South American Publishing

SAP Land and Architecture. 2025; 4:255
doi: 10.56294/la2025255

ORIGINAL

Accessibility analysis: Travel times in high-density sectors in Pasto

Análisis de accesibilidad: Tiempos de desplazamiento en sectores de alta densidad en Pasto

Karen Larisa Pabón Jaramillo[1]

[1]Universidad CESMAG. Colombia.

Cite as
Pabón Jaramillo KL. Accessibility analysis: Travel times in high-density sectors in Pasto. SAP Land and Architecture. 2025; 4:255. https://doi.org/10.56294/la2025255

Publication History
Submitted: 10-10-2024
Revised: 03-02-2025
Accepted: 28-08-2025
Published: 29-08-2025

Corresponding Author
Karen Larisa Pabón Jaramillo

ABSTRACT

The study analyzed the urban configuration of Pasto from the perspective of mixed land use, mobility and pedestrian accessibility. It was observed that city planning had developed spontaneously, without a clear coherence with the guidelines of the POT 2015-2027, which generated territorial fragmentation and inequality in access to services and facilities. Urban densification led to land uses being defined more by the practices of the inhabitants than by regulations, producing tensions between housing, commerce, services and infrastructure. It was also found that the road network consisted mostly of local and intermediate roads, which limited structural connectivity and the implementation of sustainable mobility. The methodology used, of an empirical-analytical nature, integrated GIS, CAD and cartographic database tools to calculate accessibility and mixed-use indices. Four study areas were identified with densities higher than 175,9 inhabitants/ha, where residential use largely predominated over the others. Despite this, imbalances were found in the distribution of commerce, facilities and public space, reflecting a low functional integration of the land. The results showed that Areas 1 and 3 presented better conditions of connectivity and proximity to services, thus approaching the 15-minute city model. However, the limited network of bicycle paths, unsafe crossings and the lack of continuity in the pedestrian infrastructure restricted equitable access. In conclusion, it was recommended to redistribute facilities, strengthen active mobility and design sectorized strategies that favor a more sustainable, equitable and connected urban development.

Keywords: Grass; Mobility; Accessibility; Mixed Uses; Planning.

RESUMEN

El estudio analizó la configuración urbana de Pasto desde la perspectiva de la mixtura de usos del suelo, la movilidad y la accesibilidad peatonal. Se observó que la planificación de la ciudad se había desarrollado de manera espontánea, sin una coherencia clara con las directrices del POT 2015–2027, lo que generó fragmentación territorial y desigualdad en el acceso a servicios y equipamientos. La densificación urbana condujo a que los usos del suelo se definieran más por las prácticas de los habitantes que por la normativa, produciendo tensiones entre vivienda, comercio, servicios e infraestructura. Asimismo, se comprobó que la red vial estaba compuesta en su mayoría por vías locales e intermedias, lo que limitaba la conectividad estructural y la implementación de movilidad sostenible. La metodología utilizada, de carácter empírico-analítico, integró herramientas SIG, CAD y bases de datos cartográficas para calcular índices de accesibilidad y mixtura de usos. Se identificaron cuatro áreas de estudio con densidades superiores a 175,9 hab/ha, donde el uso residencial predominaba ampliamente sobre los demás. A pesar de ello, se hallaron desequilibrios en la distribución de comercio, equipamientos y espacio público, lo que reflejaba una baja integración funcional del suelo. Los resultados evidenciaron que las Áreas 1 y 3 presentaban mejores condiciones de conectividad y proximidad a servicios, por lo que se acercaban al modelo de ciudad de 15 minutos. No obstante, la limitada red de ciclorrutas, los cruces inseguros y la ausencia de continuidad en la infraestructura peatonal restringieron el acceso equitativo. En conclusión, se recomendó redistribuir los equipamientos, fortalecer la movilidad activa y diseñar estrategias sectorizadas que favorecieran un desarrollo urbano más sostenible, equitativo y conectado.

Palabras clave: Pasto; Movilidad; Accesibilidad; Usos Mixtos; Planificación.

© 2025; The Authors. This Open access article is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCCIÓN

En el libro muerte y vida de las grandes ciudades de Jane Jacobs[1] se menciona que el problema crítico en la planificación urbana es que los diferentes usos del suelo se analizan de manera individual sin considerar que la combinación afecta el funcionamiento general de la ciudad. Este enfoque parcializado ignora algunas de las interacciones generadas en ciudades con áreas urbanas densificadas, en el caso de Pasto, la densificación ha llevado a que los usos se definan más por decisión de los usuarios que por la norma, por lo que es necesario equilibrar comercio, servicios, infraestructura y vivienda.

Según Link et al.[2] la cohesión entre calles, barrios y ciudad, junto con factores como segregación, densidad y verticalización; influye en el entorno urbano y en las relaciones barriales. Una alta mezcla de usos de suelo incrementa la complejidad urbana y puede generar conflictos, lo que exige planificación adecuada. En Pasto, los retos incluyen el control de la norma urbanística, la gestión del espacio público y del tráfico, así como articular instrumentos de planificación urbana que detonen estos nuevos devenires.

La configuración de los corredores urbanos en la ciudad de Pasto presenta importantes desafíos en términos de cohesión territorial y funcionalidad. Aunque se han identificado ejes comerciales, institucionales y verdes, su disposición dispersa han limitado su impacto positivo en la movilidad a lo largo de la estructura urbana. El crecimiento y expansión urbana en la ciudad ha generado tramas urbanas orgánicas, que afectan la cohesión barrial, extienden desplazamientos debido a la distribución desigual de servicios y agravan problemas ambientales y de infraestructura. Ante esto, el concepto de la ciudad de 15 minutos del urbanista Carlos Moreno, se plantea como solución para equilibrar servicios y reducir el desplazamiento.

En el libro Cities for People de Gehl[3] se resalta los tiempos de desplazamiento como un factor importante del diseño de la ciudad, donde se considere el tiempo que les toma a las personas trasladarse de un punto a otro punto clave de la ciudad, y que los trayectos más cortos generan una mayor interacción social. De igual manera, Miralles Guasch et al.[4] mencionan que reducir los tiempos de desplazamiento requiere de un modelo de ciudad donde los servicios y equipamientos cotidianos sean cercanos.

La movilidad no solo se entiende como la dotación de infraestructura vial, también se requiere de la integración de los corredores urbanos y la mixtura de usos del suelo que articulan e integran la estructura funcional y de servicios en busca de organizar una ciudad más equitativa y sostenible, donde las personas puedan acceder a servicios esenciales sin depender exclusivamente del transporte motorizado.

En conjunto, los resultados indican que se requiere una intervención diferenciada y focalizada por tipo de vía y sector para mejorar la movilidad, la seguridad y la calidad del espacio público urbano, además de mejorar las desigualdades en la distribución de oportunidades urbanas accesibles a pie. Aunque en la Agenda 2030 se prioriza al peatón en la jerarquía de movilidad, este principio no se refleja en la configuración actual del sistema vial, perpetuando la supremacía del vehículo motorizado como eje central de la movilidad urbana, desequilibrio que resalta la necesidad de una redistribución estratégica de la infraestructura de movilidad.

Frente a este panorama, se requiere una estrategia sectorizada que priorice el mantenimiento, la señalización, la accesibilidad y la interconexión entre modos de transporte. Medidas como cruces peatonales seguros, ampliación y conexión de ciclorrutas, y refuerzo de la red arterial pueden contribuir a un sistema más equilibrado. En conclusión, avanzar hacia una movilidad urbana eficiente y sostenible demanda redistribuir y adaptar la red vial considerando la diversidad de trazas urbanas y la integración de todos los modos de transporte, con el fin de lograr una ciudad más conectada, equitativa y segura.

