds.). (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES secretariat: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>.
- Duque Franco, I., y Montoya Garay, J. W. (2021). Cambio climático y urbanización. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30(2), 274-279. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/crg/article/view/97354>
- EcuRed. (01 de febrero de 2025). *Cantón Quevedo (Ecuador)*. [Enciclopedia Cubana]. [https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Quevedo_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Quevedo_(Ecuador))
- Fan, H., y Zhao, K. (2025). Uncovering the intensity of climate risk and opportunity: awareness and effectiveness. *The British Accounting Review*, 57(2), 101469. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2024.101469>
- Flores, B. E. y Vlassova, L. (2022). *Variabilidad climática en zonas de alto riesgo del cantón Quevedo, Ecuador*. Quevedo: UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6734>
- Geportal Militar Ecuador. (2024). Mapas para la descargar. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/geoinformacion/>
- Ghosh, J., Chakraborty, S., Díaz Ceballos, A. S., y Adiaba, A. I. J. (2022). A just transition: How can we fairly assign climate responsibility. *Earth4All: Deep-Dive paper 06*, 2-18. https://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2022/07/Earth4All_Deep_Dive_Ghosh.pdf
- Gómez-Guerrero, A., Correa-Díaz, A. y Castruita-Esparza, L. U. (2021). Cambio climático y dinámica de los ecosistemas forestales. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4), 673-682. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4.673>
- Hernández Aja, A., Aparicio Mourelo, Á., Gómez García, M. V., González García, I., Córdoba Hernández, R., Díez Bermejo, A., Sánchez-Toscano Salgado, G., Sanz Fernández, Á., Álvarez del Valle, L., Carmona Mateos, F., Carpíño Pinedo, J., Gómez Giménez, J. M., Jiménez Romera, C., Morán Alonso, N., y Picardo Costales, L. (2020). *Resiliencia funcional de las áreas urbanas. El caso del Área Urbana de Madrid*. Instituto Juan de Herrera. <http://oa.upm.es/63377>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC]. (2022). *Censo poblacional y de vivienda 2022*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Jordán, R., Riff, L., y Prado, A. (Cds.). (2017). *Desarrollo sostenible, urbanización y desigualdad en América Latina y El Caribe. Dinámicas y desafíos para el cambio estructural*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/12/5937/11.pdf>
- Kim, S. K., y Park, S. (2023). How does exposure to climate risk contribute to gentrification? *Cities*, 137, 104321. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104321>
- Kythreotis, A. P., Hannaford, M., Howarth, C., y Bosworth, G. (2024). Translating climate risk assessments into more effective adaptation decision-making: The importance of social and political aspects of place-based climate risk. *Environmental Science & Policy*, 154, 103705. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103705>
- Lane, K., González, A., Rodríguez, R., Adya, M., Herrera, G. E., Brown, W., Gutiérrez, D., Rodríguez, M., y Navarro, R. (2024). Impact of Urbanization on Public Health: An Analysis of Lifestyle-Related Diseases in Urban Areas in Panama. *Multidisciplinary & Health Education Journal*, 6(1), 702-712. <https://journalmhe.org/ojs3/index.php/jmhe/article/view/103>
- Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2019). *Herramienta para la integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Ministerio del Ambiente, Ecuador. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/Caja-de-herramientas-Cambio-Climático-.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2023). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Ecuador (2023-2027). Ministerio del Ambiente, Ecuador. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/02/PNA_Plan-Nacional-de-Adaptacion_2023_2027.pdf
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Robin Matthews, J. B., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M. I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., y Waterfield, T. (Eds.). (2019). *Calentamiento global de 1,5°C. Resumen para responsables de políticas*. Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático [IPCC]. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- Meerow, S., Newell, J. P., y Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Mendes, F. H., Romero, H., y Ferreira da Silva Filho, D. (2020). Cambio Climático adverso provocado por la urbanización sin planificación ni evaluación ambiental en Santiago de Chile. *Revista de geografía Norte Grande*, (77), 191-210. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022020000300191>
- Murillo Delgado, C. J., Calderón Muñoz, A. C., Icaza Valencia, H. J., y Sánchez Bazantes, L. C. (2023). Sustainable urban development in Latin America. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 27(119), 116-126. <https://doi.org/10.47460/uct.v27i119.713>
- Narváez Quiñonez, I. T., Durán Saavedra, G. A., Menoscal Cevallos, J. J., y Bayón Jiménez, M. (2020). Espacio urbano periférico y la construcción social del riesgo en ciudades intermedias. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 13. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu13.eupc>
- Nieto Cañarte, C. A., Jordán Hernán, M. S., Guamán Sarango, V. M., y Burgos-Carpio, B. A. (2023). Condiciones edafoclimáticas actuales y futuras para establecimiento de la balsa (*Ochroma spp.*) con pastos en el Oriente Ecuatoriano. *Revista de Climatología*, 23, 167-178. <https://doi.org/10.59427/rcli/2023/v23.167-178>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2024). *Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo*. Noticias ONU. <https://www.un.org/es/desa/2018-world-urbanization-prospects#:~:text=Actualmente%2C%20el%2055%20%25%20de%20las,oficial%20de%20asuntos%20de%20poblaci%C3%B3n>
- Organización Mundial para la Salud [OMS]. (2022). *Naturaleza, biodiversidad y salud: una descripción general de las interconexiones*. Oficina Regional de la OMS para Europa. <https://iris.who.int/handle/10665/352803>
- Rojas Morales, J. R. (2024). La era de la ebullición global: desafíos y oportunidades para la resiliencia climática en la región Centroamericana. *Revista de Ciencias Ambientales*, 58(2), 1-20. <https://doi.org/10.15359/rca.58-2.9>
- Song, Y., Wang, C., y Wang, Z. (2023). Climate risk, institutional quality, and total factor productivity. *Technological Forecasting and Social Change*, 189, 122365. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122365>
- Villavicencio-Ordóñez, J. E., López-Guzmán, D. R., y Velásquez-Cajas, Á. P. (2024). Crecimiento urbano y vulnerabilidad al cambio climático de Calderón en el distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *Urbano*, 27(49), 94-107. <https://doi.org/10.22320/07183607.2024.27.49.07>

Recibido: 28-01-2025
Aceptado: 03-06-2025

APROPIACIÓN COLECTIVA DEL ESPACIO PÚBLICO BARRIAL. REFLEXIONES SOBRE EL PROYECTO “CAMINO AL BARRIO”, CALI, COLOMBIA¹

COLLECTIVE APPROPRIATION OF NEIGHBORHOOD PUBLIC SPACE. REFLECTIONS ABOUT THE “CAMINO AL BARRIO” PROJECT, CALI, COLOMBIA

CAROLINA POLO-GARZÓN²
CRHISTIAN CAMILO VILLA-VELASCO³

1 Investigación financiada por la Universidad del Valle y Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, código del proyecto: 2930. Convocatoria “Retos de país 2016”.

2 Magíster en Arquitectura y Urbanismo
Docente Departamento de Construcción, Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad del Cauca, Popayán, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-9456-1663>
carolinapolo@unicauca.edu.co

3 Sociólogo y Licenciado en Historia
Investigador Departamento de Ciencias Sociales - Facultad de Ciencias Sociales y Económicas.
Universidad del Valle, Cali, Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-2752-128X>
crhistian.villa@correo.univalle.edu.co



Este artículo muestra las reflexiones del proceso de investigación desarrollado en articulación interinstitucional entre entidades públicas y privadas, adelantado en el sector de San Francisco del barrio Siloé de Cali, Colombia, entre los años 2018 y 2023. Objetivo: trabajar con una comunidad vulnerable frente a condiciones socioambientales, al motivar su participación y empoderamiento como actores de cambio, al tiempo que se fortalecían los vínculos vecinales que dan soporte a procesos de mejoramiento del espacio público urbano del sector. Metodología: bajo un estudio cualitativo, se tomaron elementos de la Investigación Acción Participación (IAP), para adelantar acciones de mejoramiento del espacio público a escala barrial, al tener como norte la formación e integración vecinal desde un nuevo sentir social y comunitario, a través de recorridos urbanos, talleres participativos y grupos focales. Resultados: aplicación de una estrategia de ejecución de proyectos de base comunitaria que canaliza las potencialidades del liderazgo comunitario y permite avanzar hacia ciudades con espacios públicos más articulados, funcionales y con una operatividad en servicio de la comunidad. Conclusiones: el proyecto arrojó la conformación del colectivo barrial “Camino al Barrio”; estrategia con enfoque pedagógico, para fomentar la participación ciudadana y la apropiación colectiva del espacio público barrial.

Palabras clave: cultura de paz, participación comunitaria, autonomización, desarrollo comunitario, planificación urbana

I. INTRODUCCIÓN

La expansión urbana acelerada en ciudades latinoamericanas ha generado una serie de problemáticas asociadas a los asentamientos informales, especialmente en las laderas. Estos barrios se caracterizan por condiciones de vulnerabilidad social, ambiental y un alto riesgo de desastres. El presente estudio se centra en el caso del barrio San Francisco, ubicado en la ladera de la ciudad de Cali, Colombia, donde factores como la pobreza, la violencia y el deterioro ambiental han generado un contexto de exclusión social y limitada calidad de vida para sus habitantes.

En este sector se presentan inundaciones y avenidas torrenciales producto del desbordamiento de la quebrada Isabel Pérez, localizada en la parte baja del sector, la que, desde el año 2016 ha producido enormes pérdidas materiales, el desplome de viviendas y la pérdida de vidas humanas. Este complejo problema ha intentado ser atendido por los entes municipales, sin embargo, no se han efectuado soluciones de fondo que involucren eficazmente a la comunidad.

Se evidencia una creciente preocupación por la participación ciudadana y los mecanismos para que su participación sea más efectiva en la toma de decisiones urbanas, sin embargo, aún existen lagunas en la comprensión de cómo las intervenciones comunitarias a largo plazo, impactan en la construcción de ciudadanía activa y en la transformación de los espacios urbanos.

Este estudio tiene como objetivo analizar el caso de Camino al Barrio para identificar los factores que favorecieron la participación ciudadana, los cambios observados en el tejido social y en el espacio público, y las lecciones aprendidas para futuras intervenciones. Se espera que este estudio contribuya a enriquecer el conocimiento sobre las prácticas de intervención social y a informar el diseño de políticas públicas más participativas.

En primera instancia, el texto muestra la contextualización del lugar y la importancia del espacio público como potenciador de las estructuras sociales. Posteriormente se expone la metodología basada en el método de la intervención sociológica y en la Investigación Acción Participación (IAP). Los resultados obtenidos se muestran tres elementos: 1) estrategia de intervención y acompañamiento, 2) ejercicios de carácter comunitario y 3) consolidación de la propuesta y del colectivo Camino al Barrio. Finalmente, la discusión y conclusiones se centran en el dilema de construir y reconstruir desde lo barrial en Cali, lo que aporta valiosas lecciones para la implementación de proyectos similares en contextos similares.

