

Territorios 55 / Bogotá, 2026, pp. 1-31
ISSN: 0123-8418
ISSNe: 2215-7484

Sección general

Desigualdad socioespacial y accesibilidad urbana en Santiago de Cali: un análisis espacial del estallido social de 2021

Sociospatial Inequality and Urban Accessibility in Santiago de Cali: A Spatial Analysis of the 2021 Social Unrest

Desigualdade socioespacial e acessibilidade urbana em Santiago de Cali: uma análise espacial do surto social de 2021

José Eduardo Fuentes Delgado*

Recibido: 14 de septiembre de 2025

Aprobado: 1º de junio de 2026

<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.16110>

* Grupo de Investigación AGESAT, Departamento de Geografía, Universidad del Valle (Cali, Colombia). Correo electrónico: jose.fuentes@correounivalle.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1233-4924>

Para citar este artículo

Fuentes Delgado, J. E. (2026). Desigualdad socioespacial y accesibilidad urbana en Santiago de Cali: un análisis espacial del estallido social de 2021. *Territorios*, (55), 1-31. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.16110>

Palabras clave

*Desigualdad espacial;
equipamientos urbanos;
accesibilidad territorial;
estallido social; análisis
espacial; Santiago de
Cali.*

Keywords

*Spatial inequality;
urban amenities;
territorial accessibility;
social uprising; spatial
analysis; Santiago de
Cali.*

Palavras-chave

*Desigualdade
espacial; equipamentos
urbanos; acessibilidade
territorial; surto
social; análise espacial;
Santiago de Cali.*

RESUMEN

El estallido social de 2021 en Colombia, en particular en Santiago de Cali, evidenció profundas brechas socioespaciales. Este artículo analiza si la accesibilidad a equipamientos y la segregación residencial asociada a los estratos se relacionan con la localización de los bloqueos del estallido social. Se emplea un enfoque combinado de análisis espacial y estadístico mediante ArcGIS y SPSS. Se construyen tres métricas: un índice de acceso total, que integra la densidad interna de equipamientos y la distancia media; un índice compuesto de factores, derivado de un análisis de componentes principales de nueve variables urbanas y ambientales; y un índice integrado de desigualdad socioespacial, que incorpora la condición estructural, la concentración local y la presencia de bloqueos. Los resultados muestran accesibilidad baja en oriente y laderas, y desventajas estructurales donde convergen alta densidad, menor cobertura vegetal y mayor conflictividad. El índice integrado presenta autocorrelación espacial positiva y significativa ($I \approx 0,18$; $p < 0,001$) y coincide con los puntos calientes. La asociación con bloqueos es alta ($r \approx 0,75$), mientras que con el estrato promedio es débil pero significativa ($r \approx 0,13$). La regresión lineal múltiple explica el 96,2 % de la variabilidad del índice. Se concluye que los bloqueos no fueron aleatorios, sino que se territorializaron en corredores de desventaja, lo que demanda políticas integradas de equipamientos, movilidad, ambiente y seguridad.

ABSTRACT

The 2021 social uprising in Colombia, particularly in Santiago de Cali, exposed deep socio-spatial divides. This article examines whether access to urban amenities and residential segregation by socioeconomic stratum are related to the location of road blockades during the uprising. We employ a combined spatial and statistical approach using ArcGIS and SPSS. Three metrics are constructed: a Total Access Index that integrates internal amenity density and mean distance; a Composite Factor Index derived from principal component analysis of nine urban and environmental variables; and an Integrated Socio-Spatial Inequality Index that incorporates structural condition, local concentration, and blockade presence. Results show low accessibility in the eastern sector and hillside areas, and structural disadvantages where high density, lower vegetation cover, and higher conflict converge. The integrated index exhibits positive, significant spatial autocorrelation ($I \approx 0.18$, $p < 0.001$) and overlaps with hotspots. Its association with blockades is high ($r \approx 0.75$), while the correlation with average socioeconomic stratum is weak but significant ($r \approx 0.13$). Multiple linear regression explains 96.2 % of the index's variance. We conclude that blockades were not random but territorialized along corridors of disadvantage, calling for integrated policies in amenities, mobility, environment, and safety.

RESUMO

O surto social de 2021 na Colômbia, especialmente em Santiago de Cali, evidenciou profundas lacunas socioespaciais. Este artigo analisa se a acessibilidade aos equipamentos e a segregação residencial associada aos estratos socioeconômicos estão relacionadas à localização dos bloqueios do surto social. Adotou-se uma abordagem combinada de análise espacial e estatística usando ArcGIS e SPSS. Construíram-se três métricas: um Índice de Acesso Total que integra a densidade

interna dos equipamentos e a distância média; um Índice Composto de Fatores, derivado de uma análise dos principais componentes de nove variáveis urbanas e ambientais; e um Índice Integrado de Desigualdade Socioespacial que incorpora a condição estrutural, a concentração local e a presença de bloqueios. Os resultados mostram baixa acessibilidade no leste e áreas de encosta, e desvantagens estruturais onde convergem alta densidade, menor cobertura vegetal e maior conflitividade. O índice integrado possui autocorrelação espacial positiva e significativa ($I \approx 0,18$; $p < 0,001$) e coincide com áreas críticas (*hotspots*). A associação com bloqueios é alta ($r \approx 0,75$), enquanto com o estrato socioeconômico médio é fraca, mas significativa ($r \approx 0,13$). A regressão linear múltipla explica 96,2% da variabilidade do índice. Conclui-se que os bloqueios não foram aleatórios, mas foram territorializados em corredores desfavorecidos, o que exige políticas integradas de equipamentos, mobilidade, ambiente e segurança.

Introducción

La desigualdad en Colombia es un fenómeno estructural que articula disparidades de ingreso con brechas en el acceso a servicios básicos, segregación residencial y limitaciones a la movilidad territorial. Pese al crecimiento económico de las últimas décadas, los niveles de inequidad se han mantenido elevados: el coeficiente de Gini fue 0,50 en 2019 y aumentó a 0,54 en 2020, situando al país entre los más desiguales del mundo, por encima del promedio latinoamericano y como el más desigual entre los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2022; Grajales-Marín *et al.*, 2025; Burger *et al.*, 2022; Escorcia Hernández *et al.*, 2023; García Pinzón & Jenss, 2025).

Esta desigualdad no se limita a los ingresos. Se expresa territorialmente en barreras de acceso a la educación, la salud, la vivienda, el transporte y el empleo, y

se reproduce a través de la forma urbana y de las decisiones de planificación. Evidencia reciente de Bogotá y Cali muestra patrones persistentes de segregación socioespacial, con hogares de bajos ingresos concentrados en periferias con déficits de infraestructura y de servicios (Duque *et al.*, 2023; Birchenall-Jiménez *et al.*, 2025). En Cali, más del 35 % de la población reside en comunas de estratos 1 y 2, caracterizadas por alta informalidad, elevada densidad habitacional y baja dotación urbana (Salazar Tamayo & Julio Estrada, 2022; Arango-Londoño *et al.*, 2023).

Desigualdad socioespacial en Colombia

En Colombia, la desigualdad socioespacial persiste como rasgo estructural que articula las disparidades de ingreso con brechas en el acceso a servicios, la segregación residencial y las restricciones a la movilidad territorial. Aunque el país ha

reducido la pobreza en las últimas décadas, estos avances no se han traducido en una disminución proporcional de la inequidad. La proporción de población en pobreza cayó de cerca del 50 % a comienzos del siglo XXI al 33 % en 2020; no obstante, el coeficiente de Gini permanece por encima de 0,52, lo que ubica a Colombia entre las naciones más desiguales y por encima del promedio latinoamericano y de la OCDE (OCDE, 2022).

La literatura enfatiza su dimensión espacial: persisten diferencias entre lo urbano y lo rural, y entre barrios acomodados y periferias, con patrones de exclusión territorial (Grajales-Marín *et al.*, 2025; Burger *et al.*, 2022; Barbosa *et al.*, 2024; García-Sánchez *et al.*, 2018). Se manifiestan en regiones rurales apartadas, como el sur del país y la costa pacífica, y en ciudades con informalidad, pobreza multidimensional y debilidad institucional, con acceso limitado a servicios, infraestructura y empleo (Cerón & Escobar, 2014; Hernández, 2016; Quílez & Giraldo, 2001; Benjumea Zapata, 2004; DANE, 2015; Sepúlveda Rico *et al.*, 2014).

En el plano intraurbano, la forma urbana y la planificación urbanística reproducen la segregación. Duque *et al.* (2023) muestran que centrarse únicamente en el ingreso resulta insuficiente e instan a considerar la distribución espacial de oportunidades y de servicios. En Colombia, Salazar Tamayo y Julio Estrada (2022) documentan una expansión extensiva del suelo urbano sin una provisión equitativa

de equipamientos, especialmente en las periferias, lo que intensifica la fragmentación socioresidencial y amplía las brechas.

Arango-Londoño *et al.* (2023) evidencian en Cali mayores tasas de mortalidad por Covid-19 y de pobreza multidimensional en las comunas periféricas, lo que constituye una expresión sanitaria de desventajas estructurales. Así mismo, Nicoletti *et al.* (2023) muestran en 54 ciudades que las comunidades con mayor proporción de minorías y menor nivel educativo tienen menos acceso espacial a la infraestructura pública. Los estudios corroboran una desigualdad multifacética y territorialmente estructurada, en la que el patrón espacial articula las condiciones socioeconómicas, la morfología urbana y el acceso a los equipamientos.

Precisiones conceptuales y terminológicas

En este artículo, la desigualdad socioespacial se entiende como la distribución espacialmente desigual de oportunidades, bienes públicos urbanos y condiciones de vida, asociada a procesos de segregación residencial y de diferenciación socioeconómica. En este sentido, se articula con la desigualdad urbana cuando el análisis se circunscribe al interior de la ciudad y a su provisión de servicios, y se relaciona con la desigualdad territorial cuando se enfatizan arreglos espaciales más amplios y persistentes en el uso del suelo, la conectividad y la localización de

las infraestructuras. En el manuscrito se emplea ‘socioespacial’ para referirse a la desigualdad intraurbana con expresión espacial verificable en barrios y comunas, y ‘urbana’ o ‘territorial’ cuando se alude a mecanismos de planificación, provisión de equipamientos y organización del espacio que la producen o la sostienen (Duque *et al.*, 2023; OCDE, 2022).