MÉTODO

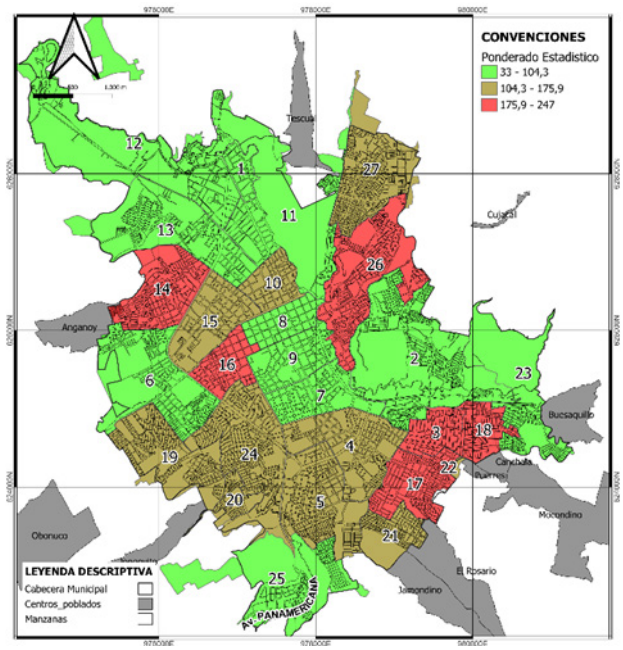


Figura 1. Densidad poblacional en sectores altamente densos

https://doi.org/10.56294/la2025255

La metodología utilizada dentro del paradigma positivista; tiene enfoque mixto la cual se basa en la observación objetiva, la recolección de datos verificables y la medición precisa de variables relevantes integrados en un modelo geoespacial mediante SIG. El método aplicado es de carácter científico empírico analítico, que permite un análisis sistemático y riguroso de los fenómenos observados, fundamentado en datos empíricos obtenidos a través de herramientas técnicas y analíticas.

Su tipo y diseño investigativo es descriptivo y experimental. Para las técnicas de recolección de datos se empleó una base de datos construidas a través de la observación del autor, imágenes satelitales y cartografía secundaria, procesada y analizada mediante la utilización de excel y geoespacializada. De igual manera, para el levantamiento y representación gráfica de subvariables como la disposición y ancho de andenes se utilizó Auto-CAD. La metodología consiste en un análisis detallado de la identificación de patrones, evaluación de tendencias e interpretación de los resultados.

Por otra parte, las áreas de estudio se seleccionaron mediante el análisis de los sectores censales clasificados por el DANE[5], se tomaron valores sobre los 175,9 Hab/Ha, que concluyó en cuatro áreas identificadas. Este valor es estimado al reagrupar los datos en intervalos.

En estos sectores se evaluaron las variables asociadas a la accesibilidad urbana mediante el cálculo del índice de accesibilidad por proximidad, utilizando algebra de mapas en un entorno SIG. La metodología realizada comprende tres procesos: (1) un análisis cuantitativo del coeficiente de uso residencial, de equipamientos, de espacio público, comercial y de servicios. (2) Un análisis cualitativo del sistema vial jerarquizado, empleando herramientas SIG y CAD para determinar la morfología y materialidad de la infraestructura vial y por último (3) la obtención de un índice de accesibilidad a través de la aplicación de álgebra de mapas, donde se integraron los anteriores resultados en una operación matemática.

Tabla 1. Densidad poblacional en sectores altamente densos

Área de estudio	Sector censal DANE	Pob. (Hab)	Área (Ha)	Densidad poblacional (Hab/Ha)	Densidad habitacional Bruta (Viv/Ha)	Densidad habitacional Neta (Viv/Ha)
A1	3 17,18	31 847	144,85	219,85	75,87	153,30
A2	14	17 583	85,78	204,98	85,85	207,24
A3	16	7 692	42,78	179,80	73,89	140,73
A4	26	23 678	132,47	178,73	69,69	203,79

El índice de accesibilidad por proximidad es una medida adimensional que resulta de la normalización y combinación de variables espaciales como la conectividad peatonal y la presencia de destinos urbanos dentro de un tiempo de desplazamiento determinado. [6] Se desarrolló una metodología para integrar los resultados de las capas reclasificadas en un único análisis, permitiendo evaluar la accesibilidad desde un enfoque multifactorial a través del álgebra de mapas. Se consolidaron siete indicadores en un producto cartográfico que refleja las condiciones reales de accesibilidad peatonal al considerar la diversidad funcional del entorno, así como la estructura, estado y funcionalidad de la red vial.

La fórmula diseñada asignó un peso del 50 % a la calidad de la infraestructura vial, dada su incidencia directa en el desplazamiento peatonal, mientras que las intersecciones y la mixtura recibieron ponderaciones del 30 % y 20 % respectivamente. Para su análisis, los valores se clasificaron en cuartiles (Q1 a Q4).

Compatibilidad residencial con otros usos de suelo

Para entender la estructura espacial y distribución de usos en la ciudad, se analizan las áreas de estudio desde el cálculo de los índices de uso mixto, expuestos por Vicuña M et al.[7] y adaptados con base en el concepto MXI (Mixed Use Index).[8] En el índice se relaciona la densidad con la diversidad de usos para promover el uso de suelo eficiente y sostenible. No basta únicamente con comprender los índices de ocupación y construcción de predios con uso residencial y no residencial, sino también entender cómo se está manejando esta mezcla y si se encuentran en equilibrio o no.

Se presenta la caracterización de las áreas de estudio según el área destinada a uso residencial, equipamientos colectivos, establecimientos de servicio y comercio, así como el espacio público disponible, previo insumo para incluirla dentro del cálculo del índice de mixtura.

Tabla 2. Área de ocupación y construcción para uso residencial en las áreas de estudio

Datos de cada sector		Vivienda por sector				Hogares	Ocupación		Edificabilidad	
Áreas de Estudio	Población	Área (Ha)	Vivienda (Viv)	Mixto (Viv)	No Residencial (Viv)		Área De Ocupación (Ha)	Área Residencial (Ha)	Área De Construcción (Ha)	Área Residencial (Ha)
A1	31 847	144,86	10 991	558	1 008	9 959	83,51	71,70	261,03	223,45
A2	17 583	85,78	7 364	136	322	6 228	40,12	35,53	127,31	111,56
A3	7 692	42,78	3 161	117	514	2 814	26,97	22,46	108,35	92,89
A4	23 678	132,48	9 233	212	689	8 154	50,22	45,31	152,01	138,88

Tabla 3. Área de construcción para equipamientos en las áreas de estudio

Áreas de estudio	Área de construcción (Ha)					Área total de equipamientos (Ha)	Área total otros equipamientos (Ha)
	Educación	Salud	Bienestar Social	Cultura	Unid. de recreación		
A1	8,29	2,62	0,28	0,24	0,56	11,99	0,98
A2	0,26	0,46	0,65	0,00	0,09	1,46	7,32
A3	1,56	0,03	0,72	0,06	0,16	2,53	0,75
A4	3,51	0,96	0,40	0,11	0,16	5,13	2,97
Total	13,62	4,07	2,06	0,41	0,96	21,12	12,02

Tabla 4. Área de construcción para establecimiento de servicio y comercio en las áreas de estudio