II. MARCO TEÓRICO

Los eventos climáticos extremos, como inundaciones o avenidas torrenciales, afectan desproporcionadamente a las comunidades vulnerables debido a su limitada capacidad de respuesta. La

distribución de estos impactos no es equitativa; las regiones más pobres y los países en desarrollo son los más afectados, ya que sus mecanismos de superación se ven sobrecargados (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2008; Pörtner et al., 2022). En el caso estudio se evidencia un incremento de áreas impermeables y asentamientos humanos sobre zonas forestales y de protección ambiental. Esto eleva significativamente el riesgo de inundaciones por el aumento de la escorrentía superficial, ya que la "infraestructura gris" (Chen et al., 2021) interrumpe el ciclo hidrológico natural de asimilación, infiltración y evapotranspiración.

Desde las ciencias humanas, la problemática de los riesgos se entiende como una construcción social y una percepción racional influenciadas por la falta de información y la omisión de las dinámicas sociales (Duclos et al., 1990; ONU-Habitat, 2012; Vallejos-Romero et al., 2022). Por esto, es esencial fortalecer la gobernanza territorial desde las comunidades, articulada con las políticas de desarrollo gubernamentales, con el fin de establecer un modelo de gestión pública alternativo de corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad.

Para Bonilla Sandoval (2012), lograr mayor protección e igualdad social puede impulsar un dinamismo económico transformador. El reto radica en encontrar las sinergias que permitan a la igualdad, el crecimiento y la sostenibilidad generar dinámicas virtuosas, que promuevan la inclusión social y reduzcan las desigualdades territoriales. Estas sinergias productivas, sociales y territoriales pueden impactar positivamente el imaginario colectivo (CEPAL, 2012), y abren una oportunidad para el trabajo comunitario que mejore las condiciones de vida de poblaciones vulnerables, por esta razón, la propuesta se estructuró a partir de la identificación de la problemática de vulnerabilidad y el potencial de resiliencia social en el lugar de estudio.

En este contexto, la propuesta apuesta por una nueva forma de entender la ciudad y el papel de la ciudadanía en la configuración del espacio público, que involucra su uso compartido por parte de los ciudadanos y los organismos de representación ciudadana de base comunitaria (Cuéllar Obando, 2015). La participación fomenta el orgullo y la conciencia sobre el cuidado del entorno físico propio (Hernández García, 2008; Ong et al., 2018; Matherne et al., 2018; Ibarra-López, 2023). En este proyecto, la comunidad se enfocó en mejorar el espacio público barrial, dado que su naturaleza colectiva lo convierte en un punto clave para la auto-organización en pro de un beneficio común.

El espacio público, bajo la mirada de Jane Jacobs (1961), es fundamentalmente una construcción a escala humana. Su diseño y gestión son determinantes para fortalecer la vida social, las interacciones, la cohesión comunitaria y el empoderamiento de los habitantes. En cuanto al proceso comunitario, este proyecto se cimienta en dos pilares teóricos del trabajo de Jacobs (1961): primero, el espacio público como un sistema orgánico adaptativo, que se planifica con un enfoque de "abajo hacia arriba" que da prioridad al rol de la comunidad local para abordar los desafíos territoriales;



Figura 1: Localización de la ciudad de Cali en Colombia. Fuente: Google Maps, 2025.

y segundo, su rol como potenciador de una red de relaciones vecinales más resilientes y con capacidad de auto-organización.

Desde el punto de vista de la resiliencia de una comunidad, el trabajo de Jacobs (1961) se complementa con el de Granovetter (1973). Mientras Jacobs destaca la importancia de las interacciones humanas para la cohesión barrial en lo que se puede denominar "lazos fuertes o intermedios", Granovetter (1973) subraya que la resiliencia comunitaria, medida a partir de su capacidad de adaptación, de innovación y de acceso a recursos externos, también dependen de la existencia de "lazos débiles".

En su teoría 'la fuerza de los lazos débiles', Granovetter (1973), plantea que los lazos débiles permiten que las oportunidades, recursos o ideas de mejora, fluyan desde afuera del círculo de lazos fuertes de una comunidad, que fomenten el acceso a perspectivas y soluciones diferentes, que pueden aportar al mejoramiento del espacio público y el empoderamiento de la comunidad. Es decir, los lazos fuertes dan confianza interna, mientras que los lazos débiles conectan la comunidad con un mundo de recursos e información más amplio.

Al tener en cuenta lo anterior, la metodología diseñada permitió identificar lazos fuertes, intermedios y débiles en la comunidad. Los lazos fuertes e intermedios (comunidad organizada)

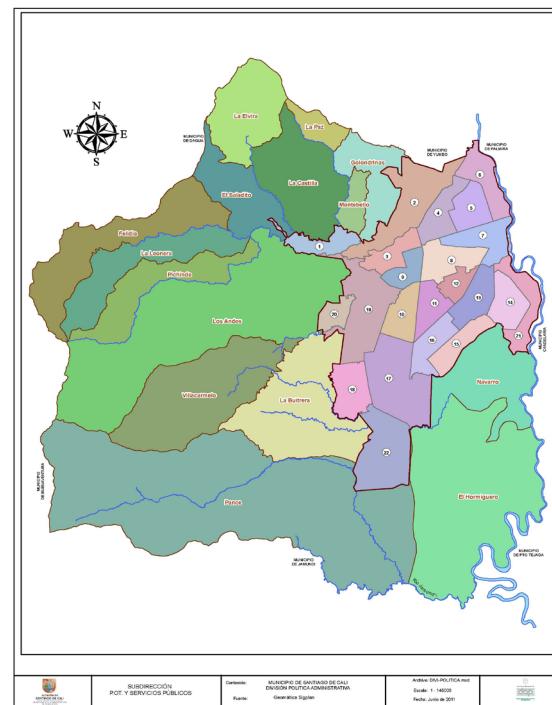


Figura 2: Localización del estudio de caso. Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali, 2014.

fueron claves para integrar a los lazos débiles (individuos desvinculados). Éstos últimos, a medida que se involucraban, no solo mostraron creciente interés, sino que también aportaron contactos externos inesperados y valiosos para el proceso.

III. ESTUDIO DE CASO

El proyecto de Camino al Barrio, se desarrolló en la ciudad de Cali en Colombia (Figura 1), en un sector conocido como Siloé localizado en la comuna 20 (Figura 2). Esta zona se ubica en la margen occidental de la ciudad como borde urbano-rural ya que es uno de los puntos donde termina el trazado urbano, colinda con el suelo rural y la reserva ambiental de la ciudad conocida como el Parque Natural Nacional Los Farallones.

IV METODOLOGÍA

El proyecto retomó elementos de la metodología Investigación – Acción Participativa (IAP) (Fals Borda y Rodríguez Brandão, 1987), particularmente para el tratamiento de los datos cualitativos obtenidos a partir de la observación directa, que implicó la aplicación de procedimientos interpretativos y analíticos para



Figura 3: Participantes del proyecto. Fuente: Elaborado por los Autores, 2020.

el abordaje del objeto de estudio (Colmenares, 2012; Delgado-Algarra, 2015), se aplicaron estrategias de manera transversal a lo largo del desarrollo del proyecto, durante el diagnóstico local participativo se realizaron recorridos por el territorio, entrevistas y reuniones con líderes comunitarios, talleres participativos para la etapa de diagnóstico, construcción colectiva del mapa de actores del proyecto y líneas de acción del proyecto desde lo local.

Con la metodología aplicada, se buscó lograr la transformación de actitudes de la comunidad, en especial de la comunidad de San Francisco y sus agentes, a favor de la intervención física en el lugar. Para ello, se realizaron actividades que buscaron garantizar la permanencia de las personas en las actividades de intervención, la mayoría de ellas asociadas al compartir de comida, actividades culturales y deportivas.

Participantes

El proyecto buscó la vinculación de todos los ciudadanos habitantes del sector, para lograrlo se conformó un grupo focal de líderes comunitarios que trabajan en diferentes instancias de acuerdo con el rol asignado dentro del proceso (Figura 3). Se destaca la participación femenina, ya que del total de los treinta (30) participantes miembros de la comunidad que participaron permanentemente en el proyecto, catorce (14) corresponden a mujeres lideresas que ya tenían cierta trayectoria en el contexto local.

Herramientas

Para el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo visitas guiadas con los líderes comunitarios y apoyos técnicos y logísticos por parte de entidades como el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA), la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) y la Secretaría de Seguridad Ciudadana del municipio de Cali. Así mismo, se tuvo participación de reuniones y festividades locales con el fin

de fortalecer los vínculos entre el grupo de profesionales del proyecto y la comunidad.

Procedimiento

Según las fases y ejes temáticos asociados a la Pedagogía Urbana (Pérez Preciado, 2000; Rubio Noha y Majadas Andray, 2007; Salinas, 2009; Páramo, 2009; Mora Ardila, 2012; Moncada Cardona, 2015; Lopes, 2016; Mora Gómez, 2018), la metodología propuesta se desarrolló en tres momentos: a) Reconocer la ciudad y el contexto barrial, b) Identificar las problemáticas y potencialidades del espacio urbano y, c) Participación y responsabilidad como ciudadano. A continuación, se muestran las fases y actividades desarrolladas para el cumplimiento del objetivo del proyecto (Villa Velasco, 2020): 1) Reconocer la ciudad y el contexto barrial, 2) Identificar las problemáticas y potencialidades del espacio urbano, 3) Participación y responsabilidad como ciudadano.

V. RESULTADOS

La intervención comenzó en el desconocimiento profundo de la comunidad con la que se trabajaría y la lectura de algunos referentes, en especial los de la Investigación Acción-Participación (IAP) (Fals Borda y Rodríguez Brandão, 1987; Martí, 2002; Colmenares, 2012; Arkedis et al 2021). En este contexto, la IAP se enfoca en trascender el lenguaje académico y tiene como meta conectar el conocimiento científico con la sabiduría y las vivencias de las comunidades, a partir de diferentes mecanismos de participación ciudadana con múltiples dimensiones como la inclusión, la deliberación y el impacto en las políticas públicas.

No obstante, se descubriría que, mientras el ejercicio tomaba forma, un agente movilizador en las dinámicas entre agentes

externos (investigadores, entidades gubernamentales, privados) y las formas de organización barrial y comunitaria es el trabajo alrededor de la comida; esto último indicaría una realidad dura que atraviesan estos ejercicios: resulta difícil movilizar a la gente a causas como "el medio ambiente" o "la gestión del riesgo" cuando las personas acuden a las reuniones con máximo dos comidas al día. En este contexto, la acción voluntaria y solidaria, su dimensión, alcance, limitaciones y logros (García-Colín y Verduzco Igartúa, 2016), se asocian con una noción de reciprocidad (Zamudio-Nieto et al., 2018).