En relación con la acción colectiva, se adopta una distinción operativa: ‘movilización social’ y ‘protesta’ se usan como categorías amplias para referirse a repertorios de acción colectiva; ‘bloqueo’ se utiliza como una modalidad específica, observable y georreferenciable, que interrumpe la circulación y que, en este estudio, se registra como presencia y localización en los puntos de movilización. Esta precisión evita tratar como equivalentes categorías analíticas con expresiones empíricas distintas y facilita la interpretación de los resultados en el marco de la literatura sobre acción colectiva y movilización social (Garavito-González & Cortés-Millán, 2023).

Estratificación socioeconómica: un modelo institucional de desigualdad

La estratificación socioeconómica en Colombia, reglamentada por la Ley 142 de 1994, sirve de base técnica para la asignación de subsidios y tarifas diferenciadas de los servicios públicos, así como para orientar los recursos municipales (Alzate, 2006). Su rasgo distintivo

radica en clasificar las viviendas en seis estratos, del 1 al 6, a partir de atributos físicos del entorno residencial y no del ingreso del hogar. Este diseño, único en el ámbito internacional, fue concebido para focalizar las transferencias, aunque ha derivado en un dispositivo de categorización social con efectos amplios en la vida urbana y en la reproducción de jerarquías espaciales (Bonilla *et al.*, 2014; Gallego *et al.*, 2014; Basset, 2023).

La evidencia empírica señala errores sistemáticos de inclusión y exclusión, pues el esquema tiende a subestimar las vulnerabilidades en los estratos altos y a sobreestimar el bienestar en los estratos bajos, lo que limita su capacidad redistributiva y puede perpetuar desigualdades (Chica-Olmo *et al.*, 2020). A ello se suman efectos simbólicos y conductuales, dado que el etiquetado por estratos produce estigmas que inciden en la autoestima y el sentido de pertenencia comunitaria, además de condicionar el acceso a programas sociales, al crédito formal y a oportunidades laborales (García-Sánchez *et al.*, 2018; Chica-Olmo *et al.*, 2020). En ciudades como Bogotá, la segmentación socioespacial asociada al estrato afecta los patrones de movilidad, las redes sociales y la cohesión comunitaria, profundizando la segregación urbana (Duque *et al.*, 2023).

En Santiago de Cali, la estratificación se manifiesta como un mecanismo que territorializa la desigualdad. En las comunas periféricas del distrito de Aguablanca, en particular las comunas 13, 14, 15, 18,

territorios SS

20 y 21, más del 90 % de las viviendas se clasifican en los estratos 1 y 2, y concentran más del 60 % de la población de estas categorías. Esta configuración facilita la focalización de subsidios, pero consolida un patrón de segregación con alta densidad poblacional, informalidad habitacional, déficit de equipamientos y precariedad estructural. Barrios como Siloé concentran estas desventajas, con antecedentes de conflictividad y de presiones ambientales. En este contexto, el estrato deja de ser solo un criterio tarifario y se convierte en un dispositivo institucional que condiciona las oportunidades, refuerza estigmas y delimita espacialmente la exclusión.

Con base en lo anterior, la pregunta de investigación es: ¿en qué medida la desigualdad socioespacial y la accesibilidad a equipamientos se asocian con la localización de los bloqueos registrados durante el estallido social de 2021 en Santiago de Cali? La hipótesis plantea que los bloqueos tienden a concentrarse en corredores urbanos con desventajas acumuladas, caracterizados por baja accesibilidad, tensiones ambientales y condiciones de seguridad desfavorables.

El objetivo general es construir y validar una métrica integrada de desigualdad socioespacial a escala de barrio y examinar su relación espacial y estadística con la distribución de los bloqueos. El artículo se organiza así: la sección 1 describe los datos y los métodos; el apartado 2 presenta los resultados; la parte 3 discute

las implicaciones y los límites; y el último acápite resume las conclusiones y las orientaciones de política pública.

El estallido social en Cali y su dimensión territorial

El 28 de abril de 2021, Santiago de Cali se convirtió en el principal epicentro de las protestas nacionales, con una movilización sostenida que incluyó bloqueos prolongados, múltiples puntos de resistencia y una alta participación de jóvenes de sectores populares, en particular de afrodescendientes y de habitantes de comunas periféricas como Siloé, Aguablanca y Meléndez (Moreno, 2024). A diferencia de protestas previas, el episodio se caracterizó por una persistencia territorial y simbólica inusual: los manifestantes ocuparon accesos a la ciudad, nodos de transporte y áreas universitarias, interrumpiendo la circulación durante más de 60 días.

Si bien la propuesta de reforma tributaria de 2021 fue un detonante inmediato, la protesta desbordó el ámbito fiscal y expresó malestares acumulados por la desigualdad, la pobreza urbana, la exclusión educativa y las respuestas estatales percibidas como represivas. El 2 de mayo de 2021, el Gobierno retiró el proyecto de reforma tributaria en el marco del ciclo de protesta (Restrepo-Sanín, 2022). En este marco, la dimensión tributaria operó como catalizador en un contexto de agravios acumulados y de deterioro social posterior a

la pandemia (Álvarez-Rodríguez, 2022; Melo *et al.*, 2021; Moreno, 2024).

La dimensión territorial fue central. Informes del Comité de Derechos Humanos y del Observatorio de Resistencia de Santiago de Cali identifican puntos estratégicos de concentración como Sameco, Paso del Comercio, Portada al Mar, Loma de la Cruz y Glorieta de Siloé, ubicados principalmente en comunas con altos niveles de pobreza, baja cobertura de servicios y precariedad habitacional, entre ellas las comunas 13, 14, 15, 18, 20 y 21 (Moreno, 2024). La comuna 20, donde se ubica Siloé, se consolidó como símbolo de resistencia y como escenario de enfrentamientos con saldo mortal que afectaron de manera desproporcionada a los jóvenes.

La literatura coincide en que la geografía del conflicto respondió a una racionalidad territorial: la elección de lugares con alta visibilidad, cercanía a nodos logísticos y un fuerte valor simbólico (Moreno, 2024; Tabarquino & Caicedo, 2023; Céspedes Mendoza & Acevedo Jaramillo, 2021; Álvarez-Rodríguez, 2022; Melo *et al.*, 2021; Marín, 2021; Velásquez *et al.*, 2023; Montoya, 2022). Esta estrategia permitió visibilizar el descontento y, a la vez, interrumpir las funciones urbanas y los flujos en el corredor Valle del Cauca-Buenaventura. El contexto socioeconómico refuerza esta lectura. En 2020, la pobreza monetaria en Cali ascendió al 36,6 %, 14,7 puntos porcentuales por

encima de 2019, con más de 930 000 personas en situación de pobreza y una contracción de la clase media del 22 % (DANE, 2021).

Estudios recientes reportan inequidades territoriales asociadas al Covid-19 en Cali y su interacción con las condiciones socioeconómicas (Arango-Londoño *et al.*, 2023). Estas condiciones, sumadas al deterioro de los ingresos y del empleo debido a la pandemia, configuraron un caldo de cultivo para la conflictividad. En consecuencia, el estallido debe entenderse como una respuesta territorializada a exclusiones estructurales, que demanda políticas con enfoque espacial, inversión redistributiva y la priorización de barrios históricamente marginados.

Medir la desigualdad socioespacial exige integrar dimensiones económicas, sociales y territoriales. Este artículo adopta un enfoque de tres componentes: 1) un índice compuesto de factores, que sintetiza variables estructurales de bienestar urbano; 2) un índice de accesibilidad, basado en proximidades y distancias medias a equipamientos esenciales; y 3) un índice integrado de desigualdad socioespacial, que incorpora estadística espacial, Getis-Ord G_i^* e I de Moran, junto con la localización de los bloqueos del estallido social.

El procesamiento geoespacial se realizó en ArcGIS y los análisis estadísticos en SPSS, incluyendo el análisis de componentes principales (ACP) y la regresión

lineal, entre otros. La estrategia permite examinar la articulación entre la estratificación urbana, las carencias territoriales y la conflictividad social en Santiago de Cali, principal epicentro de las protestas nacionales de abril de 2021.

1. Metodología

1.1. Área de estudio

Santiago de Cali, capital del Valle del Cauca, se organiza en 22 comunas, 342 barrios y 15 corregimientos rurales (DAPM, 2018). En 2021 registró 2 271 293 habitantes, consolidándose como uno de los principales centros urbanos del país (DANE, 2021). Según la Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio de Santiago de Cali (IDESC), en 2023 el 33,4 % de las manzanas pertenecían a los estratos 1 y 2, que reúnen a más del 34 % de la población urbana.

Esta distribución evidencia una segmentación territorial marcada por las condiciones físicas y socioeconómicas del entorno residencial y por la cobertura de servicios, de transporte y de espacios públicos. En el distrito de Aguablanca (comunas 13, 15, 20 y 21), la proporción de viviendas de estratos 1 y 2 supera el 90 %, con pobreza, precariedad habitacional y déficit de infraestructura. En contraste, las comunas 22 (Ciudad Jardín y Pance) y 2 concentran los estratos 5 y 6, con mejores estándares urbanos y acceso a equipamientos y servicios (figura 1).