Áreas de estudio	Servicios (Ha)			Área total de servicios (Ha)	Comercio (Ha)			Área total de comercio (Ha)	Área Total (Ha)
	Abastecimiento	Cuidado personal	Ocio		Comercio	Consumo de alimentos	Consumo de bebidas		
A1	4,59	0,99	0,21	5,79	0,61	1,74	0,10	2,46	8,25
A2	1,58	0,34	0,01	1,93	0,21	0,49	0,07	0,77	2,70
A3	1,41	0,30	0,14	1,84	0,17	0,96	0,21	1,34	3,18
A4	1,08	0,56	0,20	1,84	0,08	0,42	0,02	0,52	2,36
Total	8,66	2,18	0,57	11,40	1,07	3,62	0,40	5,09	16,49

Tabla 5. Área de espacio público en las áreas de estudio

Área de estudio	Espacio Público (Ha)			
	Canchas barriales	Parques y plazas	Zonas verdes	Total Espacio Público
A1	3,40	3,42	1,40	8,22
A2	0,76	1,43	1,96	4,16
A3	0,07	0,32	0,51	0,90
A4	0,72	0,71	6,71	8,13
Total	4,95	5,88	10,58	21,41

Con los resultados se calcula los coeficientes de mixtura de equipamiento (CUE), servicios y comercios (CUC), espacio público (CUEP) y residencial (CUR), mediante la siguiente formula:

$$CU = \frac{Área\ de\ construcción\ del\ uso\ estudiado - Área\ de\ construcción\ de\ los\ otros\ usos}{Área\ de\ construcción\ total}$$

Figura 2. Porcentaje de equipamientos, servicio, comercio y espacio público en relación al área de establecimientos total de cada área de estudio

El A2 es el que tiene un mayor porcentaje de área de equipamientos en consideración a la extensión del área de estudio que lo

sostiene, superando el 56 %, además en esta área el uso es proporcional entre vivienda, población y hogares que lo hace llamativo para el estudio. El A1, A3 y A4, tienen un porcentaje similar en cuanto a equipamientos, pero solo del área A1 se puede mencionar que mantiene un equilibrio entre lo comercial y de servicios con respecto al espacio público ya que estas últimas categorías manejan porcentajes aproximadamente equitativos. El A3 es el área con mayor distribución de servicios y comercio y el A4 (potencial zona de expansión) ubicada en la periferia de la ciudad de Pasto, es donde el desarrollo residencial no se ha potencializado tanto con respecto a las otras áreas. Además, en esta área el borde urbano prima un papel preponderante para uso recreacional y público hasta en tanto no se urbanice, incluido en el conteo de espacio público. El uso residencial domina ampliamente sobre los demás usos del suelo, lo que representa una oportunidad para diversificar funcionalmente estas áreas. Sin embargo, la distribución actual de los usos no siempre se ajusta a las normativas vigentes, probablemente debido a la presencia de actividades preexistentes que, inicialmente se constituyen de manera informal, al adecuar usos diferentes al residencial, y que en algunos casos pueden ser incompatible con la regulación. A pesar de esta falta de correspondencia con la normativa, el uso residencial sigue representando más del 70 % del suelo en todas las áreas de estudio. Según el Modelo General de Asignación de Edificabilidad y Cargas del POT 2015-2027, hasta un 40 % de la capacidad de construcción en zonas residenciales puede destinarse a otros usos, lo que permitiría integrar al menos un 20 % del suelo residencial a actividades mixtas. No obstante, la expansión de usos mixtos debe considerarse de manera equilibrada. En la ciudad, la mixtura de usos ha surgido como una respuesta a la necesidad, sin una adecuada planificación ni una distribución estratégica de actividades similares. Actualmente, el 30 % restante del suelo destinado a equipamientos, espacio público, servicios y comercio ha generado conflictos urbanos debido a la falta de adecuados perfiles viales y la concentración de establecimientos incompatibles. Agregar un 20 % más de usos mixtos sin una planificación estructurada no representaría una solución efectiva, sino que podría agravar los problemas existentes, intensificando el desorden y la falta de integración territorial. Adicionalmente, los coeficientes de mixtura analizados reflejan, a priori, un bajo nivel de integración funcional del suelo, lo que sugiere una subutilización de su potencial. La incorporación de usos mixtos, bajo criterios normativos claros, permitiría no solo optimizar el uso del suelo, sino también mejorar la cohesión, conectividad urbana y en últimas la proximidad desde y hacia las residencias. Resulta fundamental implementar estrategias que equilibren el uso residencial predominante con actividades comerciales, institucionales y espacios públicos, fomentando una ciudad más eficiente, funcional y sostenible en línea con las normativas vigentes.

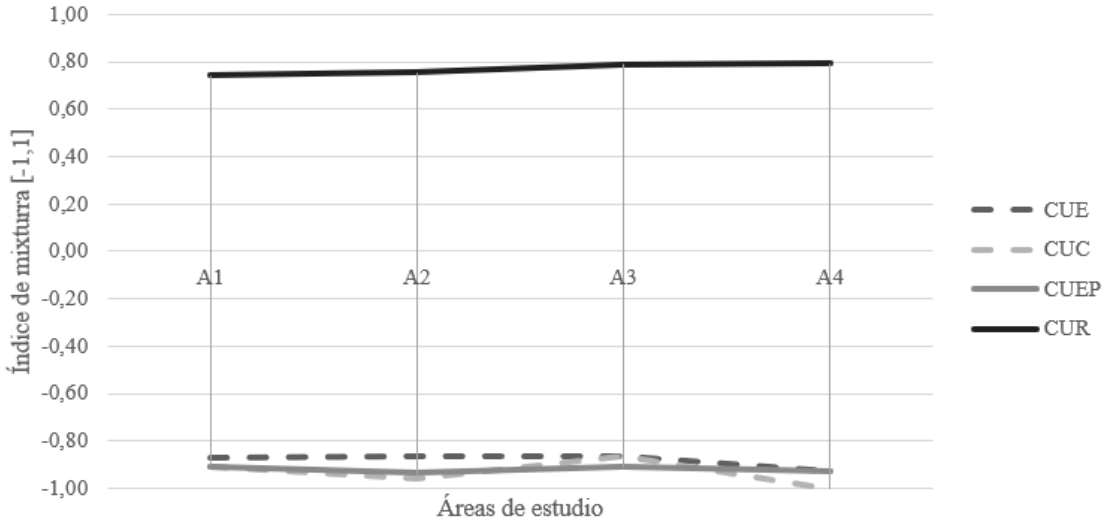


Figura 3. Índice de mixtura de uso para cada área de estudio

Infraestructura vial y trazabilidad de las áreas estudiadas

Tabla 6. Longitud de vías de la ciudad de Pasto

Sistema vial jerarquizado		Longitud (Km)	%
Peatonal		16,25	3,23
Ciclorruta		12,23	2,43
A1	Eje arterial	19,79	3,93
A2	Anillo fundacional	3,18	0,63
A2	Anillo central	11,38	2,26
A3	Arterias intermedias	33,73	6,70
A3	Arterias menores	58,93	11,70
L1	Locales primarios	75,24	14,94
L2	Locales secundaria	272,87	54,19

Al comparar los planos generales del Acuerdo 004, POT 2015-2027,[9] con las visiones territoriales para la movilidad sostenible y segura se evidencia una desconexión entre lo planificado y la concreción de dicha planificación. Al espacializar el sistema vial jerarquizado se obtuvo la longitud de la infraestructura más el porcentaje de participación de cada uno de ellos.