Se revisaron documentos y se conversó inicialmente con cinco (5) líderes comunitarios del sector, buscando luces y guías que permitieran orientar la consolidación del ejercicio. Todos los vecinos con los que se habló tenían interés en trabajar de forma articulada, no obstante, cada uno con su interés particular y en la mayoría de los casos buscaba un beneficio personal, en este contexto, la decisión de trabajar en el mejoramiento del espacio público barrial como estrategia para movilizar a las personas hacia el pensar colectivo resultó afortunada, ya que, las comunidades participan de manera activa en la transformación de las problemáticas identificadas para la transformación de la realidad, y esta participación es más cohesionada si es en torno a un objetivo común (Valderrama Hernández, 2013).

En el proceso, como ya se vislumbraba en la metodología, se realizaron algunas actividades de proyección, de esas donde son más las personas externas al barrio las que participan que los mismos habitantes del sector. El ejercicio se enfocó en el trabajo comunitario con las siguientes premisas (Enesterio Reyes y Góngora Trujillo, 2010): 1) trabajo comunitario con enfoque global, que superara lo asistencial de las intervenciones convencionales, 2) trabajo comunitario para el desarrollo de un proyecto en el territorio que involucre una mirada interdisciplinaria, y, 3) trabajo comunitario que se apoya en las organizaciones sociales existentes para lograr un objetivo común.

El inicio del proceso no pasaba del asistencialismo y del dar cosas a cambio por la participación, y es que algunas intervenciones similares no pasan de ello (Velásquez Carrillo, 2001). En este punto se evidenció que el trabajo con las juntas de acción comunal actualmente está devaluado y altamente permeado por las diferentes expresiones de clientelismo político y que legitiman la continuidad o el ascenso de proyectos políticos, algunos de estos autodenominados "alternativos" los que no han dejado de utilizar repertorios clásicos de vinculación a grupos políticos, donde se destacan promesas y apoyos institucionales los cuales, sin la aprobación de algunos órganos estatales, son prácticamente imposibles (Fals Borda, 1999).

En esto, tomó forma uno de los grandes aprendizajes al momento de realizar ejercicios de carácter comunitario: si el proyecto o la estrategia no tiene disponibilidad inmediata de recursos financieros para la consolidación de lo que se pretende hacer, las expectativas por parte de las personas pueden volverse

en contra del proyecto, dado que los actores en comunidad tienen necesidades inmediatas que resolver en su entorno y a veces no es tolerable la paciencia y la lenta respuesta con la que se movilizan agentes externos.

Entonces, ¿qué permitió que la intervención fuese diferente en este contexto? Varios elementos. En primera medida, el equipo del proyecto no era el único actor en el territorio, había otras entidades participantes y, curiosamente, llegó un punto de inflexión donde varios habitantes de la comunidad pidieron trabajar juntos, todos en un mismo espacio de reunión. Aquí, de un ejercicio académico y universitario, se pasa a uno comunitario, uno que desde ahora pasaría a llamarse Camino al Barrio.

Este escenario permitió aunar esfuerzos y recursos financieros, logísticos y técnicos de las instituciones participantes, lo anterior permitió adelantar una planeación participativa con los siguientes principios (Elvis Sierra y Peña Fajardo, 2013): 1) La planeación y los resultados esperados siempre se pensaron en beneficio para la comunidad, 2) Identificación de problemáticas y alternativas de solución viables según el contexto local, 3) El compromiso y disposición a la acción y movilización organizada por parte de la comunidad para la realización de los planes era el pilar del proyecto.

Otro elemento distintivo de este proyecto fue el trabajo cercano y permanente con la comunidad, el que encontró sus bases en la Pedagogía Urbana (Páramo, 2009), con la que se busca que las comunidades aprendan a participar en la construcción de ciudad, esta última, entendida como un ambiente de aprendizaje (Sarmiento-Díaz, 2023), en el que a partir del recorrido del territorio es posible hacer una comparación entre la realidad urbana, la norma, la teoría y los imaginarios, para comprender y transformar el espacio público. En este contexto, la ciudad es entendida como recurso educativo en los procesos de participación e integración socio-urbana (Guzmán Ramírez, 2020). Estos recorridos guiados permitieron a la comunidad conocer y re-conocer su contexto y las condiciones de habitabilidad asociadas a la ocupación del suelo sobre ladera (Figura 4).

El equipo multidisciplinario se conformó con diferentes agentes externos: Subsecretaría de Territorios, Inclusión y Oportunidad TIO de la Alcaldía de Cali, Asociación Cristiana de Jóvenes YMCA-Cali, y el equipo de docentes y estudiantes de la Universidad del Valle (arquitectos, diseñadores visuales, comunicadores, ingenieros sanitarios), que se unieron para planificar acciones en territorio, discutir problemáticas, adelantar capacitaciones sobre un tema o simplemente compartir.

En los encuentros, independientemente del rol o rango, las decisiones se tomaron de manera colectiva, no había (ni hay) liderazgos notables ni se decidían acciones hasta que no



Figura 4: Ocupación del suelo sobre ladera, sector San Francisco. Fuente: Elaborado por los Autores, 2020.



Figura 5: Las mujeres fueron el motor central del ejercicio de trabajo comunitario. Fuente: Elaborado por los Autores, 2021.

pasara por la aprobación y el conocimiento de todos y todas las integrantes del grupo. Como resultado del intercambio de ideas se decidió priorizar la intervención de un espacio público, en el que se llevó a cabo la construcción de un muro de contención en llantas, la siembra de vegetación que cumpliera la función de amarre del terreno en la zona del talud, la construcción de un sistema urbano de drenaje sostenible que filtra el agua de escorrentía que proviene de la parte alta de la ladera, y la construcción de un huerto urbano.

Uno de los aspectos por destacar del proceso fue la participación femenina. El colectivo lo conforman más de catorce (14) mujeres que de manera continua y permanente trabajaron en la Mesa de Mujeres, las cuales se convertirían en el motor del ejercicio. Fueron partícipes de largas jornadas de trabajo en las que gracias a su labor se consolidaría uno de los retos más grandes del proyecto: motivar la participación para la consolidación de un ejercicio de intervención urbana. Se destaca el rol de las mujeres y su incidencia positiva en los ejercicios territoriales y comunitarios (Figura 5), su participación en este proyecto es una acción concreta y cuantificable para poner fin a las brechas de desigualdad entre hombres y mujeres (ONU Mujeres, 2016).

VI. DISCUSIONES

El proyecto "Camino al Barrio" gestado en Siloé, articuló exitosamente a vecinos, Gobierno y Academia durante más de dos años para el mejoramiento del entorno urbano. Sus logros clave incluyen el empoderamiento y liderazgo comunitario, el aprendizaje colaborativo, la construcción de redes duraderas y la apropiación del espacio público.

El proyecto aporta líneas metodológicas para avanzar en la vinculación efectiva de la comunidad, ya que los principales actores en la definición de las problemáticas y las soluciones, fueron los vecinos del barrio. Además, desde un enfoque de horizontalidad se priorizó el trabajo en equipo y se evitó la concentración del poder en unos pocos líderes, lo que promovió la reflexión sobre las prácticas y las dinámicas de poder en la comunidad y permitió reconocer la importancia del proceso colaborativo, en el que se valoró más el proceso de transformación que los resultados inmediatos.

Entre los principales desafíos que enfrentó el proyecto se encuentran la rotación de participantes, la resistencia al cambio y la falta de recursos. Camino al Barrio demostró la importancia de la participación comunitaria para lograr cambios sociales y urbanos. Además, puso en manifiesto la necesidad de articular diferentes actores y disciplinas para abordar los problemas complejos de las ciudades, a partir de iniciativas articuladas que tengan potencial para mantenerse en el tiempo, como es el caso del proyecto presentado.

VII. CONCLUSIONES

Esta experiencia reveló una severa crítica a los modelos de desarrollo urbano que no integran la lógica de la subsistencia diaria de comunidades vulnerables en sus estrategias. La expectativa de una participación efectiva en causas colectivas se desmorona ante las necesidades inmediatas, lo que revela una profunda brecha entre las agendas externas y la realidad de las comunidades, por esto, lograr la participación comunitaria fue el mayor reto del proyecto.

La transformación de un espacio público barrial se convirtió en una estrategia exitosa para catalizar la participación, al revelar que el trabajo por objetivos tangibles y comunes cohesionó a la comunidad de una manera que las aproximaciones asistencialistas o clientelistas no logran. La colaboración entre múltiples actores externos y la comunidad, unida bajo el proyecto "Camino al Barrio", fue fundamental para aunar recursos y planificar acciones participativas que beneficiaron a la población.

Bajo el enfoque de la "Pedagogía Urbana", los habitantes comprendieron y transformaron su entorno. Se destacó la notable y sostenida participación femenina como motor de este proceso, que demostró el poder transformador de las mujeres en la motivación comunitaria y en la reducción de las brechas de desigualdad, lo que subraya la necesidad de integrar perspectivas de género en cualquier iniciativa de desarrollo comunitario.

Este proceso participativo en Siloé, es inédito y culminó con la construcción de un espacio público soñado y diseñado por la propia comunidad, fruto del esfuerzo colectivo. Este logro es una contundente demostración del poder de las alianzas estratégicas y el liderazgo comunitario para impulsar la transformación del entorno físico y social.