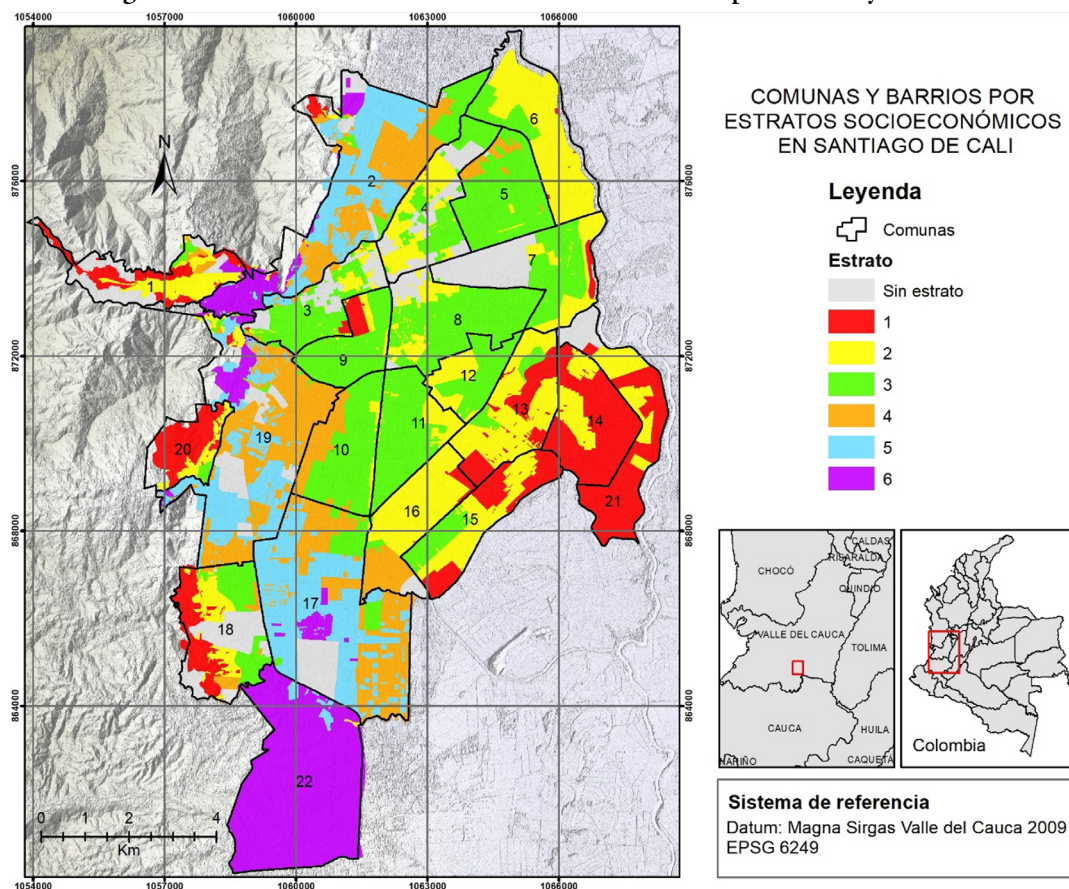
1.2. Materiales y métodos

El presente estudio integra fuentes estadísticas oficiales, registros georreferenciados de movilización social, cartografía temática y productos de teledetección para caracterizar las desigualdades socioespaciales en Santiago de Cali y su relación con el estallido social de 2021. La estructura espacial se basó en la cartografía oficial de la Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio de Santiago de Cali (IDESC) y del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), correspondiente a 2023, que incluyó límites de comunas, barrios, manzanas catastrales y la división rural-urbana, lo que permitió una desagregación territorial precisa a nivel de barrio y comuna.

Para incorporar un componente ambiental, se emplearon imágenes Planet-Scope de 3 m de resolución (mayo de 2021), a partir de las cuales se calculó el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) a nivel de manzana, como base para la cobertura vegetal y la calidad ambiental; adicionalmente, se integraron mediciones de ruido proporcionadas por la autoridad ambiental local para evaluar la exposición diferencial a la contaminación acústica.

El componente de seguridad y conflictividad incluyó tasas de homicidio, de hurto a personas y de violencia interpersonal, obtenidas del Sistema de Información de Seguridad y Convivencia (SISC) y de la Policía Metropolitana de Cali. La

Figura 1. Distribución de los estratos socioeconómicos por barrios y comunas



Fuente: elaboración del autor. IDESC (2023).

información sobre el acceso a los servicios públicos domiciliarios (agua y energía) provino de Emcali y del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). La base de puntos de protesta se construyó mediante la triangulación entre el Observatorio de Resistencia de Cali, la Red de Derechos Humanos del

Suroccidente Colombiano y el Departamento de Geografía de la Universidad del Valle, que efectuó trabajo de campo y mapeo participativo entre abril y agosto de 2021.

Se identificaron 38 puntos de movilización con registro de fecha de inicio, duración, tipo de acción (bloqueo,

territorios SS

Tabla 1. Fuentes de datos e indicadores empleados en el estudio

Categoría	Variable/indicador	Fuente	Año
Cartografía base	Límites de comunas, barrios y manzanas, vías, cuerpos de agua	IDESC/IGAC	2023
Demografía	Población por manzana	DANE/DAPM	2021
Socioeconómico	Estrato socioeconómico por barrio	DANE/DAPM	2018-2021
Equipamientos	Salud, educación, recreación, seguridad, administrativo, justicia, comercial, financiero, bienestar social, espacio público, funerario, movilidad	DAPM/IDESC	2022
Protestas	Puntos de resistencia y bloqueos	Universidad del Valle/ observatorios sociales	2021
Ambiental	NDVI (cobertura vegetal), censo arbóreo, ruido	PlanetScope/DAGMA	2021
Seguridad	Homicidios, hurtos	SISC/Policia Metropolitana/IDESC	2022
Servicios	Cobertura de agua y energía	Emcali/DANE	2022

Fuente: elaboración del autor.

concentración) e infraestructura vial afectada. Todos los insumos se estandarizaron y gestionaron en ArcGIS 10.8, armonizando formatos, referencias espaciales y temporalidades. La base final consolidó más de 40 variables continuas y categóricas, organizadas a nivel de barrios y comunas, lo que permitió el análisis espacial y estadístico de la desigualdad socioespacial y de su relación con la protesta social (tabla 1).

El análisis se orientó por tres criterios: pertinencia teórica para medir la desigualdad socioespacial; calidad y trazabilidad de la fuente; y viabilidad estadística para construir indicadores compuestos y de análisis espacial. Con base en la literatura

sobre indicadores urbanos y segregación, se priorizaron dimensiones que capturan presiones urbanas, el acceso a bienes públicos y la conflictividad: estructura demográfica y residencial, ambiente urbano, servicios domiciliarios, seguridad ciudadana y accesibilidad a equipamientos (Greco *et al.*, 2019; OECD *et al.*, 2008; Talen, 2020; Saisana & Saltelli, 2011; Delmelle, 2016). Todas las variables candidatas fueron normalizadas a una escala común para su integración en el análisis.

1.2.1. Índice de acceso total (IAT)

El IAT resume, por barrio, la disponibilidad y la cercanía a los equipamientos

urbanos esenciales. Se construyó combinando dos dimensiones complementarias: i) densidad interna de equipamientos y ii) accesibilidad externa, medida como la distancia media a los equipamientos más cercanos. Se incluyeron nueve categorías provenientes de la cartografía oficial: movilidad y transporte; funerario; comercial y financiero; administrativo y de justicia; bienestar social; recreación y deporte; espacio público; salud; educación y cultura.

La combinación de densidad interna y accesibilidad externa permite capturar simultáneamente provisión y proximidad, evitando sesgos de concentración puntuales que no benefician de manera efectiva a la población. La densidad interna se calculó para cada barrio (b), se contó el total de puntos de equipamiento contenidos en su polígono $Neq(b)$ y se dividió por el área del barrio $A(b)$ en km^2 :

$$D_{int}(b) = Neq(b)/A(b)$$

La distancia media externa se calculó como el centroide geométrico de cada barrio y como la distancia euclidiana al equipamiento más cercano de cada categoría enumerada. Con esas nueve distancias se obtuvo el promedio:

$$D_{media}(b) = \frac{1}{Cb} * \sum_{\{c \text{ in } Cb\}} d(\text{centroide}_b, \text{equipamiento}_{\text{mas cercano}_{enc}})$$

en el que $Cb = 9$. Si en una categoría no existían registros en el entorno urbano, esa categoría no se consideró en el promedio del barrio afectado.

1.2.2. *Análisis de componentes principales (ACP)*

Se empleó ACP para sintetizar, sin pérdida sustantiva de información, un conjunto heterogéneo de indicadores urbanos, ambientales y de seguridad en tres factores latentes que capturan la estructura común de covariación. La elección metodológica se fundamenta en la capacidad del ACP para identificar ejes latentes y en su amplia adopción en estudios urbanos y de desigualdad territorial, al igual que en lineamientos para construir indicadores compuestos que recomiendan la estandarización, la reducción de la dimensionalidad y las validaciones internas previas a la consolidación de índices sintéticos (Jolliffe & Cadima, 2016; Lever *et al.*, 2017; Greco *et al.*, 2019). El análisis se aplicó a nueve indicadores con el programa SPSS (tabla 2), estandarizados como puntuaciones z y orientados de modo que valores mayores representaran un peor desempeño urbano o una mayor desventaja.

La matriz de puntuaciones factoriales resultante se utilizó posteriormente para obtener los índices compuestos definidos en este estudio.

Adicionalmente, se reportan comunalidades (h^2) como medida de representación por variable. En el ACP, la comunalidad corresponde a la proporción de la varianza de cada indicador explicada por el conjunto de componentes retenidos. Valores más altos señalan que el indicador queda mejor representado por la solución factorial, mientras que valores bajos sugieren una representación parcial y deben interpretarse con cautela (Jolliffe & Cadima, 2016).

Tabla 2. Indicadores empleados en el ACP

Variable
Índice de ruido ambiental (dB)
Índice de avalúos catastrales (valor del suelo en pesos por m ²)
Índice de densidad de vivienda (viviendas/ha)
Índice de densidad de población (habitantes/ha)
Índice de cobertura vegetal (NDVI de PlanetScope) y densidad arbórea
Índice de consumo de agua (m ³ per cápita/año)
Índice de consumo de energía (kWh per cápita/año)
Índice de homicidios (tasa por 100 000 habitantes)
Índice de hurtos a personas (tasa por cada 100 000 habitantes)

Fuente: elaboración del autor a partir de IDESC (2023) y Universidad del Valle (2022).

1.2.3. *Procesamiento de normalización*

La normalización estadística fue esencial para hacer comparables variables heterogéneas en su naturaleza y escala, provenientes de fuentes diversas. El conjunto incluyó medidas continuas, como la densidad poblacional (habitantes por hectárea), los niveles de ruido (en decibelios), el NDVI (índice adimensional), las tasas de homicidio por 100 000 habitantes y el índice de avalúos (en COP por metro cuadrado), así como variables discretas u ordinales, como el estrato socioeconómico, y una variable binaria para puntos de protesta.

Para el ICF, se seleccionaron nueve variables urbanas y ambientales representativas del bienestar urbano y de la desigualdad socioespacial (tabla 2). Todas las variables continuas se transformaron mediante escalamiento mín.-máx. a un rango común de 0 a 1. La variable binaria se mantuvo codificada como 0 y 1, y el estrato se trató como ordinal antes de la normalización. Se utilizó la fórmula:

$$Xi^* = (X - Xmin)/(Xmax - Xmin)$$

En la que:

- X = valor original del indicador.
- $Xmax - Xmin$ = valores mínimo y máximo del indicador en el conjunto de datos.
- Xi^* = valor normalizado.

En variables en las que valores altos representaban condiciones negativas (ruido, homicidios, hurtos, densidad excesiva), se aplicó una inversión de escala:

$$Xi^* = 1 - (X - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$$

De esta forma, en todos los casos, un valor cercano a 1 indicaba una mejor condición urbana y un valor cercano a 0, una más desfavorable.