El análisis revela que el 87 % de la red vial está compuesto por vías intermedias, menores y locales, las cuales, por su diseño y dimensiones, no pueden cumplir funciones estructurantes como las arterias principales. Esta condición limita la conectividad urbana, dificulta el acceso a servicios esenciales y frena el desarrollo de infraestructuras sostenibles. Además, la presencia de ciclorrutas (2,43 %) y de vías exclusivas para peatones (3,23 %) es reducida, lo que muestra un reparto poco equilibrado del espacio vial.

Obtenido el levantamiento del sistema vial, se analizó la traza urbana, para determinar la configuración de las manzanas y la distribución de la infraestructura. La ciudad presenta tres tipologías principales: lineales, ortogonales y orgánicas. Las trazas lineales siguen ejes rectos determinados por la topografía, facilitando recorridos rápidos, pero con menor conectividad transversal. Las ortogonales, típicas de zonas planas, adoptan un patrón en cuadrícula que favorece la orientación, la distribución eficiente de la infraestructura y la implementación de transporte público.[10] Por su parte, las orgánicas, producto del crecimiento espontáneo, muestran formas irregulares que dificultan la accesibilidad y la provisión eficiente de servicios.[11]

Cada tipo de traza plantea retos y oportunidades distintas para la movilidad, la integración social y la planificación territorial, por lo que su análisis por área de estudio resulta clave para orientar intervenciones que mejoren la conectividad y accesibilidad, además de mantener la identidad morfológica de cada sector.

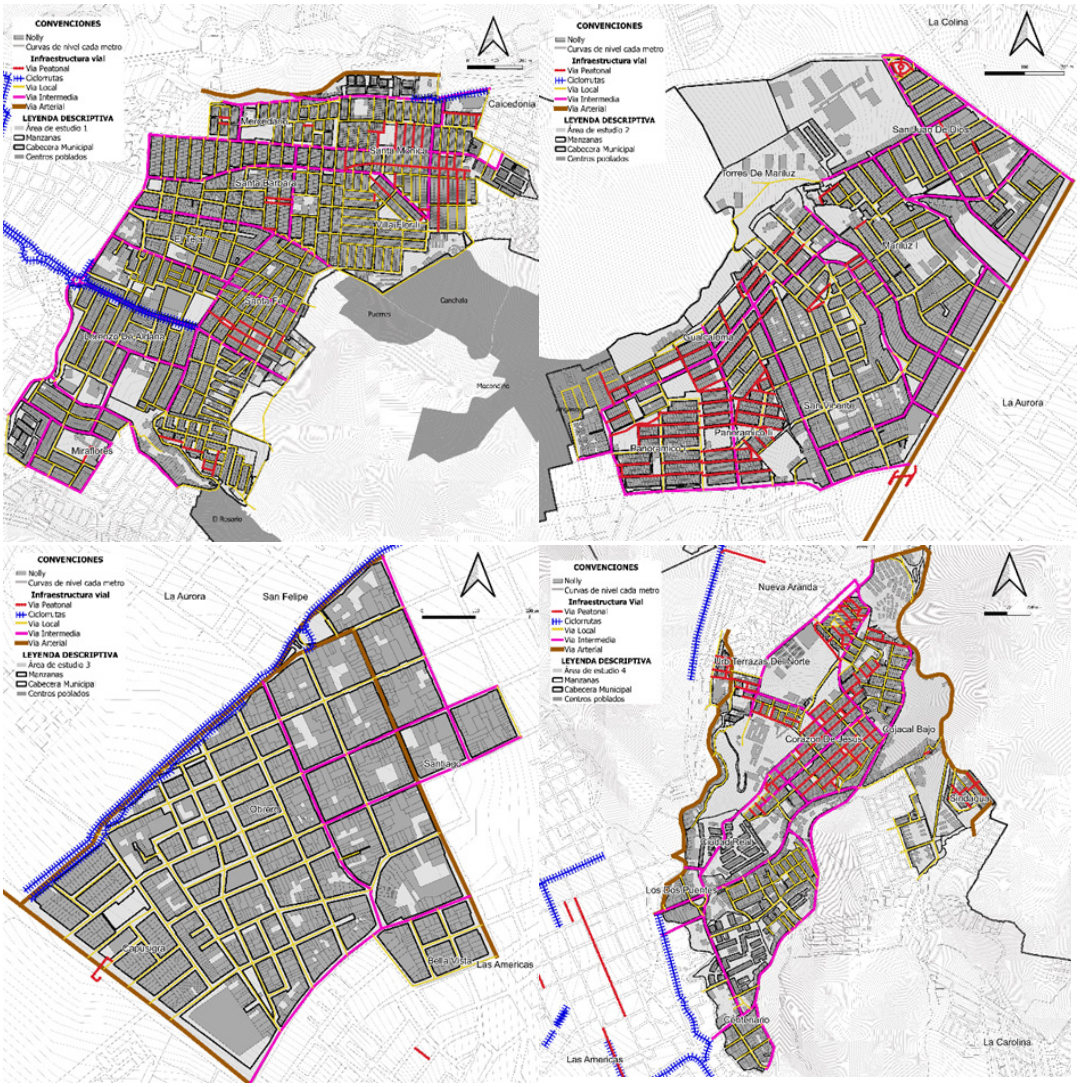


Figura 4. Trazabilidad de las áreas seleccionadas

La forma de las manzanas está principalmente influenciada por la topografía y la predominancia de vías intermedias, menores y locales. En la mayoría de los casos, el crecimiento ha sido espontáneo, generando ocupaciones irregulares adaptadas al relieve, con formas alargadas y estrechas que conforman trazas lineales. También se observan trazas orgánicas, menos estructuradas, producto de cambios en la dirección de las curvas de nivel, lo que interrumpe la continuidad vial y dificulta la conectividad. El área de estudio 3 es una excepción, pues su proximidad al centro histórico favoreció una planificación en retícula regular, resultado de un diseño estructurado. La revisión de documentos técnicos de ordenamiento territorial y el análisis del modelo “Supermanzanas” bajo criterios de Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible (DOTS)[12] evidencian que, aunque existe conexión entre zonas, la infraestructura

no siempre favorece al peatón ni al ciclista. Esto confirma que la diversidad de trazas no solo responde a la forma física del territorio, sino que también influye en la calidad del espacio urbano y en la posibilidad de implementar una movilidad sostenible.