VIII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CrédIT:

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

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía de Santiago de Cali (2014). *Mapas y Planos de Santiago de Cali*. Subdirección POT y servicios públicos. https://www.cali.gov.co/publicaciones/2268/mapas_y_planos_de_santiago_de_cali/

- Arkedis, J., Creighton, J., Dixit, A., Fung, A., Kosack, S., Levy, D., y Tolmie, C. (2021). Can transparency and accountability programs improve health? Experimental evidence from Indonesia and Tanzania. *World Development*, 142, 105369. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105369>
- Bonilla Sandoval, R. (2012). Modelos Urbanísticos de Cali en el Siglo XX en J. B. Garzón (Cor.), *Historia de Cali Siglo XX, Tomo I: Espacio Urbano* (págs. 25-85). Universidad del Valle. <https://nacionculturamemoria.blogspot.com/2013/01/historia-de-cali-siglo-xx-cali-y.html>
- CEPAL (2012). *Valoración de daños y pérdidas: ola invernal en Colombia 2010-2011*. <https://hdl.handle.net/11362/37958>
- Chen, W., Wang, W., Huang, G., Wang, Z., Lai, C., y Yang, Z. (2021). The capacity of grey infrastructure in urban flood management: A comprehensive analysis of grey infrastructure and the green-grey approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 54, 102045. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102045>
- Colmenares E., A. M. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces Y Silencios, Revista Latinoamericana De Educación*, 3(1), 102-115. <https://doi.org/10.18175/vys3.1.2012.07>
- Cuéllar Obando, C. R. (2015). Movimientos Barriales: Reivindicación del Derecho a la Ciudad. *Panorama*, 9(16), 66-76. <https://revistas.poligran.edu.co/index.php/panorama/article/view/640/536>
- Delgado-Algarra, E. J. (2015). Investigación acción participativa como impulsora de la ciudadanía democrática y el cambio social. *International Journal of Education Research and Innovation*, (3), 1-11. <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1439/1154>
- Duclos, P., Sanderson, L.M., y Lipsett M. (1990). The 1987 forest fire disaster in California: assessment of emergency room visits. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 45(1), 53-58. <https://doi.org/10.1080/00039896.1990.9935925>
- Enesterio Reyes, A., y Góngora Trujillo, A. M. (2010). El trabajo comunitario integrado: su aplicación en el trabajo social. *Humanismo y Trabajo Social*, (9), 171-189. <http://www.eutsleon.es/resumen.asp?id=8380>
- Elvis Sierra, J., y Peña Fajardo, M. M. (2013). *Trabajo comunitario*. Universidad Santo Tomás. <https://hdl.handle.net/11634/23241>
- Fals Borda, O. (1999). Orígenes universales y retos actuales de la IAP. *Análisis Político*, (38), 73-90. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/anpol/article/view/79283>
- Fals Borda, O., y Rodríguez Brandão, C. (1987). *Investigación Participativa*. Instituto del hombre, la Banda Oriental. https://sentipensante.red/wp-content/uploads/2021/03/Fals-Borda-Brandao-investigacion-participativa_cropped.pdf
- García-Colín J. B., y Verduzco Igartúa, G. (2016). Introducción en J. B. García-Colín y G. Verduzco Igartúa. *Acción voluntaria y voluntariado en México*. ARIEL. <https://www.ciesc.org.mx/documentos/avvm/AVVM.pdf>
- Google Maps. (10 de enero de 2025). *Localización de la ciudad de Cali en Colombia*. Google Maps. <https://maps.app.goo.gl/q2TocF4Y9NPZdpYd8>
- Granovetter, M. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380. <https://doi.org/10.1086/225469>
- Guzmán Ramírez, A. (2020). La ciudad como recurso educativo en los procesos de participación e integración socio-urbana. *Revista Científica de Arquitectura Y Urbanismo*, 41(3), 92-101. <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/595>
- Hernández García, J. (2008). *Arquitectura, Participación y Hábitat Popular*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Ibarra-López, J. (2023). Identidad y pertenencia: Factores que determinan el presente y el futuro del devenir social, observados desde la complejidad. 593 *Digital Publisher CEIT*, 8(5), 157-170. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.5.1993>
- Jacobs, J. (1961). *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Capitán Swing Libros. <https://www.u-cursos.cl/fau/2015/2/AE4062/1/foro/r/Muerte-y-Vida-de-Las-Grandes-Ciudades-Jane-Jacobs.pdf>
- Lopes, L. (2016). El currículo funcional para nueva pedagogía urbana. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 16(1), 748-751. <https://doi.org/10.1111/1471-3802.12331>
- Martí, J. (2012). *Diagnósticos comunitarios y participación local: el diagnóstico comunitario de la Zona Poniente de Tarragona*. Universidad Autónoma de Barcelona. <http://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/174>
- Matherne, C. F., Ring, J. K., y Farmer, S. (2018). Organizational moral identity centrality: Relationships with citizenship behaviors and unethical prosocial behaviors. *Journal of Business and Psychology*, 33, 711-726. <https://doi.org/10.1007/s10869-017-9519-4>
- Moncada Cardona, R. (2015). Ciudad, educación y escuela. *Educación y Ciudad*, (7), 33-72. <https://doi.org/10.36737/01230425.n7.218>
- Mora Ardila, L. A. (2012). *Corredor industrial de occidente: Nuevo modelo de industrialización – urbanización – regionalización sobre la Autopista Medellín* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/items/d0833de8-50ce-4e00-b185-92e443f5a2de>
- Mora Gómez, D. A. (2018). *Articulación entre el aprendizaje significativo, la pedagogía urbana y la ciudad-región para la enseñanza de las ciencias sociales. Caso Institución Educativa Departamental Tecnológico de Madrid, Madrid - Cundinamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio Institucional - Universidad La Gran Colombia. <http://hdl.handle.net/11396/5504>
- ONU-Habitat. (2012). *Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-Habitat. <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Estado%20de%20las%20Ciudades%20de%20Am%C3%A9rica.pdf>
- ONU Mujeres (2016). *Colombia 50/50 en el 2030: estrategias para avanzar hacia la paridad en la participación política en el nivel territorial*. Entidad de las Naciones Unidas para la Igualdad de Género y el Empoderamiento de las Mujeres. <https://colombia.unwomen.org/es/biblioteca/publicaciones/2016/12/colombia-50-50>
- Ong, M., Mayer, D. M., Tost, L. P., y Wellman, N. (2018). When corporate social responsibility motivates employee citizenship behavior: The sensitizing role of task significance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 144, 44-59. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2017.09.006>
- Páramo, P. (2009). Pedagogía Urbana: elementos para su delimitación como campo de conocimiento. *Revista Colombiana de Educación*, (57), 14-27. <https://doi.org/10.17227/01203916.7586>
- Pérez Preciado, A. (2000). *Bogotá y Cundinamarca: expansión urbana y sostenibilidad*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. <https://sie.car.gov.co/items/18de749d-1009-4bd4-a4e1-f1807bd15fa7>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2008). *Informe sobre el desarrollo Humano 2007/2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/Publicaciones/2010/7709.pdf>
- Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Tignor, M. M. B., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegria, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., y Rama, B. (eds.). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

Rubio Noha, M.M., y Majadas Andray, J. (2007). *Segovia: De mi escuela para mi ciudad. CEE Participación Educativa*, 6, 104-115. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/91815/00820113014301.pdf?sequence=1>

Salinas, J. A. (2009). La ciudad: vía pedagógica para la ciudadanía contemporánea. *Mediaciones*, 7(9), 23-30. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.mediaciones.79.2009.23-30>

Sarmiento-Díaz, J. F. (2023). Hacia un método de aprendizaje en la ciudad: the city as a lab idea. *Bitácora Urbano Territorial*, 33(1), 125-137. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v33n1.103816>

Valderrama Hernández, R. (2013). Diagnóstico participativo con cartografía social. Innovaciones en metodología investigación-acción-participativa (IAP). *Andulí*, (12), 53-65. <http://hdl.handle.net/11441/50721>

Vallejos-Romero, A., Mayorga Rojel, A. J., Garrido, J., y Bosco, A. (2022). Construcción social y narrativas socioambientales del riesgo. Lineamientos para su observación en instituciones políticas. *Andamios Revista de Investigación Social*, 19(49), 441-462. <https://doi.org/10.29092/uacm.v19i49.937>

Velásquez Carrillo, F. (2001). Exclusión social y gestión urbana: a propósito de Cali en A. V. Gutiérrez (Ed.), *Exclusión social y construcción de lo público en Colombia*. Universidad del Valle - CIDSE/UNIVALLE. https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/libreria_cm_archivos/pdf_865.pdf

Villa Velasco, C. C. (2020). "Camino al barrio", o de la relación entre la memoria y la intervención urbana. Algunos apuntes: caso San Francisco, Siloé. Cali [Tesis de pregrado, Universidad del Valle]. Biblioteca Digital-Universidad del Valle. <https://hdl.handle.net/10893/19937>

Zamudio-Nieto, A., Herrera-Tapia, F., Moctezuma-Pérez, S., y Zarur-Ósorio, A. (2018). Las motivaciones para la participación voluntaria en comedores comunitarios del Estado de México. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo regional*, 28(52), 2-24. <http://dx.doi.org/10.24836/es.v28i52.576>

LOS CUARTELES ABANDONADOS COMO VACÍOS URBANOS. REUTILIZACIÓN Y REGENERACIÓN EN LOS CASOS ITALIANOS DE LUPI DI TOSCANA Y SANTA CATERINA¹

ABANDONED BARRACKS AS URBAN VOIDS. REUSE AND REGENERATION IN THE ITALIAN CASES OF
LUPI DI TOSCANA AND SANTA CATERINA

FEDERICO CAMERIN ²
RAFAEL CÓRDOBA-HERNÁNDEZ ³

1 La investigación es parte del proyecto de Federico Camerin “Las propiedades militares en Europa: Estrategias de Regeneración y sus efectos sobre Procesos de Producción Socio-Espaciales” (Código: RYC2022-037235-I) financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación; Universidad Valladolid; Instituto Universitario de Urbanística; Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023; y cofinanciado por FSE+. La investigación es parte del proyecto de Rafael Córdoba-Hernández [URB_int] Estrategias para la transición ecosocial de las grandes áreas urbanas españolas en un escenario de crisis climática y escasez de recursos (PID2021-126190OB-I00), enmarcado en el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2021-2023

2 Doctor en Arquitectura
Investigador post-doctoral Ramón y Cajal. Departamento de Urbanismo y Representación de la Arquitectura,
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid
Universidad de Valladolid – Instituto Universitario de Urbanística, Valladolid, España
<https://orcid.org/0000-0002-8659-3761>
federico.camerin@uva.es

3 Doctor Arquitecto
Profesor Contratado Doctor, Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España
<https://orcid.org/0000-0001-7878-2055>
rafael.cordoba@upm.es



Esta investigación aborda los factores determinantes para desencadenar la reutilización de los cuarteles militares abandonados en Italia, un tema relativamente poco estudiado comparado con otros vacíos urbanos, así como el impacto de la reutilización en términos de regeneración urbana. Centrándose en dos casos ubicados en las ciudades de Florencia y Verona, los resultados de este análisis, basado en una metodología cualitativa y trabajo en terreno, ponen de manifiesto la complejidad y desafíos de los procesos de reconversión, que refleja las dificultades y avances logrados en cada caso. La caracterización de ambos procesos permite indicar las causas principales que han influenciado las acciones de regeneración urbana (prolongado abandono, cambio de titularidad en la propiedad, financiación estatal y enfoque integral), además de otros elementos, como el gran coste económico de las operaciones, que pueden impedir que estos desarrollos se conviertan en edificaciones sostenibles e integradas en la ciudad.

Palabras clave: áreas suburbanas, cuarteles militares, uso del suelo, reurbanización, desarrollo sustentable

This research examines the determining factors that trigger the reuse of abandoned military barracks in Italy. This topic, as well as the impact of reuse on urban regeneration, has been relatively understudied compared to other urban voids. Focusing on two cases located in the cities of Florence and Verona, the results of this analysis, based on a qualitative methodology and fieldwork, highlight the complexity and challenges of the conversion processes, reflecting both the difficulties and progress achieved in each case. The characterization of these processes allows identifying the leading causes behind urban regeneration initiatives, including prolonged abandonment, changes in ownership, state funding, and a comprehensive approach, among others. It also highlights other elements, such as the significant economic cost of operations, which may hinder these developments from becoming sustainable buildings that are integrated into the city.