1.2.4. Cálculo del índice compuesto de factores (ICF)

Desde la perspectiva metodológica, un índice compuesto es un indicador sintético que integra múltiples dimensiones mediante procedimientos de estandarización y ponderación, con el fin de resumir información compleja en un único valor interpretable (OECD *et al.*, 2008; Saisana *et al.*, 2020). En el ámbito urbano, esta herramienta permite identificar patrones espaciales, priorizar intervenciones y comparar territorios según un amplio conjunto de criterios (Sharifi, 2020).

Su construcción sigue principios aplicados por índices internacionales, como el de Prosperidad Urbana de ONU-Hábitat y el Índice de Ciudades Prósperas, adaptados al contexto local (Thabit *et al.*, 2020; Bocarejo & Oviedo, 2012). A diferencia de medidas unidimensionales centradas exclusivamente en el ingreso o la pobreza monetaria, el ICF incorpora

dimensiones estructurales de calidad urbana y vulnerabilidad social, reconociendo que la desigualdad socioespacial emerge de la interacción de múltiples factores que condicionan las oportunidades y la calidad de vida (Marmot, 2020; Thabit *et al.*, 2020).

En este estudio, los tres componentes principales se integraron en un índice compuesto final para sintetizar la densidad y la precariedad, la seguridad y el entorno, y la presión ambiental. Los pesos se fijaron en proporción a la varianza explicada por cada componente en el ACP, lo que otorga mayor influencia al factor que captura la mayor cantidad de información.

$$ICF = (ACP1 * varACP1) + (ACP2 * varACP2) + (ACP3 * varACP3)$$

En la que:

- *ACP* = valor de los componentes primero, segundo y tercero
- *varACP* = varianza explicada por cada componente
- *ICF* = índice integrado

1.2.5. Análisis espacial

El objetivo es evaluar si las variables territoriales clave del estudio presentan patrones espaciales no aleatorios y localizar clústeres de alta y baja intensidad. El análisis se ejecutó en ArcGIS 10.8 sobre polígonos de barrio (n = 342) e incluyó:

definición de relaciones espaciales, autocorrelación global mediante el I de Moran y análisis local de puntos calientes con Getis-Ord G_i^* . Se aplicó la autocorrelación espacial (I de Moran) a ICF, IAT y, finalmente, al IIDS. La estadística global se computa como:

$$I = \left(\frac{n}{S_0} \right)^* \frac{\left[\sum_{\{i\} \sum_{\{j\}} w_{ij}} * (x_i - x_{bar}) * (x_j - x_{bar}) \right]}{\sum_{\{i\}}^2 (x_i - x_{bar})^2}$$

$$con S_0 = \sum_{\{i=1\}}^{\{n\}} \sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} w_{\{ij\}}$$

en la que x_i es el valor de la variable en el barrio i , n el número de barrios y S_0 la suma de pesos. Para identificar puntos calientes y fríos, se empleó análisis de puntos calientes (Getis-Ord G_i^*). La estadística G_i^* para una unidad i se define como:

$$G_i^* = \frac{\left[\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} w_{\{ij\}} x_j - \overline{\{X\}} \sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} w_{\{ij\}} \right]}{s \sqrt{\left\{ \frac{1}{n} \sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} w_{\{ij\}}^2 - \left(\sum_{\{j=1\}}^{\{n\}} w_{\{ij\}} \right)^2 \right\} \{n - 1\}}}$$

en la cual $\overline{\{X\}}$ y s son media y desviación estándar globales. G_i^* produce un z -score y un p-valor por unidad espacial. Z -scores altos y significativos indican *hot spots* (concentración de valores altos en el vecindario de i). Z -scores muy bajos y significativos indican *cold spots*.

1.2.6. Cálculo del índice integrado de desigualdad socioespacial (IIDS)

El IIDS es un indicador compuesto que integra, en una sola métrica, tres tipos de información (Greco *et al.*, 2019; Saltelli *et al.*, 2020). Condiciones estructurales de desigualdad urbana sintetizadas en el índice compuesto de factores (ICF) a nivel de barrio y evidencia territorial de concentración espacial IAT capturada mediante estadística espacial local como Getis-Ord G_i^* (Anselin, 1995; Getis & Ord, 1992) y la ocurrencia observada de bloqueos durante el estallido social de 2021.

Se asignaron pesos con base en dos criterios: la varianza explicada y la relevancia teórica. El ICF condensa la estructura multivariada y explica la mayor proporción de la varianza en el ACP, por lo que recibe el mayor peso. G_i^* captura la dimensión espacial de la concentración, que no es simplemente redundante respecto al nivel del ICF. Los bloqueos introducen la dimensión empírica del conflicto y se ponderan al mismo nivel que G_i^* por su valor probatorio durante el período de estudio. La combinación base fue:

- $w_{\{ICF\}} = 0,40$
- $w_{\{G_i^*\}} = 0,30$
- $w_{\{Bloq\}} = 0,30$

La fórmula utilizada fue:

$$IIDS = 0,40, ICF_{\{Q_n\}} + 0,30, G_i^*_{\{n\}} + 0,30, Bloqueo_{\{bin\}}$$

en la que $ICF_{\{Q_n\}} \in [0,1]$, $Gi_{\{n\}} \in [0,1]$, $Bloqueo_{\{bin\}} \in [0,1]$. Esta formulación garantiza comparabilidad y lectura directa: valores cercanos a 1 denotan barrios con alta desigualdad estructural, ubicados en clústeres de alta intensidad y con presencia de bloqueo.

1.2.7. Correlaciones, regresión y clústeres

Las asociaciones bivariadas se estimaron mediante correlaciones de Pearson entre los índices normalizados (ICF, IAT, IIDS) y las variables de contraste, como el estrato socioeconómico y la presencia de bloqueos. Todas las variables continuas se estandarizaron a media cero y varianza unitaria. Se reportaron los coeficientes r , el valor p bilateral y el tamaño del efecto. La relación multivariada se modeló mediante regresión lineal ordinaria, con IIDS o ICF como variable dependiente y predictores seleccionados por su pertinencia teórica y baja colinealidad.

Se inspeccionaron supuestos de linealidad, normalidad y homocedasticidad de los residuos. Los coeficientes se informaron en forma no estandarizada y estandarizada, con intervalos de confianza del 95 % y la bondad de ajuste mediante el R^2 ajustado. La segmentación territorial se abordó mediante un análisis de clústeres no supervisado. Se emplearon k-medias sobre conjuntos de variables estandarizadas. Todas las estimaciones se realizaron

en SPSS v20, con soporte cartográfico y validación espacial en ArcGIS 10.8.

2. Resultados

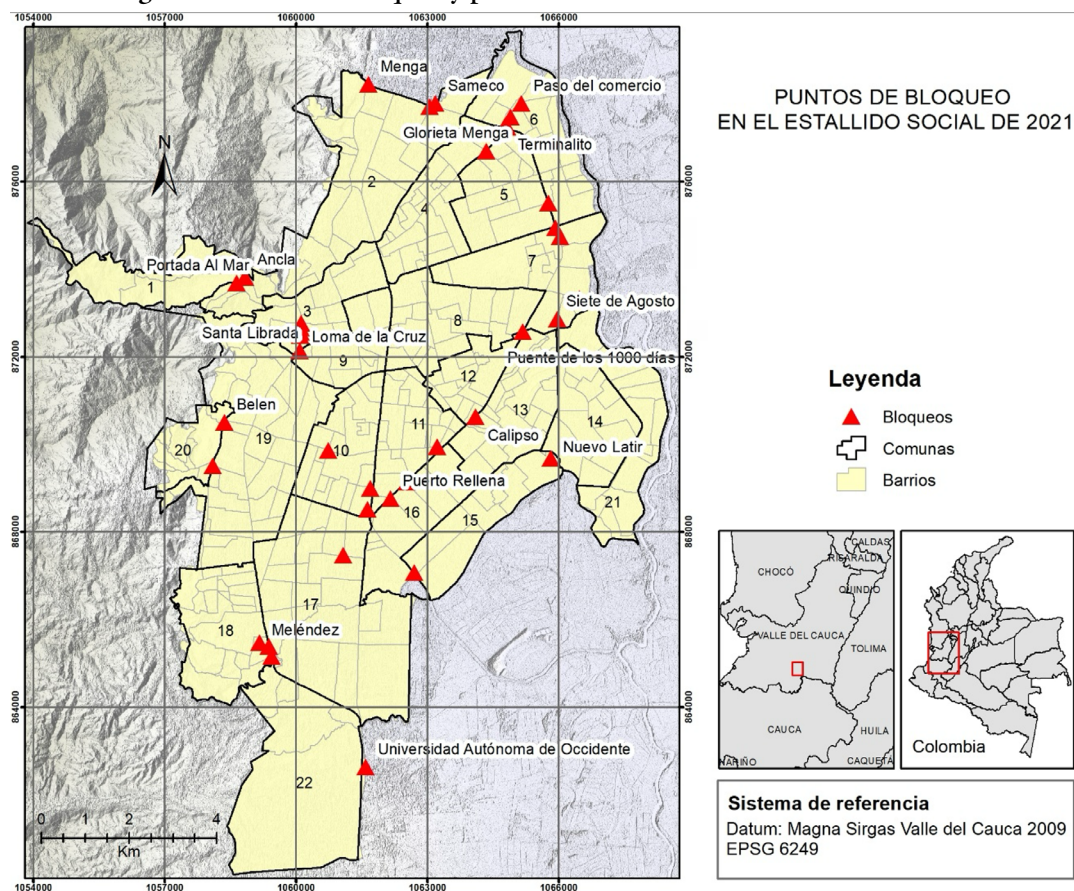
2.1. Distribución espacial de las protestas

Durante el paro nacional de abril de 2021, Cali registró al menos 17 puntos de resistencia permanentes y 21 intermitentes, ubicados principalmente en barrios periféricos de estrato bajo, con alta densidad poblacional y una infraestructura urbana precaria. Estos territorios concentraron protestas activas durante varias semanas, articuladas por redes juveniles, colectivos comunitarios y brigadas de apoyo local. Las zonas se convirtieron en epicentros sostenidos de movilización durante más de 60 días, lo que interrumpió la circulación urbana y provocó bloqueos en nodos estratégicos, como los accesos logísticos y en importantes corredores viales hacia Buenaventura (figura 2).