Evaluación de la infraestructura vial

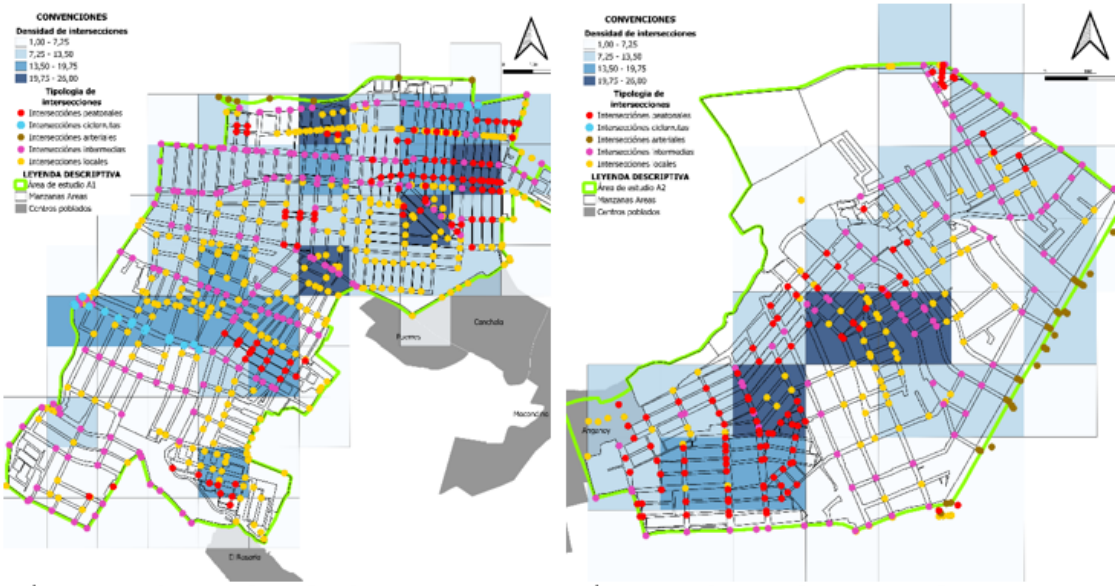
Para la calificación vial se consideran tres documentos importantes: el manual de adecuación del espacio público efectivo, expuesto por la Alcaldia municipal de Santiago de Cali[13] los lineamientos vías ciclistas, expuesto por el Ministerio de transporte[14] y las definiciones y tipologías de ciclo-infraestructura expuestos en la guía de ciclo-infraestructura de ciudades colombianas, del Ministerio de transporte,[15] donde se tuvieron en cuenta 4 criterios: (1) continuidad y disponibilidad de perfil vial, que evalúa la igualdad dimensional en todo el trayecto del perfil vial, y garantiza una ruta segura, accesible y eficiente para los peatones y ciclistas. (2) El ancho de perfil vial, y (3) la señalización y conexión a permanencias, definidas por cruces peatonales adecuados y conexión a paraderos de bus y a zonas verdes. Finalmente, el cumplimiento a la norma, se analiza si el perfil vial corresponde a lo estipulado en el anexo del POT 2015-2027, anexo AFS1. Perfiles viales.[16,17]

Tabla 7. Ponderación de los criterios analizados en los perfiles viales

Criterio \Ponderación	Malo(1pt)	Regular (2pt)	Bueno(3pt)
Continuidad y disponibilidad de perfil vial en condiciones optimas	El perfil vial tiene continuidad menor al 20 % de su longitud	El perfil vial presenta continuidad del perfil por el 50 % de su longitud	El perfil vial presenta continuidad del perfil por el 100 % de su longitud
Ancho de perfil	Andenes y vías peatonales menores a 1,50 metros.	Andenes entre 1,50 metros y 2 metros Vías peatonales entre 2 y 3 metros Ciclorrutas de 1,40 metros	Andenes mayores a 2 metros. Vías peatonales mayores a 3 metros Ciclorrutas de 2,40 metros
Señalización y conexión de permanencias	No tiene ningún tipo de señalización	Presenta señalización en mal estado y existe algún paradero cercano	Presenta cruces peatonales y conexión a paraderos de bus y a zonas verdes
Cumplimiento al anexo AFS1. Perfiles viales.	No cumple	Cumple en la disposición de elementos viales	Cumple en la disposición de elementos viales y medidas
PONDERADO	Entre 0 y 5 puntos	Entre 6 y 9 puntos	Entre 10 y 12 puntos

Las condiciones de las vías en el área de estudio presentan una notable variabilidad según el tipo y la ubicación. El área 3 se destaca positivamente por contar con el mayor porcentaje de ciclorrutas, en su mayoría en buen estado, y por tener una buena proporción de vías arteriales bien conservadas, lo que la posiciona como una zona con infraestructura vial de mayor calidad. En contraste, el área 4, aunque posee la mayor cantidad de vías peatonales y arteriales, presenta altos porcentajes en estado regular o malo, evidenciando la necesidad de mejoras en mantenimiento y señalización. El área 1, con la mayor proporción de vías locales e intermedias, muestra un predominio del estado regular debido a deficiencias en señalización y conectividad.

Conectividad vial medida por sus intersecciones



✓ Mayores intersecciones locales
✓ Dos tramos de ciclorruta
✓ Vías intermedias conectan con vías locales

✓ Mayores intersecciones peatonales
X No tiene ciclorruta
✓ Vías intermedias conectan con vías arteriales

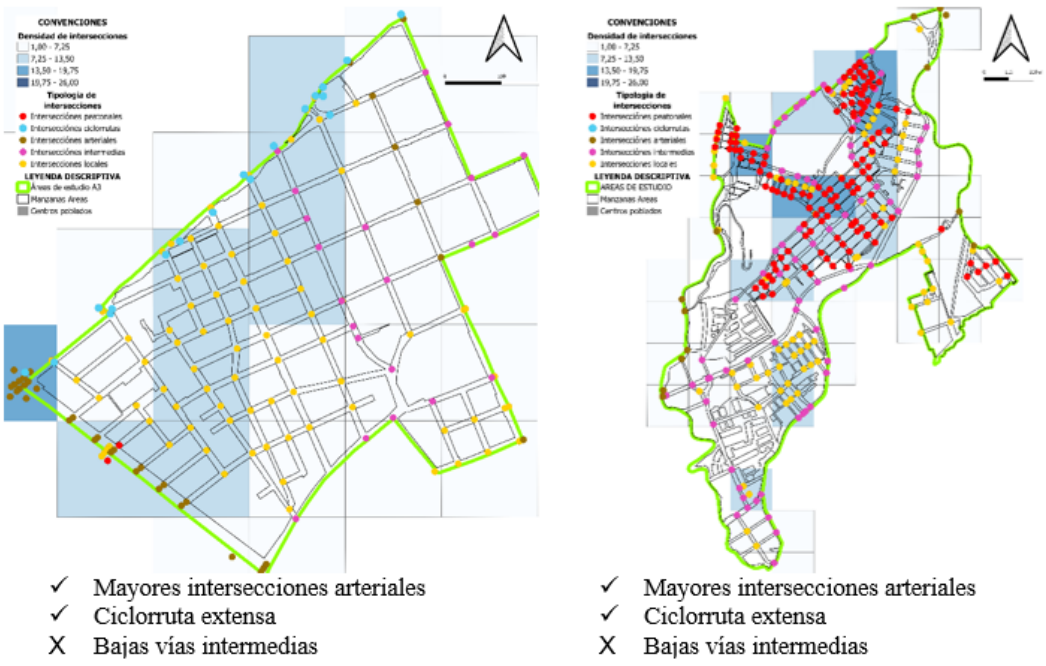


Figura 5. Densidad de intersecciones en las áreas de estudio

El diagnóstico de la infraestructura actual revela la importancia de garantizar cruces peatonales seguros para mantener la continuidad y protección de los recorridos a pie. La falta de conexión entre tramos peatonales y la señalización insuficiente o inadecuada interrumpen los flujos de movilidad activa y reducen la accesibilidad del espacio urbano. Estos cruces no solo sirven como puntos de paso, sino que actúan como vínculos esenciales que aseguran recorridos coherentes y protegidos, reforzando la red peatonal, sobre todo en áreas residenciales donde la caminabilidad y la proximidad a servicios son claves.

Para evaluar la conectividad vial y localizar zonas con riesgo de interrupción peatonal, se utilizó el cálculo de densidad de intersecciones, una herramienta común en la planificación de transporte y urbanismo. Este método, apoyado en una cuadrícula regular permitió medir y visualizar con precisión la densidad de intersecciones mediante plataformas como OpenStreetMap y QGIS.