Keywords: suburban areas, military barracks, land use, reurbanization, sustainable development

I. INTRODUCCIÓN

La reconversión a usos civiles de las instalaciones militares puede desencadenar procesos de regeneración urbana de ámbitos que van más allá de estos espacios separados física, simbólica y socialmente de su entorno (Balarezo-Alberca, 2024). En el caso de los cuarteles, tratándose de ámbitos destinados al alojamiento y entrenamiento de los soldados, se trata de áreas que ocupan una gran extensión de suelo, constituyéndose, así como una tipología específica de vacío urbano.

Si bien la literatura internacional ha abordado el proceso de reconversión sobre todo en relación con las políticas urbanas nacionales y locales (Peric y Miljus, 2021) y temas específicos como desarrollo urbano y patrimonio (Jevremović et al., 2021), pocos estudios han analizado los factores que contribuyen a generar los nuevos usos (Szabó et al., 2025). Italia, entre otros países, resulta ser uno de los casos más destacados en la literatura, sobre todo debido a la influencia que los cuarteles militares han tenido en la expansión y planificación urbana de muchas ciudades (Floris, 2024). Muchas de las iniciativas de reconversión, sobre todo en Italia, han sido analizadas superficialmente (Spanu, 2023), en cuanto, a la hora de su evaluación, tanto en la fase de implementación, como respecto de los resultados obtenidos, no se han identificado los elementos desencadenantes para que se realicen con éxito los procesos de reconversión, lo que ha obstaculizado la compresión de las cuestiones de regeneración urbana (Camerin, 2021).

Es por ello que el artículo se centra en el análisis físico-espacial de los antiguos cuarteles “Lupi di Toscana” y “Santa Caterina”, ubicados en ámbitos periféricos de las ciudades italianas de Florencia y Verona, respectivamente, y sus procesos de reconversión a usos civiles. El objetivo principal es identificar, a partir del análisis de estas dos experiencias y la aplicación de una metodología basada en un enfoque cualitativo, los elementos desencadenantes de su transformación y las herramientas puestas a su servicio para implementar la regeneración urbana en estas áreas periféricas.

Al abordar la reconversión de dos cuarteles, el artículo participa en el campo de la investigación de la regeneración urbana de tres maneras. En primer lugar, presenta una metodología de análisis comparativo de vacíos urbanos aplicable internacionalmente. En el campo de los estudios urbanos, la mayor parte de las investigaciones se han centrado en estudios de casos individuales, con escasos análisis comparativos de reconversión de cuarteles (Camerin, 2024). En segundo lugar, se propone un enfoque basado en el análisis sistemático de fuentes primarias y secundarias junto con trabajos de campo y archivo. Por último, se evalúan dos proyectos de reconversión pendientes de ejecución para ampliar el conocimiento sobre el estado de la cuestión, escasamente analizado por parte de las autoridades (Commissione 4 Difesa, 1999).

II. MARCO TEÓRICO

Con el fin de la Guerra Fría, se empezó a registrar un cambio en el papel que debían cumplir las Fuerzas Armadas de cara al siglo XXI. Así, los países que formaban parte de la OTAN y del Pacto de Varsovia promovieron un gradual proceso de racionalización de su contingente armamentístico, lo que involucró la reducción en efectivos humanos y en suelo ocupado. Esta racionalización obedeció, también, a las políticas de revisión presupuestaria nacionales que perseguían la reducción de la deuda pública (Adisson y Artioli, 2020). Como consecuencia, se asistió al progresivo abandono, infrautilización y desmantelamiento del patrimonio inmobiliario militar, como aeropuertos, almacenes, campos de tiro, cuarteles, depósitos o polvorines. Se estimó que, a nivel global, se desmantelaron más de 8.000 instalaciones militares, que abarcaron un millón de hectáreas aproximadamente (Bonn International Center for Conversion [BICC], 1997: 2). Este fenómeno fue acompañado por programas nacionales para la reconversión como los puestos en marcha en Estados Unidos y Francia mediante *Base Realignment and Closure* (Clanahan, 2021) y *Mission pour la Réalisation des Actifs Immobiliers* (Piganiol, 2022) respectivamente. Por su parte, en países como España, tan sólo se decretaron cierres puntuales (Camerin y Córdoba Hernández, 2023), mientras que uno de los escasos estudios que analiza diversos casos de reconversión es el de Bagaeen y Clark (2016).

Si bien en Italia el primer programa de enajenación se puso en marcha en 1997, se detectó una grave falta de visión global, tanto en el debate público estatal como local, sobre su relación con las políticas de ordenación territorial (Camerin, 2022). A la luz de la inexistencia de un censo público del cambio de la presencia militar a nivel nacional (Romano, 2017), resulta especialmente complejo clasificar los casos de reutilización como motor de regeneración urbana. Aun así, se tiene constancia de antiguas instalaciones que han sufrido procesos de renaturalización espontánea convirtiéndolas gradualmente en potenciales corredores ecológicos (Ellwanger y Reiter, 2019).

Los antiguos cuarteles y su gestión de reconversión se considera una tipología específica de “vacío urbano” (Berruete-Martínez, 2017), es decir no solo como un espacio deteriorado, sino como una figura compleja, cargada de significados potenciales —históricos, identitarios o sociales— que pueden desempeñar un papel transformador en los procesos de regeneración urbana. Camerin y Córdoba Hernández (2024) subrayaron su complejidad, dada la reintroducción de los cuarteles en el sistema socioeconómico de la ciudad ya que implicaba enfoques interdisciplinares para la recuperación tanto de espacios militares abiertos como edificados, basados en la conjunción de aspectos arquitectónicos, económicos, sociales y urbanos que conviven para cambiar la relación preexistente entre las áreas militares, hasta ahora intransitables, y su papel en la ciudad actual. Por lo tanto, su reintegración funcional y espacial necesitaría acciones específicas para equilibrar la

relación entre sus permanencias históricas y patrimoniales y el tejido existente (Dekel, 2021), que compatibiliza los nuevos usos a las necesidades sociales contemporáneas, sobre todo en términos dotacionales que garanticen la reproducción social local (Balarezo Alberca, 2020).

Estos espacios, construidos en Europa entre el siglo XIX y la Segunda Guerra Mundial, comparten calidad constructiva, un discreto estado de conservación y una amplitud y modularidad de los espacios construidos que permiten implantar un gran abanico de nuevas funciones que preservan la arquitectura existente tal y como señalan Turri y Zamperini (2017), a pesar de las dificultades inherentes a su reutilización. Del mismo modo, sus trazados racionalmente definidos y estandarizados, dotados de amplios espacios abiertos y verdes, originalmente destinados a la circulación y al entrenamiento tienen el potencial de verdaderas "ciudades dentro de la ciudad" tratándose como avenidas arboladas y plazas (Turri et al., 2008). Sin embargo, Cacciaguerra y Gatti (2009) apuntan la existencia de una tendencia en la gestión dual del patrimonio militar abandonado: las arquitecturas militares edificadas antes de 1900 se consideran como "patrimonio cultural" y se tratan como una herencia material de la arquitectura militar para valorizar mejora mediante rehabilitación, mientras que los acuartelamientos construidos entre 1900 y 1950 suelen recibir un tratamiento diferente, ya que se perciben como edificios de escaso valor arquitectónico, por lo que su derribo está comúnmente aceptado. El tratamiento de la herencia histórica militar debería ser otro que su derribo para dejar espacio a nuevas conformaciones morfológica aptas para las necesidades de la sociedad del siglo XXI.

III. ESTUDIO DE CASOS

La elección de las ciudades y cuarteles se basa en una serie de características similares que ayudan a un análisis comparativo basado en cuatro elementos comunes:

- Cesión gratuita de la propiedad de los cuarteles "Lipi di Toscana" (2015) y "Santa Caterina" (2016) a los Ayuntamientos por parte del Ministerio de Defensa, a través del mecanismo del *federalismo demaniale*.
- Ubicación periférica y tamaño superior a 100.000 m²s considerándose un indicador del potencial de transformación.
- Elaboración de Planes Directores para la reconversión. Ambos documentos decretaban la realización de transformadores proyectos urbanos que implicaban la modificación de los instrumentos de ordenación urbana local. En el caso de Florencia, la Modificación al Plan

General de Ordenación Urbanística, situaba al cuartel en un ámbito de transformación más amplio que involucraba otras áreas no edificadas a su alrededor, que abarcaban una superficie total de 200.000 m²s. Por su parte, el plan director para el cuartel Santa Caterina todavía no ha sido integrado en los instrumentos de planificación urbana local, aunque fue considerado dentro del proyecto territorial para la candidatura de la ciudad a capital italiana de la cultura en 2022.

- Beneficiarios de financiación estatal de la convocatoria nacional "Programa Nacional Innovador para la Calidad de Vida"⁴, cuyo objetivo es reducir la falta de vivienda asequible, regenerar el tejido socioeconómico del ámbito de actuación, además de mejorar accesibilidad, funcionalidad y seguridad de espacios abandonados y degradados. Frente a un coste total previsto de 200.000.000 € para el cuartel Lipi di Toscana y unos 27.000.000 € para el cuartel Santa Caterina, la resolución de 2021 asignaba subvenciones del 16% (32.410.759 €) y del 55% (15.000.000 €) respectivamente, para unas obras que deberían finalizarse el año 2026.

El cuartel de Lipi di Toscana ocupa unos 102.015 m²s en la periferia suroeste florentina (Figura 1). Cuenta con unos 33.000 m²c, situados alrededor de una gran plaza central verde distribuida en 26 edificios. En el interior del recinto destacan una central hidráulica y una torre de agua de 25 m de altura en hormigón de 80 m³ de capacidad. Concebido como pabellones aislados y monofuncionales en forma de U organizados en grupos de tres a ambos lados de la gran plaza central, el cuartel es uno de los mejores ejemplos de arquitectura militar funcional en la búsqueda de la máxima ventilación y soleamiento en Italia. A pesar de su valiosa morfología, el prolongado abandono ha deteriorado drásticamente estos elementos. En su entorno próximo se encuentra suelo vacante y ámbitos residenciales fragmentados, tal y como ocurre en otras tantas periferias urbanas italianas, y tres atractores de actividad como son el centro comercial "Ponte a Greve", el Hospital "San Giovanni di Dio" y un Centro de Rehabilitación y Asistencia Sanitaria. La accesibilidad al centro de la ciudad se garantiza en transporte público gracias al tranvía, pese a lo que la zona ve afectada por la congestión del tráfico en horas punta.