2.2. Acceso a servicios urbanos

La distribución normalizada del índice de acceso total (IAT) entre los barrios revela un patrón de accesibilidad desigual (figura 3). La mayoría de los barrios se ubica en niveles bajos de acceso, entre 0 y 0,28, combinando una escasa dotación interna de equipamientos con mayores

Figura 2. Puntos de bloqueo y protestas durante el estallido social de 2021



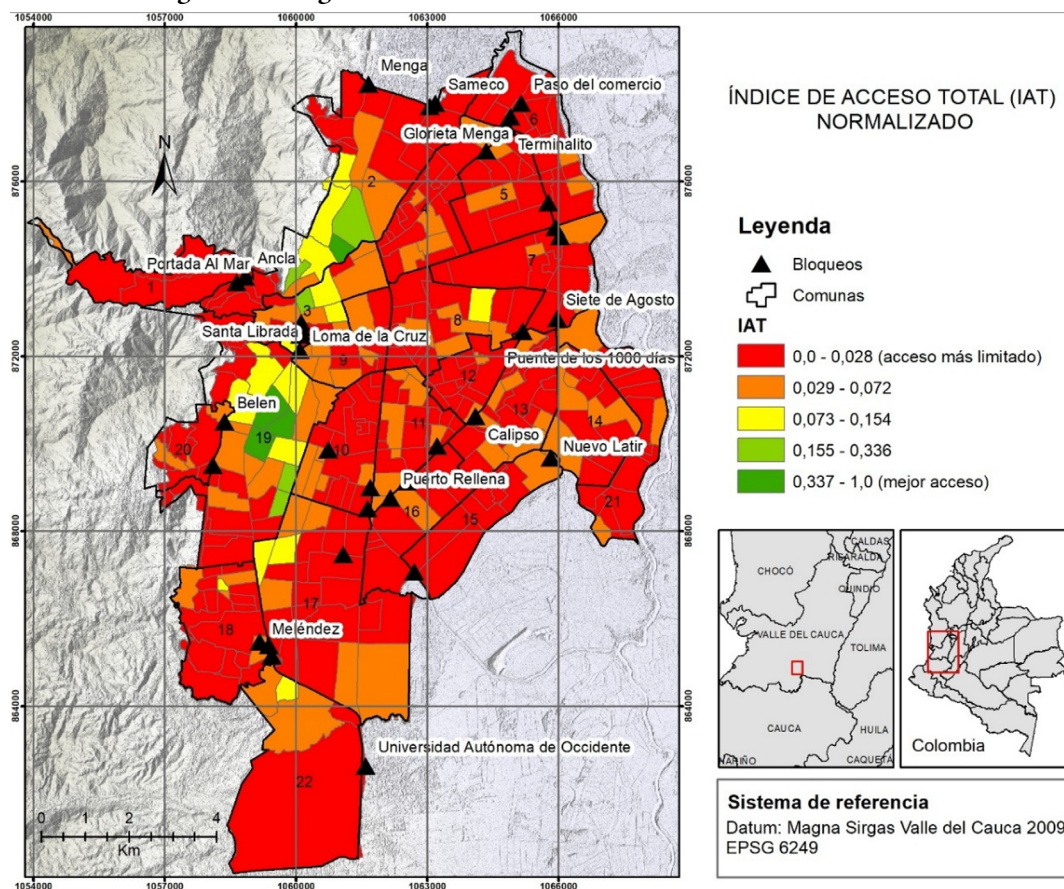
Fuente: elaboración del autor. IDESC (2023) y Universidad del Valle (2022).

distancias a servicios esenciales; este patrón se concentra con mayor frecuencia en el oriente urbano y en franjas de ladera, donde el tejido residencial es denso y la oferta de salud, educación, recreación y comercio aparece fragmentada o distante. En contraste, los valores altos del IAT, entre 0,33 y 1, se localizan en corredores consolidados del norte y del sur, próximos

a centralidades comerciales, campus educativos y nodos de salud.

En términos socioespaciales, los quintiles superiores del IAT se superponen a áreas de estrato medio y alto, con tramas viales más conectadas, mientras que los quintiles inferiores corresponden a periferias con urbanización dispersa o a áreas afectadas por barreras topográficas que

Figura 3. Desigualdad territorial en el acceso a los servicios urbanos



Fuente: elaboración del autor. IDESC (2023) y Universidad del Valle (2022).

encarecen el acceso cotidiano. Se registró un promedio de 57 equipamientos por barrio y una dispersión extrema, con casos que alcanzan 1710 equipamientos y otros sin ninguno, lo que sugiere centralización y segregación funcional. Se confirma una relación inversa entre el número de equipamientos y la distancia media a los servicios. La distancia promedio a los

equipamientos es de 595 m, con desviación estándar de 279,34 m y máximos próximos a 1,5 km, evidenciando inequidad territorial en el acceso.

2.3. Desigualdad socioespacial

El análisis de componentes principales (ACP) aplicado a nueve variables

territorios SS

estructurales urbanas identificó tres componentes con valores superiores a 1 y una varianza explicada acumulada del 59,78 %. El componente 1 presentó cargas altas y concordantes en densidad poblacional y densidad de vivienda, y un signo opuesto en la cobertura vegetal, lo que describe un gradiente de compactación residencial y de déficit ambiental. El componente 2 agrupó la criminalidad de alto impacto y constituyó un eje de seguridad urbana. El componente 3 integró consumos de servicios domiciliarios y niveles de ruido, lo que reflejaba la intensidad de uso y la presión antrópica (tabla 3).

Tabla 3. Resumen de la varianza explicada en el ACP

Componente	Varianza explicada (%)	Peso para el índice
Componente 1	27,66 %	0,4628
Componente 2	19,33 %	0,3237
Componente 3	12,79 %	0,2135
Total	59,78 %	1,0000

Fuente: elaboración del autor a partir de datos de SPSS.

Las comunales fueron, en general, adecuadas, con extracciones superiores a 0,58 para la cobertura vegetal y a 0,73 para los homicidios, mientras que los avalúos y la energía mostraron comunales menores, aunque informativas (tabla 4).

Tabla 4. Comunalidad e indicadores empleados en el ACP

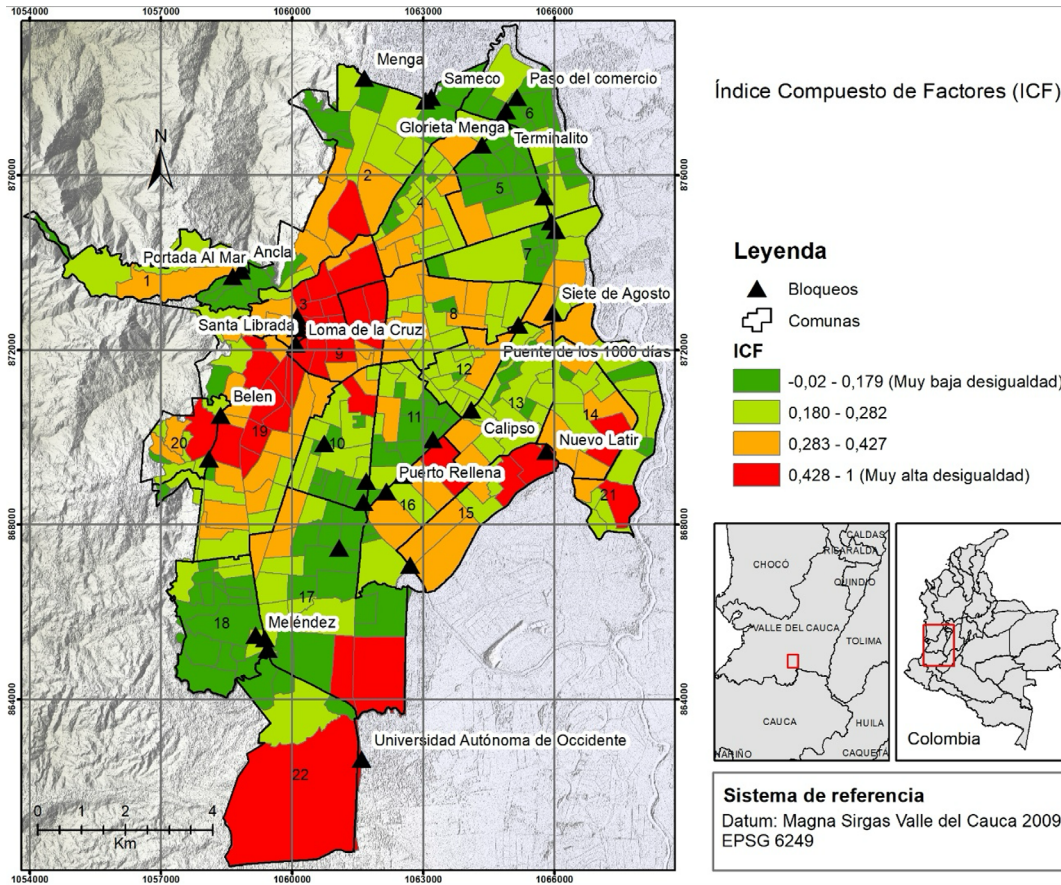
Variable	Comunalidad
Índice población	0,836
Índice vivienda	0,800
Avalúo	0,376
Cobertura vegetal	0,587
Ruido	0,439
Consumo de agua	0,592
Consumo de energía	0,332
Homicidios	0,734
Hurtos	0,685

Fuente: elaboración del autor a partir de datos de SPSS.

El ICF, derivado de las tres dimensiones del ACP, resume la condición estructural de los barrios y confirma la presencia de un marcado gradiente espacial (figura 4). Los valores, que indican alta y muy alta desigualdad, se concentran en el oriente, en partes del sur y en sectores de ladera, con núcleos próximos a las pendientes orientales. En estos ámbitos confluyen la compactación residencial y el déficit de cobertura vegetal del componente 1; las mayores tensiones de seguridad del componente 2; y una metabolización urbana intensa del componente 3, reflejada en el consumo de servicios y en el ruido.

Los valores bajos y muy bajos se concentran en corredores consolidados del norte y del suroccidente, cercanos a centralidades, con mayor cobertura verde y

Figura 4. Índice compuesto de factores (ICF)



Fuente: elaboración del autor. IDESC (2023) y Universidad del Valle (2022).