Las intersecciones locales e intermedias concentran cerca del 60 % de la red vial, mientras que las arteriales tienen una presencia reducida. Esto evidencia una estructura pensada para la conectividad barrial, pero con poca capacidad para manejar flujos de tráfico mayores. En algunas zonas, las intersecciones peatonales alcanzan el 43 % lo que resalta la necesidad de fortalecer infraestructuras que favorezcan la movilidad sostenible; sin embargo, la ausencia de ciclorrutas en varios sectores revela carencias en la ejecución de lo planeado.

Las áreas estudiadas presentan desigualdades en la calidad, distribución y funcionalidad de las vías, con predominio de intersecciones barriales y recolectoras que, aunque cumplen con la conectividad local, no logran desempeñar un papel estructurante. Esto se traduce en fragmentación de la red y dificultades para conectar distintas zonas de la ciudad. Mientras en el Área 3 hay un mejor estado de arterias y una proporción adecuada de ciclorrutas, en el Área 4 predominan tramos en condiciones regulares o deficientes, con problemas de mantenimiento, señalización y continuidad. Además, la desconexión entre ciclorrutas y su escasa integración con otros tipos de vías limita la funcionalidad del sistema.

Índice de accesibilidad

Tabla 8. Clasificación de capas vectoriales

Capa vectorial	Clases
Usos de suelo	Monofuncional (Uso residencial y ambiental paisajístico) Multifuncional (Uso mixto, comercial, Institucional, recreacional, zonas verdes)
Evaluación vial	Bueno Regular Malo
Tipología de intersecciones	Intersecciones de prioridad peatonal (Int. Peatonales y de ciclorrutas) Intersecciones de prioridad vehicular (Int. Arteriales, int, Intermedias y Int. Locales)

Para analizar la infraestructura de movilidad en términos de proximidad, se cuenta con una valoración de ciertos elementos del

espacio urbano respecto a un punto de partida. En este sentido, se procedió a clasificar cada una de las capas vectoriales resultantes -uso de suelos, evaluación vial y tipología de intersecciones. Una vez clasificadas, estas capas se transformaron en formato ráster para posteriormente realizar mapas de proximidad que facilitan la comprensión espacial del territorio y la identificación de áreas con mejores condiciones de accesibilidad peatonal. La lógica general aplicada parte del supuesto de que la cercanía a un criterio positivo mejora la accesibilidad peatonal, por lo tanto, los elementos más próximos reciben una mayor ponderación, mientras que los más alejados se consideran menos relevantes. Y en caso contrario, la cercanía a un criterio negativo reduce la accesibilidad peatonal, por tanto, recibe la ponderación más baja. Los rangos se consideraron de la siguiente manera:

Tabla 9. Rangos de distancia según el criterio evaluado

Valor	Distancia Positiva	Distancia Negativa
1	Mas de 500 m	Entre 0 y 100 m
2	Entre 100 y 500 m	Entre 100 y 500 m
3	Entre 0 y 100 m	Mas de 500 m

El análisis revela que los barrios Santa Mónica, Mercedario, Santa Bárbara y parte del sureste de Miraflores registran altos niveles de accesibilidad gracias a su cercanía a equipamientos, comercios, servicios, espacios públicos, buena conectividad peatonal y estado favorable de la infraestructura. En Miraflores, esta condición es heterogénea.

En contraste, zonas como Lorenzo de Aldana, Santa Fe, El Tejar, sectores de Villa Flor II y algunas áreas de Miraflores muestran baja accesibilidad, no tanto por la ausencia de servicios, sino por la mala calidad de las rutas de acceso, afectadas por deterioro, falta de continuidad o inseguridad, generando los llamados “radios de ausencia”.

También se evidenció que las tramas urbanas reticulares con buena conectividad y continuidad en la infraestructura para movilidad activa favorecen la accesibilidad, mientras que las tramas fragmentadas, las barreras físicas y la interrupción de redes peatonales o ciclistas la limitan.

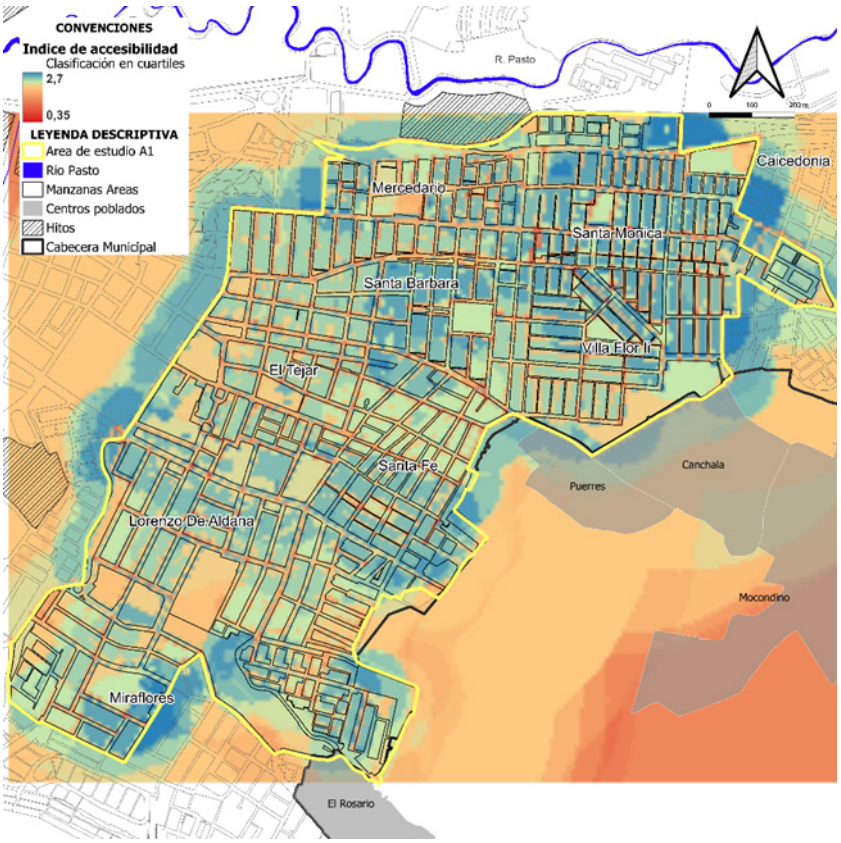


Figura 6. Índice de accesibilidad por proximidad del área de estudio 1

Los sectores con mayor accesibilidad se ubican en distintas partes del territorio, destacando áreas de Mariluz I, Gualcaloma, San Vicente y Panorámico II, favorecidas por una red vial eficiente y cercanía a equipamientos. Un patrón similar se observa en el eje de la vía Panamericana, donde un puente peatonal mejora las condiciones de acceso en su entorno.