Por su parte, el cuartel de Santa Caterina ocupa 226.000 m²s en la periferia veronesa, al sureste del centro urbano, entre las orillas del río Adigio y el canal Milani (Figura 2). Este asentamiento se divide en dos construcciones contiguas: una fortificación de tipo Vauban protegida patrimonialmente de 126.000 m²s, construida entre 1850 y 1852 como parte del más amplio sistema de fortificación de la ciudad que, entre 2013 y 2020 fue sede de la iniciativa cultural

⁴ "Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell'Abitare" (<https://www.mit.gov.it/comunicazione/news/pnrr-assegnati-28-mld-per-il-programma-pinqua-sulla-qualita-dellabitare-il-40-va>).

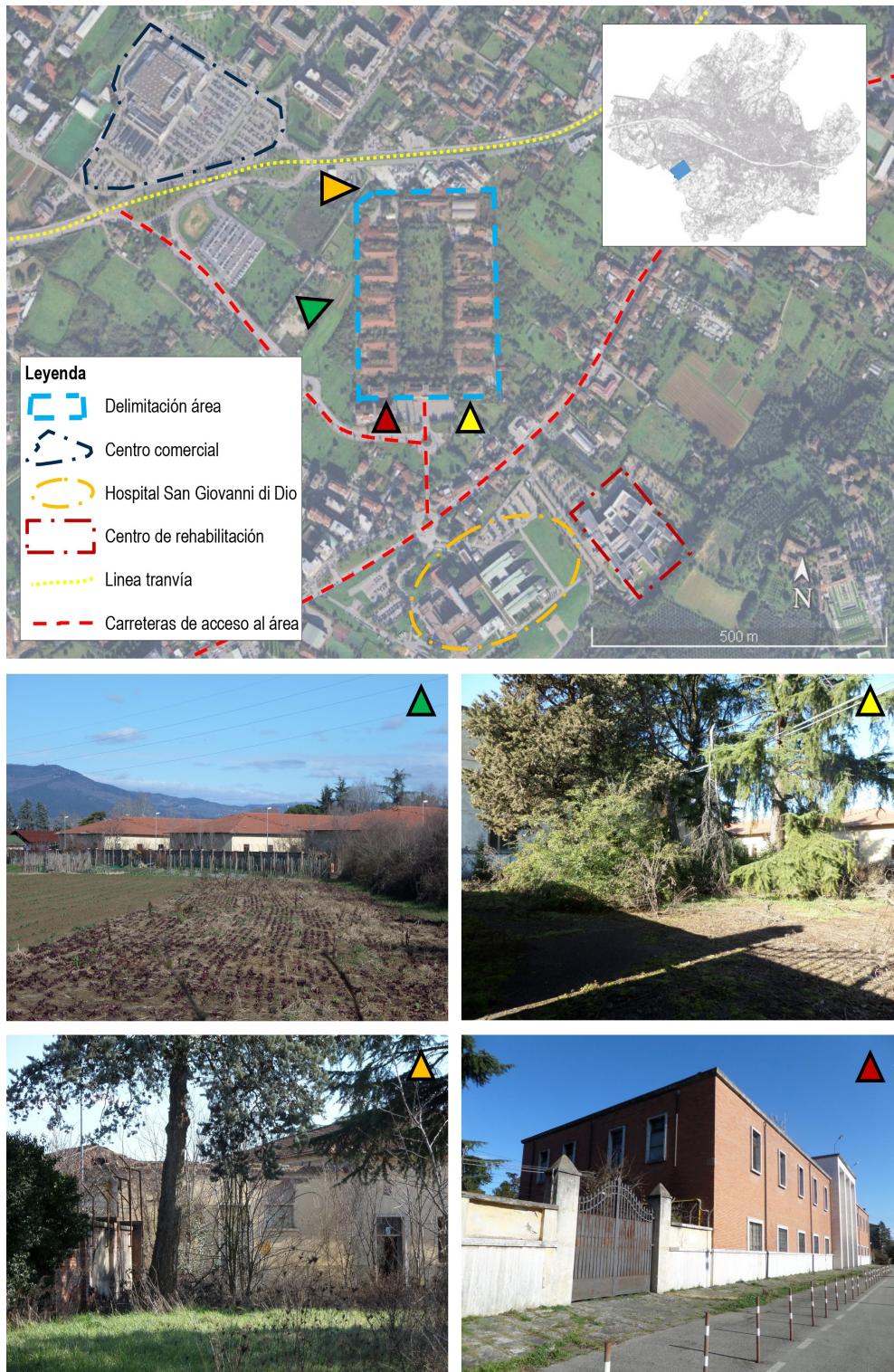


Figura 1. *Walkable* catchment del cuartel Lupi di Toscana y fotos del área. Fuente: Elaboración de los Autores (2025).

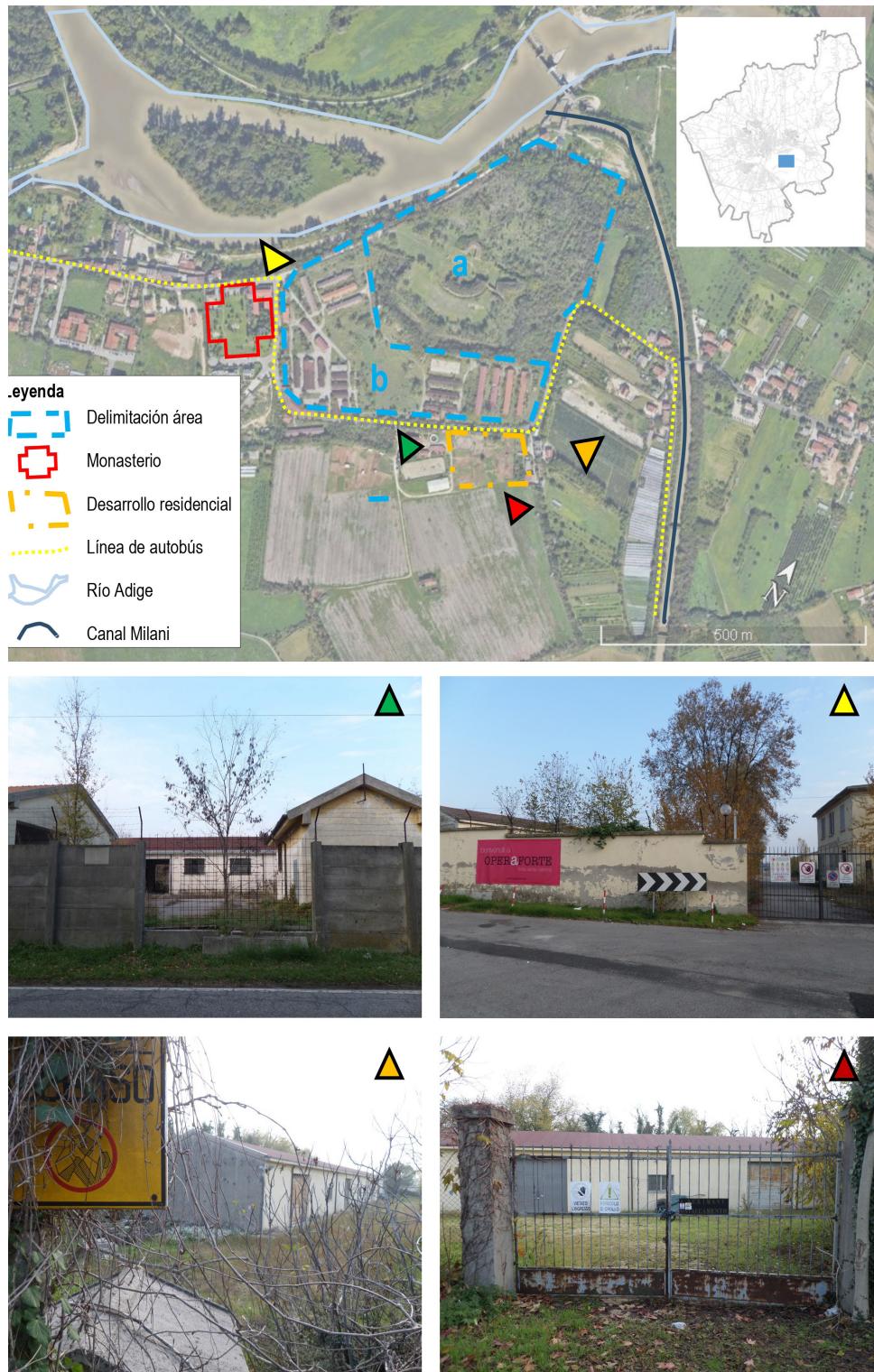


Figura 2. *Walkable catchment* del cuartel Santa Caterina y fotos del área (a: fortificación, b: cuartel). Fuente: Elaboración de los Autores (2025).

Variables	Cuartel Lupi di Toscana	Área Santa Caterina	
		Fortificación	Cuartel
Tamaño parcela	102.015 m ² s	126.000 m ² s	100.000 m ² s
Superficie construida	33.000 m ² c	2.700 m ² c	77.920 m ² c
Construcciones	26	2	30
Año de construcción	1941-1947	1850-1852	1950
Año de infrautilización	1995	1970-1997	1997
Año de abandono	2008	1997	2008
Año de enajenación	2016	2013	2016
Número de edificios	26	2	30
Edificios protegidos	Edificio de Comandancia Militar	Todos	Ninguno
Tipología de morfología	Funcional	Fortificación tipo Vauban	Ninguna
Reutilización temporal	No	1998-2005 y 2013-2020	No
Proceso de participación pública	Sí	No	
Precio de alquiler y de venta medios de las viviendas a nivel de ciudad y zona	Alquiler ciudad: 14,18 €/m ² Venta ciudad: 4.316 €/m ² Alquiler local: 14,98 €/m ² Venta local: 3.763 €/m ²	Alquiler ciudad: 11,54 €/m ² s Venta ciudad: 2.583 €/m ² s Alquiler local: 9,73 €/m ² s Venta local: 1.957 €/m ² s	
Coste de las obras	200.000.000 €	27.000.000 €	
Financiación pública	32.410.759 €	15.000.000 €	

Tabla 1. Datos casos de estudio. Fuente: Elaboración de los Autores (2025).

“Operafortefestival”⁵; y el cuartel de 100.000 m²s y 77.920 m²c, realizado durante la década de 1950, y distribuido en 30 edificios no catalogados sin presentar ninguna distribución formal. A su alrededor se observan espacios abiertos acompañados de una empresa, el *Monastero di Clausura Serve di Maria Oblate Sacerdotali* y una zona residencial de 30.000 m²s en construcción ⁶ en 2024. Si bien la zona dispone de un sistema de transporte en autobús que garantiza la conexión con el centro urbano, las infraestructuras de transporte favorecen al vehículo motorizado privado como principal modo de movilidad.

IV METODOLOGÍA

A nivel metodológico, la perspectiva cualitativa permite analizar la interrelación de ambos casos con el contexto inmediato y explorar de forma independiente los proyectos de adaptación a usos civiles. Para ello, en octubre y noviembre de 2024, se

han realizado entrevistas semiestructuradas a 5 personas para cada caso de estudio (el concejal de urbanismo local, dos profesores de urbanismo de las universidad locales y dos ciudadanos en representación de las asociaciones locales), acompañadas de observación directa, a través de un estudio de campo en cada caso de estudio ⁷ y un profundo análisis documental de fuentes primarias y secundarias (cartografía histórica, ordenación territorial, legislación y prensa) en los archivos históricos de los dos ayuntamientos.