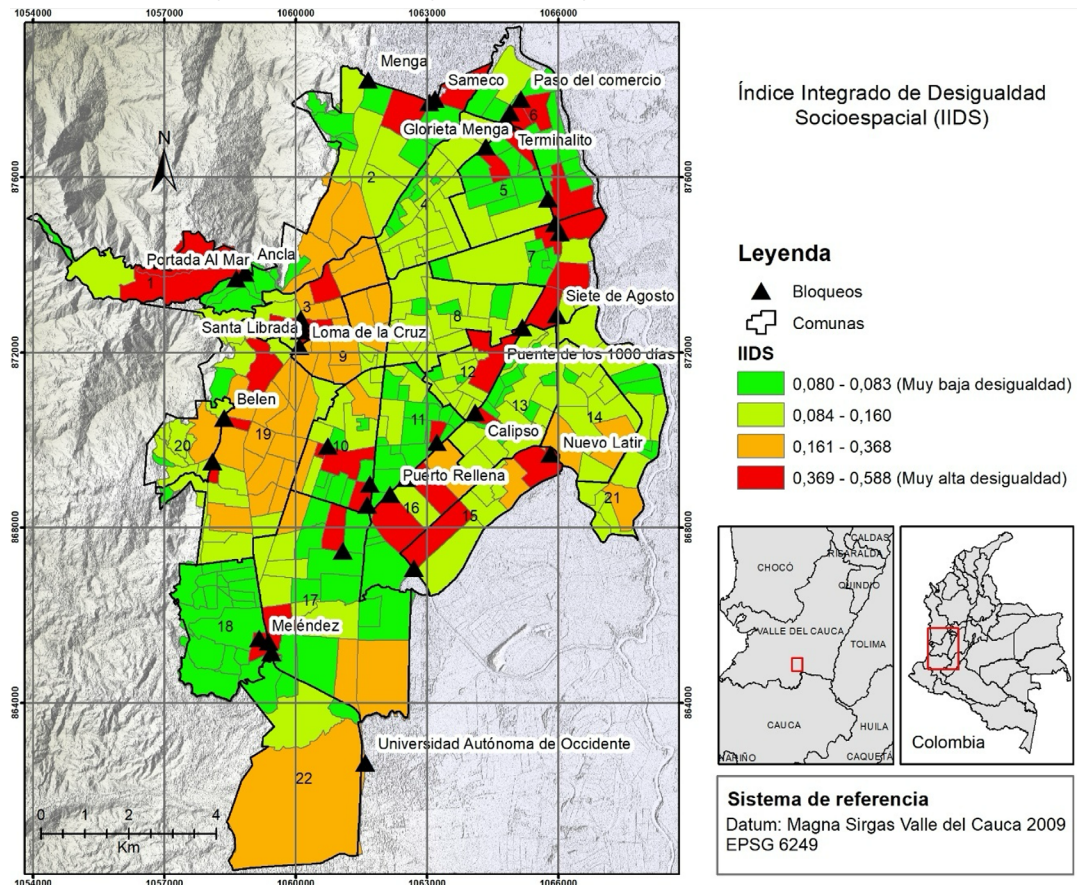
equipamientos estructurantes, donde la presión antrópica es menor. Entre ambos extremos se observan cinturones de transición en comunas centrales, con heterogeneidad, lo que revela microcontextos de vulnerabilidad insertos en tramas urbanas relativamente favorecidas y con rezago funcional.

2.4. Desigualdad socioespacial integrada

El IIDS integra la condición estructural sintetizada por el ICF, la concentración espacial de la accesibilidad estimada mediante Getis-Ord Gi* sobre IAT y la localización de los bloqueos de 2021 como

territorios SS

Figura 5. Índice integrado de desigualdad socioespacial (IIDS)



Fuente: elaboración del autor. IDESC (2023) y Universidad del Valle (2022).

manifestación empírica de conflicto. El mapa resultante evidencia un patrón nítido: los valores altos y muy altos del índice, entre 0,369 y 0,588, se concentran donde coinciden la compactación residencial, la menor cobertura vegetal, las mayores tensiones de seguridad y la accesibilidad limitada a los equipamientos (figura 5).

En estos mismos ámbitos se observan clústeres locales de alta intensidad de desventajas y numerosos puntos de protesta, lo que sugiere que la movilización se territorializó en áreas donde los déficits se acumulan y se refuerzan. Los valores bajos y muy bajos del IIDS, entre 0,080 y 0,160, se ubican en sectores con mejor

dotación y conectividad, mayor presencia de cobertura vegetal y menor conflictividad relativa.

Se identifican, no obstante, situaciones intermedias (0,161 a 0,368) asociadas a nodos viales y articulaciones metropolitanas en las que, pese a niveles medios del índice, se registraron bloqueos debido a su posición estratégica en la red urbana. Aunque el patrón dominante muestra superposición entre desventajas acumuladas y bloqueos, los casos asociados a nodos viales sugieren que, además de la acumulación de déficits, operan factores posicionales y de oportunidad en la red urbana (por ejemplo, accesos logísticos, conectores de alta visibilidad o interfaces de flujo).

En futuras investigaciones, esta heterogeneidad podría explorarse mediante la incorporación de métricas de centralidad y conectividad, al igual que de variables organizativas y de repertorios locales (Moreno, 2024; Duque *et al.*, 2023). En conjunto, el IIDS ofrece una lectura sintética y robusta de la desigualdad territorial, al distinguir áreas críticas donde confluyen vulnerabilidades estructurales, baja accesibilidad y episodios de conflicto, y al delimitar ámbitos de transición que requieren intervenciones diferenciadas.

2.5. Autocorrelación y estadística espacial

Los resultados globales muestran que la desigualdad integrada no es aleatoria.

El I de Moran sobre el IIDS revela una autocorrelación espacial positiva estadísticamente significativa, lo que indica que los barrios con valores similares tienden a agruparse en el espacio. El índice refleja patrones territoriales de desigualdad estructurados (tabla 5). Esta agregación se expresa con claridad en el análisis local. El Getis-Ord Gi* sobre el IIDS identifica clústeres calientes con un 99 % de confianza que se concentran en estratos 1 y 2 en el noroccidente y centro-occidente de Santiago de Cali, y clústeres fríos en áreas del sur y del norte con accesibilidad y dotación superiores (figura 6).

Tabla 5. Autocorrelación espacial del IIDS

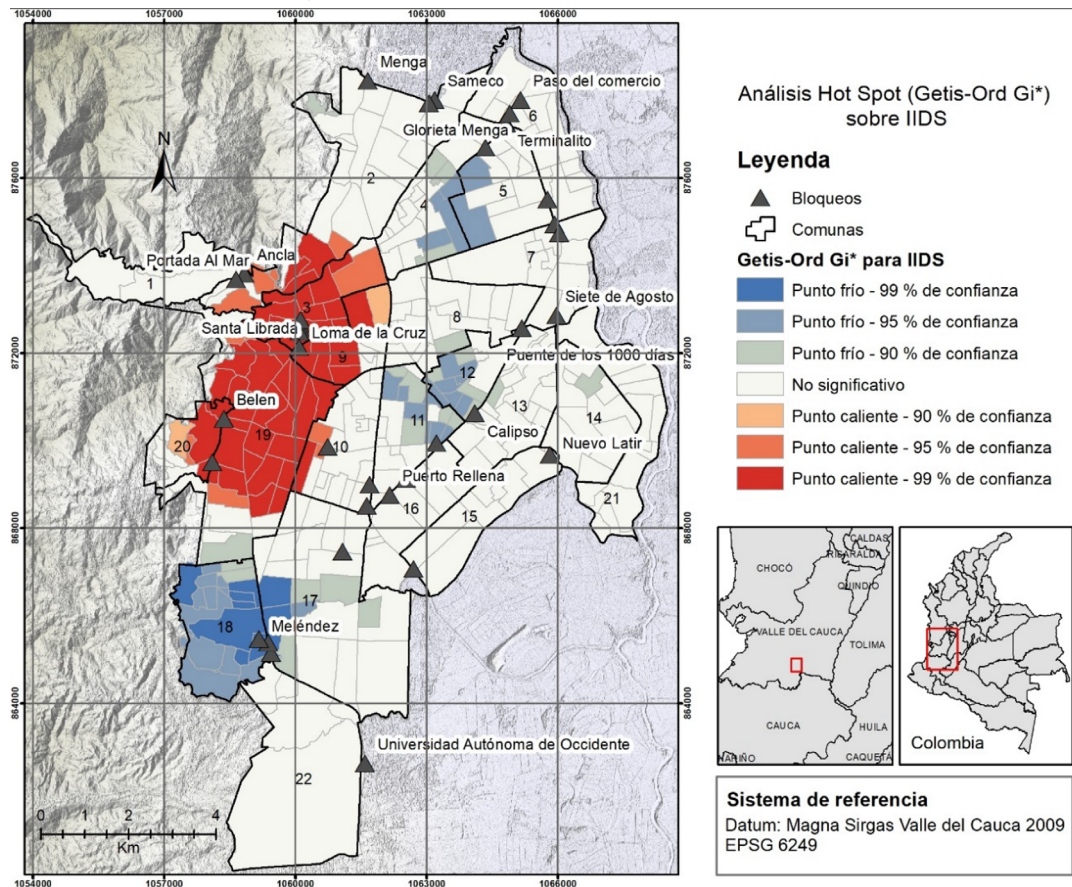
Indicador	Valor
Índice de Moran	0,1844
Índice esperado	-0,002933
Z-score	5,83
p-value	0,000

Fuente: elaboración del autor a partir de datos ArcGis.

2.6. Estadísticos del IIDS

El índice integrado de desigualdad socioespacial (IIDS) reportó, en los 342 barrios, una media de 0,17 y una desviación típica de 0,112, con un mínimo de 0,00 y un máximo de 1,00. La distribución es asimétrica hacia la derecha, lo que indica que la mayoría de los barrios se ubica en niveles bajos-medios de desigualdad integrada, mientras que un subconjunto

Figura 6. Análisis de puntos calientes del IIDS



Fuente: elaboración del autor. IDESC (2023) y Universidad del Valle (2022).

reducido concentra valores altos del índice. En términos espaciales, los valores superiores se presentan de forma contigua en franjas del oriente y en laderas, mientras que los valores bajos predominan en sectores con mayor dotación y conectividad urbana.

Las asociaciones lineales de Pearson son coherentes con la hipótesis de

territorialización de la desigualdad. Estas correlaciones confirman que el IIDS sintetiza información relevante del contexto urbano (ICF), de su concentración espacial (Gi*) y de la manifestación empírica del conflicto (bloqueos), manteniendo, a la vez, una independencia relativa respecto a la estratificación oficial (tabla 6).

Tabla 6. Correlaciones bivariadas

Variable vs. IIDS	Correlación de Pearson	Significancia	Interpretación
ICF	0,573	0,000	Fuerte correlación: a mayor desigualdad estructural, mayor IIDS.
Bloqueos	0,749	0,000	Muy fuerte correlación: los barrios con bloqueos tienden a presentar una mayor desigualdad integrada.
Gi*	0,409	0,000	Correlación moderada: los barrios ubicados en zonas de baja accesibilidad (<i>cold spots</i>) tienden a presentar un IIDS más alto.
Estrato	0,131	0,015	Correlación débil pero significativa: estratos bajos están asociados a mayor IIDS.

Fuente: elaboración del autor a partir de datos de SPSS.