En contraste, las zonas con menor accesibilidad, localizadas principalmente en los extremos noroeste y suroeste, enfrentan limitaciones distintas: en el noroeste, los conjuntos cerrados restringen la conectividad peatonal; en el suroeste, cerca de Anganoy, la baja calidad de la infraestructura vial, la escasa oferta de servicios y la movilidad limitada afectan el acceso, pese a la existencia de un corredor verde y algunas intersecciones peatonales, estas últimas en mal estado y sin capacidad para mejorar la calidad de los desplazamientos.

https://doi.org/10.56294/la2025255

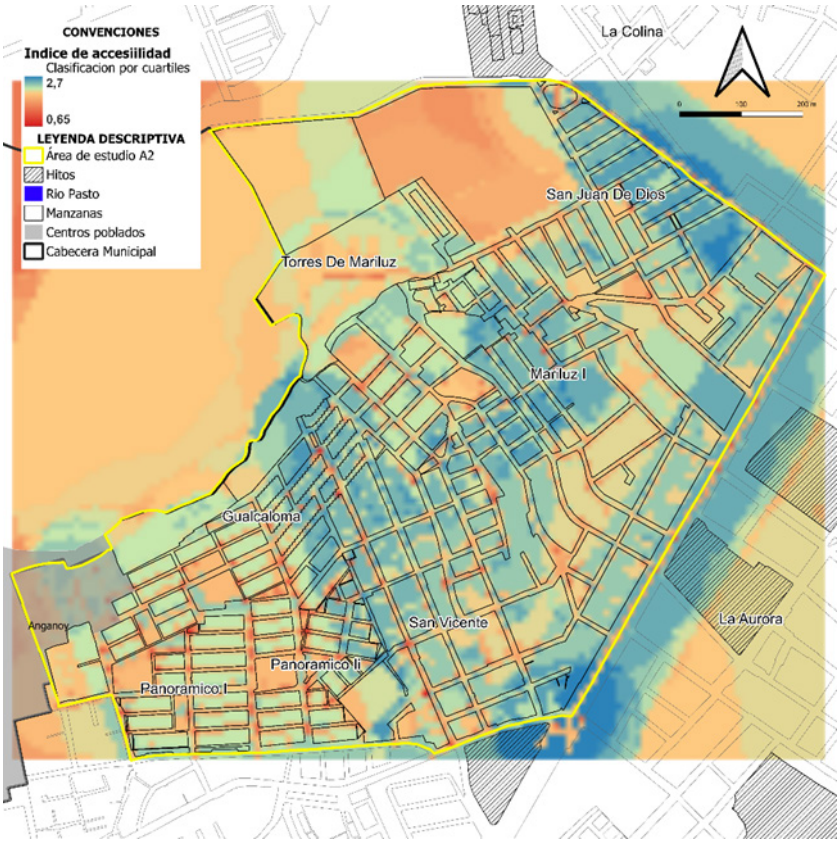


Figura 7. Índice de accesibilidad por proximidad del área de estudio 2

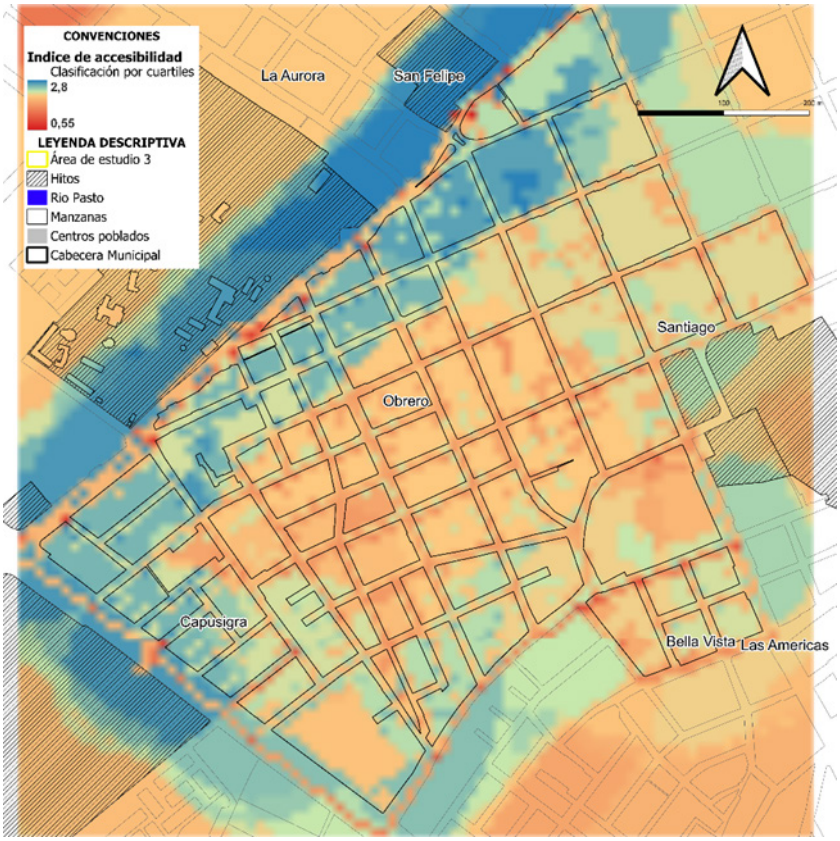


Figura 8. Índice de accesibilidad por proximidad del área de estudio 3

Algunas zonas periféricas, principalmente al norte y suroeste del área de estudio, muestran altos niveles de accesibilidad gracias a su cercanía a vías principales y equipamientos estratégicos. En sectores como el eje de la carrera 27, los proyectos urbanos recientes han incorporado un diseño vial que favorece a peatones, ciclistas y vehículos, mejorando la conectividad. La menor

https://doi.org/10.56294/la2025255

densidad constructiva en estas áreas también facilita la movilidad peatonal.

En contraste, los barrios Obrero, Santiago y parte de Bella Vista concentran las áreas de menor accesibilidad. La trama urbana densa, la alta frecuencia de intersecciones, la falta de rutas directas y las deficiencias en la infraestructura peatonal (andenes estrechos, baja prioridad al peatón y escasez de establecimientos) limitan la eficiencia en los desplazamientos.

En esta área, la accesibilidad es alta a lo largo del eje central que conecta los barrios Corazón de Jesús, Los Dos Puentes y Ciudad Real, favorecida por una red vial eficiente y la cercanía a equipamientos urbanos. En contraste, los extremos del área, como Sindagua, parte de Centenario y los alrededores de Nueva Aranda, presentan menor accesibilidad debido a deficiencias en la infraestructura vial, menor conectividad de la trama urbana y, en algunos casos, la presencia de conjuntos cerrados que interrumpen la continuidad del tejido urbano.

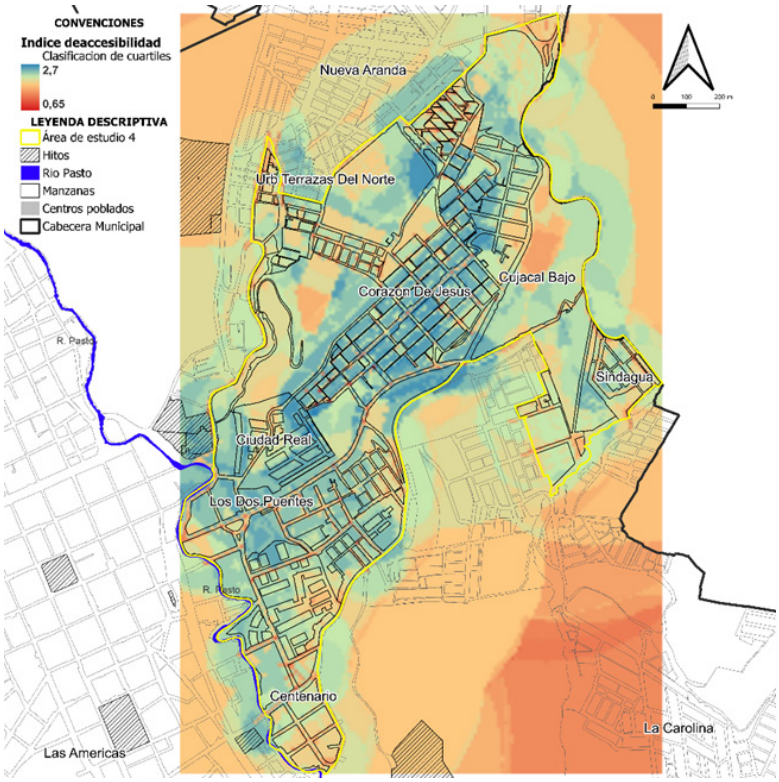


Figura 9. Índice de accesibilidad por proximidad del área de estudio 4

El análisis espacial de las cuatro áreas evaluadas evidencia desigualdades en las condiciones de accesibilidad peatonal y proximidad a servicios, lo que limita la consolidación de un entorno urbano equitativo. En este marco, el modelo de ciudad de 15 minutos basado en la cercanía a equipamientos esenciales y la facilidad de desplazamiento a pie permite identificar territorios con mayor alineación a sus principios.