Se presentan los datos principales de los cuarteles (Tabla 1) y una breve descripción del contexto de ubicación realizado, a través del concepto de *walkable catchment*⁸, así como una propuesta valorativa acorde a los 10 aspectos propuestos por Ricci et al. (2022). Se han seleccionado dichos indicadores en cuanto proponen evaluar cualitativamente de qué manera la conversión de vacíos urbanos pueda desencadenar un proceso de regeneración urbana y desarrollo sostenible.

⁵ Evento de teatro, cine al aire libre y música en vivo celebrado cada verano, organizado por una organización sin ánimo de lucro (*Ippogrifo Produzioni*), en colaboración con el Ayuntamiento (<http://www.operaforte.it/>).

⁶ <http://www.viveresantacaterina.it/>

⁷ El trabajo consistió en una visita a cada cuartel en diciembre de 2024 (sin poder entrar en sus recintos por cuestiones de seguridad) y su alrededor de forma autónoma, con toma de fotografías y de apuntes sobre las características de los entornos urbanos.

⁸ Que consiste en identificar las funciones ubicadas alrededor de un determinado punto dentro de un radio de 5 minutos a pie.

Variables	Cuartel Lupi di Toscana	Área Santa Caterina
Gobernanza local y supralocal	1	1
Participación pública	2	0
Movilidad sostenible	2	1
Preservación entorno existente	1	1
Reconversión compatible/integrada	2	2
Cuestiones histórico-patrimoniales	1	1
Aspectos sociales	2	0
Equipamientos públicos	2	1
Bienes comunes	1	1
Uso energía renovable	1	1
Total	15/20	9/20

Tabla 2. Aspectos procesos de conversión. Fuente: Elaboración de los Autores

Utilizar estos indicadores permite ofrecer una visión integral y multidimensional del desarrollo urbano sostenible de acuerdo con diversos aspectos clave. Esto ayuda a considerar si los proyectos de reutilización de espacios abandonados solo transformen físicamente las áreas, o si generan impactos positivos a nivel social, económico y ambiental. Para ello se analizaron los 10 aspectos mencionados anteriormente, que se resumen en la Tabla 2, donde cada uno recibe una puntuación de 0 a 2: un 0 indica la ausencia de mejoras o cambios significativos, mientras que un 2 representa avances sustanciales en la integración de dichos elementos.

V. RESULTADOS

El estudio pone de manifiesto la complejidad y desafíos de los procesos de reconversión, que reflejan las dificultades y avances logrados en cada caso. Ambos cuarteles han sido objeto de un largo período de infrautilización y abandono, desde mediados de los años 90 hasta la actualidad, síntoma de las dificultades de coordinar los intereses estatales (económico y de defensa nacional) con las necesidades locales.

Uno de los aspectos distintivos en el desarrollo de estos proyectos fue el enfoque de abajo hacia arriba en el proceso de toma de decisiones, lo cual desempeñó un papel crucial antes de la creación del Plan Director. Este proceso participativo fue denominado "No viviendas sino ciudad 2.0". La participación se realizó entre los meses de abril y junio del año 2016, a través de tres jornadas de divulgación, 18 entrevistas a grupos de residentes, dos focus group, laboratorios en ocho clases entre

escuelas primarias y secundarias y tres eventos públicos (uno de presentación, uno de caminata y otro de co-diseño), que involucró a más de 600 personas⁹. Sobre su base se convocó un Concurso Internacional de Ideas de Diseño Urbano¹⁰ para la creación de un nuevo asentamiento residencial (octubre 2016 a julio 2018). A pesar de la fallida hipótesis de convertir el antiguo recinto militar en una mezquita en 2017, el proyecto ganador de 2018 pretendía demoler todas las construcciones, salvo el Edificio de la Comandancia y edificar 53.000 m²c distribuidos en vivienda social de 3 a 5 plantas (36.501 m²c, 68% del total), uso terciario (6.000 m²e), alojamiento turístico (4.499 m²c), uso comercial (4.000 m²c) e industrial-artesanal (2.000 m²c) (Figura 3). En cambio, en Santa Caterina se siguió un enfoque *top-down*, donde la ciudadanía no fue involucrada directamente, lo que afectó la aceptación social de la transformación propuesta. En este caso, el Plan Director del 2021 para su reconversión preveía demoler el cuartel y la rehabilitación de la fortificación, con la creación de un parque público de más de 8 hectáreas (Figura 4). Su objetivo era proporcionar un espacio unificado en el que almacenar documentación al crear una nueva centralidad urbana dedicada a la cultura y al tiempo libre que permitiese ahorrar al Ayuntamiento los 340.000 € al año que paga por su almacenamiento. Los espacios del cuartel contaría con un nuevo edificio en forma de L de 16.000 m²c para los archivos municipales, fundaciones locales y museos cívicos, además de la construcción de tres edificios residenciales con una edificabilidad total de 2.600 m²c. La elaboración del Plan Director a fines del año 2020 ha favorecido el debate en torno a su contenido, pero sin contemplar la participación de la comunidad en el proceso de toma de decisiones.

⁹ <https://open.toscana.it/web/noncasemacitta2.0/home>

¹⁰ <https://concorsolupiditoscana.comune.fi.it/>



Figura 3. Planimetría del cuartel Lupi di Toscana (arriba) y la propuesta del Plan Director (abajo). Fuente: Elaboración de los Autores a partir del material proporcionado por el Ayuntamiento de Florencia.

Ambos proyectos prevén la realización de infraestructuras para la movilidad sostenible. En Florencia se prevé un nuevo sistema de carriles para bicicletas que se conectará con la red ciclista y peatonal existente, que recorrerá el perímetro del área de intervención y un sistema modular de auto-conducción "on demand" de aproximadamente 450 m de longitud que atraviesa el eje central del cuartel para llegar a la parada del tranvía. Se realiza también un anillo viario perimetral para consentir la conexión del área con el sistema de movilidad existente. El proyecto para el cuartel Santa Caterina dispone solamente la realización de unos carriles bicicletas dentro del área de intervención, mientras no se plantea reforzar el sistema de transporte público ni de movilidad sostenible para conectar el antiguo cuartel con el resto de la ciudad.

En ambos se observa un enfoque diferenciado en cuanto a la preservación del paisaje y el uso de los recursos naturales y antrópicos. Aunque no se conservarán los artefactos arquitectónicos militares originales, ambos proyectos prestan especial atención a la componente natural, que favorece la creación de amplias zonas verdes. En el caso del cuartel Lupi di Toscana, se plantea una estructura verde compleja que incluye un cinturón verde de 22.487 m² paralelo al carril bici y peatonal perimetral al área de intervención, un parque de 55.912 m² que se deriva de la recuperación de gran parte de las áreas verdes dentro del recinto del cuartel, un parque central lineal de 16.000 m²s que atraviesa la parte central de la nueva edificación y los huertos urbanos de 13.204 m²s, con un total de más de 100.000 m² de espacios verdes.

Por su parte, el segundo caso se centrará en preservar las áreas verdes existentes, al sumar más de 80.000 m²s de parque.

En cuanto a las funciones integradas y complementarias, ambos casos introducen cambios sustanciales a la morfología original de sus espacios. La intervención en el cuartel Lupi di Toscana se presenta como un proyecto de "cirugía urbana", que busca integrar viviendas sociales con usos comerciales, culturales y recreativos, al crear un nuevo tejido urbano. Por otro lado, la reconversión del otro cuartel implicará la demolición de la mayoría de las construcciones existentes, reemplazándolas por una estructura en forma de L destinada a archivos y funciones culturales, y preserva las áreas verdes, lo que también supone un cambio significativo en la dinámica del espacio.

Respecto a la puesta en valor del patrimonio histórico y documental, ambos optan por preservar parcialmente el patrimonio arquitectónico. En el cuartel Lupi di Toscana, se mantendrá el Edificio de la Comandancia Militar, declarado de interés cultural en 2014, mientras que en el cuartel Santa Caterina se conservará únicamente la fortificación histórica¹¹. No obstante, ninguno de los proyectos contempla la preservación de la memoria militar, lo que podría interpretarse como una pérdida de la identidad histórica de estos espacios. La inclusión social es otro aspecto considerado. En Florencia todavía no se han concretado las características de las viviendas sociales y aún no se ha

¹¹ <http://www.ifortiassociazione.com/index8.html>

¹² <https://www.immobiliare.it/mercato-immobiliare/toscana/firenze/>



Figura 4. Planimetría del área Santa Caterina (arriba) y la propuesta del Plan Director (abajo). Fuente: Elaboración de los Autores a partir del material proporcionado por el Ayuntamiento de Verona.

definido si habrá una cuota de vivienda social para el cuartel Santa Caterina, así como no existen datos sobre el precio de venta y alquiler. En octubre del año 2024, el precio medio de alquiler y venta de viviendas en Florencia¹² es de 14,18 €/m² y 4.316 €/m², mientras que en la zona del cuartel Lupi di Toscana¹³ tales cifras alcanzan respectivamente los 14,98 €/m² y 3.763 €/m². En el caso del cuartel Santa Caterina¹⁴ los precios de alquiler y de venta de su zona de ubicación son de respectivamente 9,73 €/m² y 1.957 €/m², inferior en relación a los datos de la ciudad¹⁵ en su conjunto 11,54 €/m² y 2.583 €/m².

En cuanto a los equipamientos públicos, el cuartel Lupi di Toscana se enfocará en ofrecer una amplia gama de servicios culturales en el Edificio de la Comandancia, como auditorio, biblioteca, espacios de coworking, y áreas para actividades creativas y artesanales. Por su parte, la reconversión del cuartel Santa Caterina, aunque menos definida en este ámbito, pretende crear una nueva centralidad cultural para Verona.

Finalmente, en relación a la gestión compartida de bienes comunes y el uso de energías renovables, el cuartel Lupi di Toscana propone soluciones innovadoras, como los huertos urbanos y la participación comunitaria en la gestión de los espacios culturales y de servicios. Ambos proyectos prevén la instalación de paneles fotovoltaicos y la implementación de estándares de eficiencia energética en los nuevos edificios, lo que contribuirá a mejorar la sostenibilidad de estas intervenciones. Sin embargo, en el caso de Santa Caterina,

se dispone de menos información sobre la participación comunitaria en la gestión de los espacios.

VI. DISCUSIONES

La recopilación de los resultados permite trazar una discusión basada en diferentes aspectos que evidencian cuatro factores claves que han contribuido a determinar los nuevos usos.