La regresión lineal múltiple (OLS) con el IIDS como variable dependiente mostró un ajuste sobresaliente: $R^2 = 0,962$, R^2 ajustado = 0,9610, error estándar de la estimación = 0,022 y significancia global $p < 0,001$. En conjunto, el modelo explica el 96,2 % de la variabilidad del IIDS, lo cual es extraordinariamente alto. El modelo es altamente significativo, lo que indica que las variables independientes explican de manera consistente el índice (tabla 7).

Tabla 7. Coeficientes significativos regresión lineal múltiple

Variable	B	t	p-valor
ICF	0,436	8,08	0,000
Gi*	0,045	23,01	0,000
Bloqueos	0,298	59,10	0,000

Fuentes: elaboración del autor a partir de datos de SPSS.

La regresión demuestra una relación positiva entre la desigualdad estructural y el IIDS: a mayor desigualdad estructural, mayor IIDS. Los barrios con peor accesibilidad (*cold spots*) elevan el IIDS. Es la variable más fuerte: los bloqueos están estrechamente ligados al IIDS. En conjunto, los resultados confirman la coherencia interna del IIDS y su utilidad para ordenar los barrios según las desventajas acumuladas. En el análisis de clústeres no supervisados se aplicó k-medias en dos ejercicios: primero con IIDS y Gi*; y luego con IIDS e IAT. En términos de desigualdad, el clúster de IIDS alto, especialmente cuando coincide con Gi* en niveles de confianza del 95-99 % y con IAT bajo, define territorios de intervención prioritaria.

3. Discusión

Los resultados confirman que la desigualdad urbana en Santiago de Cali presenta una configuración espacial definida y persistente, y que esta estructura ayuda a comprender la localización del estallido social de 2021. La lectura integrada del IAT, del ICF, del IIDS y de los datos espaciales sustenta tres ideas centrales. En primer lugar, la accesibilidad y la provisión de bienes urbanos se presentan como fundamentos territoriales de la desigualdad. El IAT mostró una concentración de barrios con bajo acceso en el oriente y en laderas, donde se combinan la escasa dotación interna y mayores distancias efectivas a los servicios esenciales.

Este patrón es consistente con la evidencia que vincula las centralidades funcionales concentradas con brechas en el acceso y en los resultados sociales (OCDE, 2022; Thabit *et al.*, 2020). La convergencia del IAT con el ICF, que sintetiza la compacidad residencial, la menor cobertura vegetal y las mayores tensiones de seguridad y de ruido, delimita un círculo de desventaja territorial. Esto sugiere que ampliar el equipamiento sin reducir las fricciones de acceso produce beneficios limitados, mientras que las intervenciones coordinadas en la oferta y la accesibilidad resultan más efectivas para cerrar brechas (Crush *et al.*, 2020; Kang, 2019).

En segundo lugar, la estratificación socioeconómica explica solo una fracción de los patrones observados. La correlación

del IIDS con el estrato promedio fue débil, aunque significativa, lo que significa que el rótulo estratificado captura gradientes distributivos, pero no agota las dimensiones críticas del entorno urbano. Este hallazgo coincide con trabajos que cuestionan la capacidad del estrato socioeconómico para reflejar desigualdades multidimensionales y procesos de segregación funcional (DANE, 2015; OCDE, 2022; Gilbert, 2019).

El ACP y los índices sintéticos evidencian capas que no se reflejan en la estratificación, en particular la interacción entre la aglutinación residencial, el ambiente urbano y la seguridad. En consecuencia, el estrato debe emplearse como señal parcial y complementarse con métricas de accesibilidad y de entorno para la focalización de la inversión pública y la priorización del ordenamiento territorial.

En tercer lugar, la geografía del estallido social de 2021 no fue casualidad. El I de Moran global positivo y significativo para el IIDS, junto con los clústeres de puntos calientes identificados por Getis-Ord G_i^* , sugiere una agregación espacial de desventajas que se superpone a varios puntos de bloqueo. La fuerte asociación bivariada entre IIDS y bloqueos es coherente con estudios que relacionan la precariedad estructural, la ubicación en la red urbana y la acción colectiva (Grajales-Marín *et al.*, 2025; Arango-Londoño *et al.*, 2023).

El diseño observacional impide inferir causalidad estrictamente. Factores

organizativos y de oportunidad, como los nodos viales y las interfaces logísticas, también inciden en la localización de la protesta (Moreno, 2024; Duque *et al.*, 2023). Aun así, la estabilidad de los clústeres bajo distintas matrices de vecindad y la convergencia con estratos de baja densidad refuerzan la lectura de corredores de desventaja en los que la movilización encontró anclaje territorial.

Metodológicamente, la combinación de ACP, IAT y análisis espacial local ofrece un marco replicable para contextos urbanos latinoamericanos con información administrativa y geoespacial disponible (Anselin, 1995; Jolliffe & Cadima, 2016; Getis & Ord, 1992). El IIDS integra la condición estructural, la concentración local y la evidencia empírica de conflicto, y proporciona una métrica operativa para la priorización.

En síntesis, la desigualdad socioespacial en Cali se organiza en patrones coherentes, en los que la accesibilidad, el ambiente y la seguridad son piezas centrales. La geografía del estallido social se entiende mejor a la luz de esta estructura. La movilización se territorializó en áreas con desventajas persistentes y ventajas posicionales, a fin de interrumpir los flujos.

Conclusiones

El estudio demuestra que la desigualdad urbana en Santiago de Cali presenta una estructura espacial coherente que ayuda a explicar la localización del estallido

social de 2021. La integración del índice de acceso total, el índice compuesto de factores y el índice integrado de desigualdad socioespacial, junto con la evidencia de autocorrelación global y de clústeres locales, confirma que las desigualdades no se distribuyen al azar.

Por el contrario, se concentran en corredores del oriente y de ladera, donde confluyen baja accesibilidad a equipamientos, tensiones ambientales y de seguridad, y posiciones estratégicas en la red urbana. Este patrón respalda la lectura de la protesta como manifestación territorializada de exclusiones acumuladas y no como un fenómeno aislado o episódico.

A partir de estos hallazgos se derivan cuatro implicaciones centrales. Primero, la planificación urbana de Santiago de Cali debe pasar de una focalización basada principalmente en los estratos socioeconómicos a una priorización multivariable que incorpore la accesibilidad efectiva y la estructura espacial de las desventajas. El estrato aporta información útil para la política social, pero solo capta una fracción de la desigualdad urbana; conviene complementarlo con métricas integradas y con estadísticos espaciales que identifiquen patrones de concentración y de vecindad.

Segundo, la intervención en corredores de alta desigualdad requiere articular, de manera simultánea, la ampliación y jerarquización de equipamientos, la movilidad de proximidad que reduzca los tiempos de acceso, la seguridad urbana

con enfoque territorial y la recuperación ambiental del espacio público. La evidencia sugiere que actuar sobre un solo componente produce retornos limitados, mientras que las acciones combinadas generan efectos acumulativos y más estables a lo largo del tiempo.

Tercero, los lugares identificados por el análisis, tanto los clústeres como los casos atípicos, ofrecen oportunidades de intervención. En los clústeres de alta intensidad, el enfoque integral es prioritario; en enclaves críticos inmersos en entornos relativamente favorables, mejoras puntuales en la conexión, el espacio público y los servicios pueden producir cambios positivos; en barrios con desempeño comparativamente mejor dentro de contextos adversos, conviene documentar y escalar los factores que sustentan esa resiliencia.

Cuarto, la lectura de los eventos de 2021, como respuesta anclada en territorios con desventajas persistentes, orienta el diseño de políticas de reconocimiento y justicia espacial centradas en barrios y comunas con rezagos históricos. El objetivo no es sustituir instrumentos oficiales, sino complementarlos con métricas que capturan mejor la experiencia territorial de la desigualdad y apoyan decisiones de inversión más precisas y evaluables.

Metodológicamente, la combinación de análisis multivariado y estadística espacial ofrece un marco replicable para priorizar, monitorear y comparar intervenciones. Aunque el diseño observacional

y la sensibilidad a supuestos espaciales imponen cautelas, la evidencia respalda una estrategia que combine accesibilidad, ambiente y seguridad para reducir de manera sostenida las brechas socioespaciales que subyacen a la conflictividad urbana.

Contribución de los autores

José Eduardo Fuentes Delgado: conceptualización, metodología, *software*, validación, análisis formal, investigación, recursos, curación de datos, visualización, redacción del borrador original, revisión y edición del manuscrito, administración del proyecto.

Financiación: esta investigación no recibió financiación específica de entidades públicas, comerciales ni del sector sin ánimo de lucro.

Consideraciones éticas: el estudio se desarrolló mediante el análisis de información estadística, cartográfica y geoespacial agregada. El artículo no incluye datos personales identificables ni presenta información que permita identificar individualmente a los participantes de las movilizaciones sociales. No existen consideraciones éticas adicionales que declarar.

Conflicto de intereses: el autor declara que no existe ningún conflicto de intereses de carácter financiero, institucional, académico o personal que haya podido influir en el desarrollo o en los resultados de esta investigación.

Disponibilidad de datos: los datos administrativos, estadísticos y cartográficos utilizados se describen en la sección metodológica y provienen de las instituciones allí indicadas. Los datos georreferenciados de los puntos de movilización y algunos productos derivados están sujetos a restricciones de acceso y a acuerdos de uso, por lo que no están disponibles en un repositorio público. Los insumos agregados y los procedimientos empleados para reproducir los análisis podrán facilitarse previa solicitud razonable al autor, de acuerdo con las condiciones de uso de las fuentes originales.

Uso de IA: durante la elaboración y revisión del manuscrito se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa como apoyo para la corrección de estilo y la traducción al inglés. Estas herramientas no se emplearon para obtener, generar o modificar datos; realizar análisis estadísticos o espaciales; interpretar de forma autónoma los resultados; ni formular conclusiones científicas. El autor revisó, verificó y asume la responsabilidad integral por el contenido final del artículo.

Referencias

Álvarez-Rodríguez, A. A. (2022). El paro nacional del 2021 en Colombia: estallido social entre dinámicas estructurales y de coyuntura. La relevancia de la acción política y del diálogo en su desarrollo

y transformación. *Prospectiva, revista de trabajo social e intervención social*, (33). <https://doi.org/10.25100/prts.v0i33.11864>

Alzate, M. C. (2006). *La estratificación*. Cepal.

Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association (LISA). *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>

Arango-Londoño, D., Ortega-Lenis, D., Moraga, P., Torres, M., & Rodríguez-Cortés, F. J. (2023). Spatial modeling and socioeconomic inequities of Covid-19 in the urban area of the city of Cali, Colombia. *Spat Spatiotemporal Epidemiol*, 44, 100561. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2022.100561>

Barbosa, V., Suárez, M., Cerda, J., & Thoene, U. (2024). Urban structure to determine equitable city growth for spatial justice: a case study of Chía-Bogotá, Colombia. *Journal of Urban Mobility*, 5, 100080. <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2024.100080>

Basset, Y. (2023). Votos y estratos: la creciente estratificación social del sistema partidario colombiano en el siglo XXI. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 68(249). <https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2023.249.76079>

Benjumea Zapata, F. J. (2004). *Estratificación socioeconómica y Sisbén en Colombia: la focalización de la focalización del gasto social*. Universidad de los Andes.

- Birchenall-Jiménez, C., Jiménez-Barbosa, W. G., Riascos-Ochoa, J., & Cosenz, F. (2025). Exploring spatial inequalities in Covid-19 mortality and their association with multidimensional poverty in Colombia: a spatial analysis study. *International Journal of Public Health*, 69. <https://doi.org/10.3389/ijph.2024.1607820>
- Bocarejo S, J. P., & Oviedo H, D. R. (2012). Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*, 24, 142-154. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.004>
- Bonilla, J., López, D., & Sepúlveda, C. (2014). *Estratificación socioeconómica y la información catastral: introducción al problema y perspectivas a futuro*. Universidad del Rosario.
- Burger, M., Hendriks, M., & Ianchovichina, E. (2022). Happy but unequal: differences in subjective well-being across individuals and space in Colombia. *Applied Research in Quality of Life*, 17(3), 1343-1387. <https://doi.org/10.1007/s11482-021-09954-2>
- Cerón, W. L., & Escobar, Y. (2014). Índice de segregación espacial y socioeconómico (ISES) en las comunas de Santiago de Cali. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 7. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.CVU7-13.ises>
- Céspedes Mendoza, J. S., & Acevedo Jaramillo, A. M. (2021). *Sobre los repertorios de acción colectiva en el marco del paro nacional del 28 de abril del 2021 en Santiago de Cali* [informe]. Indepaz. <https://indepaz.org.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe-Indepaz-correcci%C3%B3n-final.pdf>
- Chica-Olmo, J., Sánchez, A., & Sepúlveda-Murillo, F. H. (2020). Assessing Colombia's policy of socio-economic stratification: an intra-city study of self-reported quality of life. *Cities*, 97, 102560. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102560>
- Crush, J., Frayne, B., & Haysom, G. (2020). *Handbook on urban food security in the global South*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781786431516>
- Delmelle, E. C. (2016). Mapping the DNA of urban neighborhoods: clustering longitudinal sequences of neighborhood socioeconomic change. *Annals of the American Association of Geographers*, 106(1), 36-56. <https://doi.org/10.1080/00045608.2015.1096188>
- Departamento Administrativo de Planeación Municipal (DAPM). (2018). *Plan Integral de Movilidad Urbana de Santiago de Cali, visión 2030*. Alcaldía de Cali.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2015). *Estratificación socioeconómica para servicios públicos domiciliarios*. DANE.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2021). *Pobreza monetaria en Colombia: resultados 2020*. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/>

pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-monetaria/pobreza-monetaria-2020

- Duque, J. C., García, G. A., Lozano-García, N., Quiñones, M., & Montoya, K. Y. (2023). Inequality and space in a highly unequal country: what does the literature tell us in the context of Colombia? *Regional Science Policy & Practice*, 15(9), 2065-2087. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12681>
- Escorcía Hernández, J. R., Torabi Moghadam, S., & Lombardi, P. (2023). Sustainability assessment in social housing environments: an inclusive indicators selection in Colombian post-pandemic cities. *Sustainability*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/su15032830>
- Gallego Acevedo, J. M., Gutiérrez Ramírez, L. H., López, D., & Sepúlveda Rico, C. E. (2014). *Subsidios cruzados en servicios públicos domiciliarios basados en el avalúo catastral*. Universidad del Rosario, Facultad de Economía.
- Garavito-González, L., & Cortés-Millán, G. A. (2023). Acción colectiva, movilización social y defensa territorial en Colombia: análisis de la producción académica en las primeras dos décadas del siglo XXI. *Investigación y Desarrollo*, 31(1), 14-54. <https://doi.org/10.14482/indes.31.01.002.831>
- García Pinzón, V., & Jenss, A. (2025). Shaping the peaceful city: (post)colonial and transnational entanglements of security governance and spatial economic restructuring in urban Colombia. *Critical Studies on Security*, 13(2), 189-211. <https://doi.org/10.1080/21624887.2024.2434766>
- García-Sánchez, E., Willis, G. B., Rodríguez-Bailón, R., García-Castro, J. D., Palacio-Sañudo, J., Polo, J., & Rentería-Pérez, E. (2018). Perceptions of economic inequality in Colombian daily life: more than unequal distribution of economic resources. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01660>
- Getis, A., & Ord, J. K. (1992). The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis*, 24(3), 189-206. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x>
- Gilbert, N. (2019). *Agent-based models*. Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781506355580>
- Grajales-Marín, A. F., Sepúlveda-Murillo, F. H., Tapia, A., & Tabares, A. (2025). Spatial analysis of socioeconomic data and its relationship with illicit crops in Nariño-Colombia. *PLOS ONE*, 20(1), e0316709. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316709>
- Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., & Torrisi, G. (2019). On the methodological framework of composite indices: a review of the issues of weighting, aggregation, and robustness. *Social Indicators Research*, 141(1), 61-94. <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9>
- Hernández, I. (2016). *La estratificación en Bogotá: impacto social y alternativas para*

- asignar subsidios. Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá.
- Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali (IDESC). (2023). *Geovisor IDESC*. Alcaldía de Santiago de Cali. <https://idesc.cali.gov.co/geovisor.php>
- Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065), 20150202. <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
- Kang, C.-D. (2019). Effect of neighborhood income and consumption on retail viability: evidence from Seoul, Korea. *Habitat International*, 94, 102060. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.102060>
- Lever, J., Krzywinski, M., & Altman, N. (2017). Points of significance: principal component analysis. *Nature gMethods*, 14, 641. <https://doi.org/10.1038/nmeth.4346>
- Marín Gutiérrez, L. (2021). Pistas metodológicas para sistematizar las acciones colectivas en el marco del paro nacional en abril-junio de 2021 en Cali, Colombia. *Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación*, 1(148), 209-230. <https://doi.org/10.16921/chasqui.v1i148.4589>
- Marmot, M. (2020). Health equity in England: the Marmot review 10 years on. *BMJ*, 368, m693. <https://doi.org/10.1136/bmj.m693>
- Melo, M. E. I., Quevedo, C. H. O., Quilez, P. Q., & Gutiérrez, A. V. (2021). *Pen-sar la resistencia: mayo del 2021. Cali y Colombia*. Universidad del Valle.
- Montoya Cardona, J. D. (2022). La vigencia de la paz en el contexto del paro nacional. *Opinión Pública*, (17), 34-44. <https://doi.org/10.52143/2711-0281.786>
- Moreno Socha, J. (2024). El estallido social del 28A del 2021 en la ciudad de Cali, Colombia: experiencia de la Unión de Resistencia Cali como apuesta embrionaria de organización social. *Revista Controversia*, (222), 277-304. <https://doi.org/10.54118/controver.vi222.1321>
- Nicoletti, L., Sirenko, M., & Verma, T. (2023). Disadvantaged communities have lower access to urban infrastructure. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 50(3), 831-849. <https://doi.org/10.1177/23998083221131044>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2022). *Estudios económicos de la OCDE: Colombia 2022*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD), European Union (EU), European Commission (EC), & Joint Research Centre (JRC). (2008). *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. OECD Publishing.
- Quílez, P. Q., & Urrea, G., F. (2001). *Segregación urbana y violencia en Cali: los*

- jóvenes del distrito de Aguablanca*. Paper presented at the “La société prise en otage. Stratégies individuelles et collectives face à la violence. Réflexions autour du cas colombien”, 23-25 novembre 2000, Marseille, France.
- Restrepo-Sanín, J. (2022). Colombia 2021: entre la crisis y la esperanza. *Revista de Ciencia Política (Santiago)*, 42(2), 255-280. <https://doi.org/10.4067/S0718-090X2022005000118>
- Saisana, M., & Saltelli, A. (2011). Rankings and ratings: instructions for use. *Hague Journal on the Rule of Law*, 3(2), 247-268. <https://doi.org/10.1017/S1876404511200058>
- Saisana, M., Montalto, V., Dominguez-Torreiro, M., Damioli, G., Caperna, G., & Moura, C. J. T. (2020). *JRC statistical audit of the 2020 global attractiveness index*. Publications Office of the European Union (Luxemburgo).
- Salazar Tamayo, M. M., & Julio Estrada, J. D. (2022). Planning gaps: unexpected urban expansion in five Colombian metropolitan areas. *Buildings and Cities*, 3(1), 725-744. <https://doi.org/10.5334/bc.240>
- Saltelli, A., Bammer, G., Bruno, I., Charters, E., Di Fiore, M., Didier, E., ..., & Mayo, D. J. (2020). Five ways to ensure that models serve society: a manifesto. *Nature*, 582(7813), 482-484. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01812-9>
- Sepúlveda Rico, C. E., López Camacho, D., & Gallego Acevedo, J. M. (2014). *Los límites de la estratificación: en busca de alternativas*. Universidad del Rosario. <https://doi.org/10.7476/9789587385373>
- Sharifi, A. (2020). Urban resilience assessment: mapping knowledge structure and trends. *Sustainability*, 12(15). <https://doi.org/10.3390/su12155918>
- Tabarquino Muñoz, R. A., & Caicedo Álvarez, J. F. (2023). Represión institucional contra la protesta y movilización social: ¿asistencia militar y paramilitar contra el paro nacional en Cali 2021? *Justicia*, 28(43), 99-112. <https://doi.org/10.17081/just.28.43.5634>
- Talen, E. (2020). Big yellow taxi. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 47(7), 1140-1142. <https://doi.org/10.1177/2399808320950042>
- Thabit, S., Aguinaga, G., Maroso, R., Mohn, C., Edilbi, B., Donnelly, L., ..., & Suqi, F. (2020). United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). Universidad del Valle, Departamento de Geografía. (2022). *Base de datos georreferenciada de puntos de movilización y bloqueos en Santiago de Cali durante el estallido social de 2021* [conjunto de datos no publicado].
- Velásquez, D. S. O., Gómez, G. T., Poveda, J. I., Fuentes, L. V. R., Liscano, S. A., & Sánchez, F. R. A. J. (2023). *Estallido social y criminalización de la protesta: caso de la ciudad de Cali durante el Paro Nacional 2021 en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.