El Área 1 se perfila como la más próxima a dicho modelo, al combinar una oferta diversificada de servicios, infraestructura peatonal continua y una estructura urbana conectada, especialmente en barrios como Santa Mónica, Mercedario y Santa Bárbara. Presenta, además, un valor bajo en el primer cuartil (Q1 = 0,35), lo que indica una menor proporción de sectores críticos en comparación con otras zonas. Aunque el Área 3 alcanza el valor más alto de accesibilidad máxima (Q4 = 2,80) y mantiene una distribución homogénea, su principal fortaleza radica en la regularidad de su traza urbana, que favorece la conectividad y la implementación de estrategias de mejora. En ambos casos, la incorporación de usos mixtos del suelo y la optimización de cruces peatonales mediante señalización adecuada fortalecerían las condiciones de accesibilidad. Por el contrario, las áreas 2 y 4, si bien presentan nodos con buena accesibilidad, exhiben una distribución más fragmentada y dependiente de ejes específicos, lo que reduce su funcionalidad territorial. En síntesis, las áreas 1 y 3 destacan por su mayor potencial de aproximación al modelo de ciudad de 15 minutos, siempre que se prioricen intervenciones orientadas a mejorar la equidad en el acceso y consolidar una movilidad activa eficiente y segura.

Tabla 10. Clasificación de cuartiles de los índices de accesibilidad

Indice	Q1	Q2	Q3	Q4
A1	0,35	2,00	2,25	2,70
A2	0,65	2,00	2,20	2,70
A3	0,55	2,10	2,30	2,80
A4	0,65	1,80	2,15	2,70
Mediana	0,60	2,00	2,23	2,70

https://doi.org/10.56294/la2025255

CONCLUSIONES

El crecimiento urbano de Pasto ha seguido una dinámica mayoritariamente espontánea, orientada a responder a necesidades inmediatas y sin una planificación coherente con las directrices del POT 2015–2027. Este patrón ha generado una configuración urbana fragmentada, con servicios, equipamientos y comercios distribuidos de manera dispersa y reactiva, lo que debilita la cohesión del tejido urbano. Aunque en varios sectores se cumple con coberturas espaciales dentro de un radio de 500 metros, la ausencia de articulación entre corredores verdes, institucionales y comerciales reduce la accesibilidad funcional y limita el desarrollo de una movilidad sostenible. El modelo actual continúa priorizando el uso del vehículo particular por encima de peatones y ciclistas, evidenciado en la falta de redes integradas de ciclorrutas, ejes peatonales y espacios públicos conectados.

El diagnóstico territorial señala que la infraestructura vial, las rutas para bicicletas y los recorridos peatonales no forman un sistema cohesionado. Además, el 30 % del suelo urbano presenta conflictos de uso, al concentrar actividades incompatibles en zonas con perfiles viales insuficientes. La baja integración funcional del suelo y un posible incremento no planificado de los usos mixtos podrían intensificar estos problemas. Aunque el Área 3 cuenta con ejes peatonales y concentración comercial en la centralidad subregional del centro expandido, sus bordes carecen de centralidad y muestran corredores urbanos dispersos y poco conectados.

Para revertir esta situación, se recomienda reubicar y redistribuir equipamientos priorizando la cercanía a zonas de alta densidad, articular redes verdes, comerciales e institucionales, y fortalecer la movilidad activa mediante cruces peatonales seguros y una infraestructura accesible. Asimismo, se plantea diseñar intervenciones sectorizadas que consideren la densidad poblacional y los déficits actuales de accesibilidad. Las Áreas 1 y 3 se perfilan como las más aptas para avanzar hacia un modelo de ciudad de 15 minutos, gracias a sus condiciones favorables de conectividad y potencial de mejora.

Finalmente, para futuros estudios, se sugiere incorporar la clasificación y rasterización de la matriz origen-destino, así como utilizar los índices de mixtura como indicadores cuantitativos, con el fin de evaluar con mayor precisión el grado de integración y la eficiencia del sistema urbano.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Karen Larisa Pabón Jaramillo.
Curación de datos: Karen Larisa Pabón Jaramillo.
Análisis formal: Karen Larisa Pabón Jaramillo.
Redacción – borrador original: Karen Larisa Pabón Jaramillo.
Redacción – revisión y edición: Karen Larisa Pabón Jaramillo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jacobs J. Muerte y vida de las grandes ciudades. Madrid: Capitán Swing Libros; 2011.

2. Link F, Greene M. Comunidades, sociabilidad y entorno construido. Bitácora Urbano Territorial. 2021;31(1):7–14.

3. Gehl J. Ciudades para la gente. Buenos Aires: Infinito; 2014.

4. Miralles-Guasch C, Marquet Sardà O, Castela M. Un análisis de la ciudad compacta a través de los tiempos de desplazamiento. In: 8 Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. Rio de Janeiro: Centre de Politica de Sól i Valoracions; 2012.

5. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV- 2018. 2018.

6. Geurs KT, Van Wee B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. J Transp Geogr. 2004;12(2):127–140.

7. Vicuña M, Torres de Cortillas C. Análisis de la diversidad y mixtura de usos en los procesos de densificación residencial intensiva en el Área Metropolitana de Santiago. Documento de Trabajo del IEUT N.º 13. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile; 2020.

8. Van den Hoek JW. Towards a Mixed-use Index (MXI) as a Tool for Urban Planning and Analysis. In: van der Hoeven FD, Smit M, editors. Urbanism – PhD Research 2008–2012. Ámsterdam: IOS Press; 2009. p. 64–85.

9. Concejo Municipal de Pasto. Acuerdo 004 - POT 2015-2027. Pasto: Concejo Municipal de Pasto; 2015.

10. Alexander C. A City is Not a Tree. Archit Forum. 1965;122(1/2):58–62.

11. Lynch K. La imagen la ciudad. Barcelona, España: Gustavo Gili; 1998.

12. Secretaria Municipal de Pasto. Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible. Presentación. Alcaldía Municipal de Pasto, Secretaría Municipal de Planeación; 2022.

13. Alcaldía municipal de Santiago de Cali. Manual de Adecuación de espacio público efectivo. Departamento Administrativo de Planeación Municipal; 2018.

14. Ministerio de transporte. Lineamientos vías ciclistas. Colombia: Ministerio de transporte; 2017.

15. Ministerio de transporte. Guía de ciclo-infraestructura de ciudades colombianas. Bogotá D.C, Colombia; 2016.

16. Alcaldía de Pasto 2012-2015. Documento Técnico de Soporte del Plan de Ordenamiento territorial 2015-2027. Pasto.

17. Alcaldía de Pasto 2012-2015, Secretaría de Planeación. Cartilla del Plan de Ordenamiento Territorial de Pasto 2015-2027. Pasto; 2023.