El primero de ellos es si se puede considerar el prolongado abandono como "agente" que ha implicado la ruina de la casi totalidad de los edificios construidos, lo que implica un cambio morfológico radical de los dos cuarteles entre el estado actual y el de proyecto. En el ámbito de los estudios arquitectónicos-urbanos, autores como Turri (2014) han destacado la importancia de los antiguos cuarteles como patrimonio, independientemente de la época en que se construyeron. En general, se reconoce que estos lugares son piezas relevantes en el entorno construido por sus cualidades arquitectónicas, ingenieriles, tecnológicas, urbanas y simbólicas, que pueden ofrecer numerosas oportunidades de conversión a la sociedad civil. Sin embargo, los cuarteles, construidos en los años 40s y 50s según un modelo funcionalista, han sufrido un largo período de infrautilización y abandono, que ha resultado en un grave deterioro de los espacios abiertos y construidos, así como demostrado por Cacciaguerra y Gatti (2009).

El segundo y el tercer factor clave para desencadenar la reconversión han sido, respectivamente, la cesión en propiedad de los cuarteles, a través del mecanismo del *federalismo*

¹³ <https://www.immobiliare.it/mercato-immobiliare/toscana/firenze/legnaia-soffiano/>

¹⁴ <https://www.immobiliare.it/mercato-immobiliare/veneto/verona/borgo-venezia-santa-croce/>

¹⁵ <https://www.immobiliare.it/mercato-immobiliare/veneto/verona/>

demaniale, y la financiación pública estatal otorgada en 2021. La particularidad del contexto italiano por lo que tiene que ver con esta tipología de vacío contribuyó a bloquear las operaciones. De hecho, el continuo cambio de decisiones del Ministerio de Defensa sobre la gestión de sus inmuebles implicó su infrautilización durante una década para acabar en su definitivo abandono coincidente en un contexto de crisis aguda del sector inmobiliario, por lo que el mismo Ministerio no ha podido lograr la venta de estos bienes a través de subastas públicas. Vista esta imposibilidad, ambos bienes se cedieron de forma gratuita a las respectivas administraciones locales que comenzaron a plantear su reconversión.

Por último, se encontraría el enfoque integral de los proyectos. La reconversión de los terrenos militares localizados en áreas periféricas de las ciudades requiere una planificación integral a escala urbana basada en un escenario de desarrollo futuro a medio o largo plazo. De hecho, el análisis demuestra la implementación de dicho enfoque y apunta que los antiguos cuarteles pueden lograr a definir unos ámbitos urbanos más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. No obstante, todavía falta por definir con un mayor detalle varias cuestiones, entre las que destacan su eficiencia energética o la garantía del derecho a la ciudad, por medio de la asignación de viviendas verdaderamente accesibles a la población con menos recursos. Al comparar los precios de alquiler y venta medio de la ciudad y de la zona donde se ubican los antiguos cuarteles, los ámbitos de estudio son más asequibles. Las administraciones municipales tienen ante esta situación la posibilidad de ofrecer una solución que se apoye en encuestas dedicadas a conocer la realidad de la demanda de vivienda a nivel urbano para poder atender a las necesidades del segmento más débil de la población que, aunque no entre en los parámetros para acceder a la vivienda social, necesita un acceso que facilite frente al mercado.

VII. CONCLUSIONES

La investigación llevada a cabo es un primer paso hacia un conocimiento mayor de las acciones de regeneración urbana que se lleva a cabo en las periferias de las ciudades italianas. El trabajo proporciona, también, una primera tentativa para categorizar estos proyectos.

Este estudio pone de manifiesto cómo la evaluación cualitativa de 10 elementos relevantes en términos de regeneración urbana y desarrollo sostenible resulta en un mejor entendimiento de las características de los procesos de reconversión de antiguos cuarteles militares. Esta evaluación puede aplicarse a otras tipologías de áreas abandonadas en otros contextos nacionales independientemente del uso original. La evaluación permite una aproximación más detallada sobre la capacidad que pueden tener los nuevos usos, y el proceso que los sustenta, para lograr una mayor sostenibilidad de la intervención y garantizar una mejor inserción de esta antigua pieza militar en su contexto.

En el caso del cuartel Lupi di Toscana, la puntuación más alta (15/20) demuestra que el proceso está mejor encaminado hacia un desarrollo urbano más sostenible en relación con el cuartel Santa Caterina (9/20), el que no se enfrenta suficientemente a cuestiones fundamentales para la regeneración urbana, como los aspectos sociales y la participación pública.

Se reconoce que la investigación comparativa entre dos ciudades está llena de complejidades y de aspectos a profundizar, como la condensación de una gran cantidad de información y la selección de unas escasas referencias bibliográficas para cada estudio de caso. También es cierto que la interpretación cualitativa de grandes proyectos urbanos aún no realizados reduce la relevancia de su evaluación. Aun así, esta investigación se considera un paso importante hacia el desarrollo de un marco analítico comparativo para la evaluación de los procesos de reconversión de instalaciones militares, aplicable incluso a otros tipos vacíos urbanos, en relación con las características de las ciudades inclusivas, verdes y de buena gobernanza. Además, este estudio proporciona la posibilidad de aplicar este marco en otros contextos geográficos -como el latinoamericano- donde los cuarteles también ocupan espacios estratégicos y socialmente sensibles.

VIII. CONTRIBUCIÓN DE AUTORES CRedit:

Conceptualización, F.C.; Curación de datos, R.C.H.; Análisis formal, F.C.; Adquisición de financiación, R.C.H.; Investigación, F.C. y R.C.H. (igual); Metodología, F.C. y R.C.H. (igual); Administración de proyecto, F.C.; Recursos, R.C.H.; Software, R.C.H.; Supervisión, F.C.; Validación, R.C.H.; Visualización, F.C.; Escritura – borrador original, F.C. y R.C.H. (igual); Escritura – revisión y edición, F.C. y R.C.H. (igual).

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adisson, F. y Artioli, F. (2020). Four types of urban austerity: Public land privatisations in French and Italian cities. *Urban Studies*, 57(1), 75-92. <https://doi.org/10.1177/0042098019827517>
- Bagaean, S. & Clark, C. (Eds.). (2016). *Sustainable regeneration of former military sites*. Routledge
- Balarezo Alberca, G. M. (2020). La Regeneración Urbana Integral desde el componente socio-cultural del Patrimonio Militar. *Devenir*, 7(13), 153-176. <https://doi.org/10.21754/devenir.v7i13.767>
- Balarezo-Alberca, G. (2024). Los sitios militares de nuestros días: El espacio simbólico militar en Lima megapolitana, Perú. *Urbano*, 27(50), 60-71. <https://doi.org/10.22320/07183607.2024.27.50.05>
- Berrueche-Martínez, F. J. (2017). Los vacíos urbanos: una nueva definición. *Urbano*, 20(35), 114-122. <https://doi.org/10.22320/07183607.2017.20.35.09>
- Bonn International Center for Conversion [BICC]. (1997). *Study on the Re-use of former Military Lands*. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Energy. https://www.bicc.de/Publikationen/bmu_en.pdf~dr572

- Cacciaguerra, G. y Gatti, M.P. (2009). Military Architecture: A Pool of Installations to Preserve or Demolish? in K. Karl-Eugen, L. Werner, y W. Volker (Eds.), *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*. Brandenburg University of Technology Cottbus.
- Camerin, F. (2021). Regenerating Former Military Sites in Italy. The Dichotomy between 'Profit-Driven Spaces' and 'Urban Commons'. *Global Jurist*, 21(3), 497–523. <https://doi.org/10.1515/gj-2021-0075>
- Camerin, F. (2022). Regenerar las áreas militares enajenadas desde finales del siglo XX hasta la actualidad: el caso italiano. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 54(213), 641–664. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.213.7>
- Camerin, F. (2024). Former military barracks as places for informal placemaking in Italy. An inventory for new insights. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 17(2), 190–213. <https://doi.org/10.1080/17549175.2024.2327588>
- Camerin, F. y Córdoba Hernández, R. (2023). What factors guide the recent Spanish model for the disposal of military land in the neoliberal era? *Land Use Policy*, 134, 106911. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106911>
- Camerin, F., y Córdoba Hernández, R. (2024). The regeneration of Spanish military real estate assets from the 1980s in U. Altrock, y D. Kurth (Eds.), *Urban Regeneration in Europe. Jahrbuch Stadterneuerung*. Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-031-64773-4_9
- Clanahan, C. M. (2021). Urbanized Defense Communities: A Literature Review on the Policies, Politics, and Planning of Military Readiness and Local Land Use in the United States. *Journal of Planning Literature*, 36(3), 358–372. <https://doi.org/10.1177/08854122211012720>
- Commissione 4 Difesa. (1999). *La dismissione dei beni immobili della Difesa nell'ambito della ristrutturazione delle Forze Armate*. Camera dei deputati, Italia.
- Dekel, T. (2021). The Military-Urban Nexus: the political-economy of real-estate, development, and the military in Beer-Sheva metropolis. *Critical Military Studies*, 9(2), 117–137. <https://doi.org/10.1080/23337486.2021.1921371>
- Ellwanger, G., y Reiter, K. (2019). Nature conservation on decommissioned military training areas - German approaches and experiences. *Journal for Nature Conservation*, 49, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.02.003>
- Floris, A. (2024). Public real estate as a driver for urban regeneration: an overview of municipal urban plans in Italy. *City Territory Architecture*, 11(25). <https://doi.org/10.1186/s40410-024-00246-4>
- Jevremović, L., Stanojević, A., Đorđević, I., y Turnšek, B. (2021). The redevelopment of military barracks between discourses of urban development and heritage protection: The case study of Niš, Serbia. *Spatium*, 46, 22–35. <https://doi.org/10.2298/SPAT2146022J>
- Peric, A., y Miljus, M. (2021). The regeneration of military brownfields in Serbia: Moving towards deliberative planning practice? *Land Use Policy*, 102, 105222. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105222>
- Piganiol, M. (2022). The contested commodification of state-owned land. *French Politics*, 20, 226–243. <https://doi.org/10.1057/s41253-022-00172-2>
- Ricci, L., Errigo, M. F., Fior, M., y Iacomoni, A. (Eds.). (2022). Rigenerazione urbana e governo della città contemporanea. La prospettiva ecologico-ambientale. Piani E Progetti. *Urbanistica Dossier*, 24). https://iris.uniroma1.it/retrieve/014ca5b1-5d2c-4fff-82f6-82af4331ceb3/Cristallo_Ri-mappare%20la%20cit%C3%A0_2022.pdf
- Romano, P. (Cons.). (2017). *La dismissione e la permula di immobili in uso all'amministrazione della Difesa (2003-2016)*. Corte dei Conti. <https://www.camera.it/temiap/allegati/2017/07/20/OCD177-3000.pdf>
- Spanu, G. (2023). Urban military geographies: New directions in the (re) production of space, militarism, and the urban. *Geography Compass*, 17(12), e12727. <https://doi.org/10.1111/gec3.12727>

