

Bienestar recreativo y desigualdad territorial: un análisis espacial del valor económico de los ecosistemas urbanos en Bogotá, Colombia

William Gilberto Delgado Munévar,* Rafael Aldana**

How to cite: Delgado Munévar, W. G., & Aldana, R. (2026). Bienestar recreativo y desigualdad territorial: un análisis espacial del valor económico de los ecosistemas urbanos en Bogotá, Colombia. *Revista Finanzas y Política Económica*, 18, 1-26. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.v18.2026.9>

Received: October 17, 2024
Evaluated: September 25, 2025
Approved: December 4, 2025

Research article

Resumen

Los servicios ecosistémicos urbanos proporcionan beneficios recreativos cuyo acceso está condicionado por factores territoriales y económicos. Esta investigación calcula el valor económico del sendero Quebrada La Vieja (Bogotá) y analiza la autocorrelación espacial en la distribución del bienestar recreativo. La metodología se basa en el método de costo de viaje (MCV), modelos de conteo (binomial negativo y Poisson) y econometría espacial. Se aplicó una encuesta a 381 visitantes, seleccionados mediante muestreo estratificado de 47.816 usuarios. La dependencia espacial se midió con LISA y el índice de Moran. Los resultados muestran una correlación negativa significativa entre el costo de viaje y la frecuencia de visitas; asimismo, el uso del automóvil y el ingreso incrementan la demanda. El modelo binomial negativo mostró el mejor ajuste, estimando un excedente del consumidor de USD 6 por visitante y un beneficio anual de USD 240.000. Se hallaron agrupaciones alto-alto en Usaquén, Teusaquillo y Chapinero, y bajo-bajo en zonas periféricas. El análisis espacial reveló una autocorrelación moderada (Moran's I = 0,231; $p < 0,01$).

* Doctor en economía, Docente Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá (Colombia). Correo electrónico: wgdeldgado@universidadmayor.edu.co.
DOI: <https://orcid.org/0000-0002-9906-1975>

** MSc, Docente Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá (Colombia). Correo electrónico: raldana@universidadmayor.edu.co.
DOI: <https://orcid.org/0009-0001-2498-8020>

Se concluye que el bienestar recreativo urbano está condicionado por factores económicos, sociales y espaciales.

Palabras clave: costo de viaje, econometría espacial, servicios ecosistémicos urbanos, recreación, bienestar social.

Clasificación JEL: Q51, H41, Q57, R15, C21, O18.

Recreational Well-Being and Territorial Inequality: A Spatial Analysis of the Economic Value of Urban Ecosystems in Bogotá, Colombia

Abstract

Urban ecosystem services provide recreational benefits whose access is conditioned by territorial and economic factors. This research calculates the economic value of the Quebrada La Vieja trail (Bogotá) and analyzes the spatial autocorrelation in the distribution of recreational well-being. The methodology is based on the travel cost method (TCM), count models (negative binomial and Poisson), and spatial econometrics. A survey was applied to 381 visitors, selected through stratified sampling from 47,816 users. Spatial dependence was measured using LISA and Moran's index. The results show a significant negative correlation between travel cost and visit frequency; likewise, car use and income increase demand. The negative binomial model showed the best fit, estimating a consumer surplus of USD 6 per visitor and an annual benefit of USD 240,000. High-high clusters were found in Usaquén, Teusaquillo, and Chapinero, and low-low clusters in peripheral areas. The spatial analysis revealed moderate autocorrelation (Moran's $I = 0.231$; $p < 0.01$). It is concluded that urban recreational well-being is conditioned by economic, social, and spatial factors.

Keywords: travel cost method, spatial econometrics, urban ecosystem services, recreation, social well-being.



Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

INTRODUCCIÓN

La valoración económica de los servicios ecosistémicos urbanos se ha vuelto un área importante en la economía ambiental, ya que es imprescindible calcular las ventajas sociales que surgen de las zonas verdes en ambientes metropolitanos. Los ecosistemas urbanos ofrecen servicios recreativos y culturales que impactan de manera directa en la calidad de vida, el bienestar colectivo y la salud, aunque normalmente estos beneficios no cuentan con precios de mercado visibles. Históricamente, la metodología del costo de viaje (MCV) para determinar la disposición a pagar se ha utilizado ampliamente en trabajos de este ámbito, considerando como referencia los costos y el tiempo que conlleva trasladarse para asistir a actividades recreativas (Bateman et al., 1996).

Literatura contemporánea evidencia que el bienestar recreativo no depende únicamente de factores económicos, sino también de elementos relacionados con: i) ubicación geográfica, ii) conectividad y iii) accesibilidad. De acuerdo con estudios sobre economía espacial, aquellos territorios que cuentan con mayor infraestructura urbana y conectividad avanzada suelen tener una mayor demanda de ocio y beneficios ambientales más altos (Anselin, 1988; Paracchini et al., 2014). De otro lado, evidencia empírica acerca del acceso recreativo en áreas verdes urbanas indica que variables como: acceso a rutas de transporte, distancia al sitio, atractivo turístico e ingresos son factores clave que determinan la frecuencia de visitas (Paracchini et al., 2014; Rigolon, 2016).

Estas dinámicas cobran una relevancia territorial importante en ciudades con una gran segregación, como Bogotá. La accesibilidad al bienestar medioambiental se ve afectada de manera significativa por la distribución inequitativa de factores de movilidad e infraestructura ecológica. El camino Quebrada La Vieja, que se encuentra en los cerros orientales de la ciudad, es un ejemplo significativo para investigar la manera en que la localización geográfica y el costo de acceso influyen en la demanda recreativa urbana. No obstante que este ecosistema es uno de los principales lugares para la recreación ambiental en Bogotá, el acceso a él depende de elementos geográficos y socioeconómicos que podrían perpetuar modelos de exclusión territorial.

En Colombia, a pesar del aumento de la literatura internacional acerca de la valoración de servicios ecosistémicos en las ciudades, siguen existiendo vacíos

empíricos conectados con la integración entre el método de costo por viaje y las técnicas de econometría espacial. En la mayoría de las investigaciones nacionales se ha hecho hincapié en calcular valores recreativos agregados, sin analizar la manera en que la repartición espacial de los visitantes manifiesta inequidades territoriales en el acceso al bienestar recreativo. Asimismo, hay poca evidencia acerca de la autocorrelación espacial en la demanda recreativa urbana y de cómo las externalidades espaciales afectan el uso que se hace de los ecosistemas urbanos.

El estudio es importante porque posibilita la cuantificación del valor económico de los servicios recreativos del sendero Quebrada La Vieja y, a la vez, el reconocimiento de patrones espaciales que indiquen si existe exclusión o concentración territorial. Desde el punto de vista de la política pública, esta investigación proporciona evidencia valiosa para guiar las estrategias en materia de planificación urbana, movilización sostenible y protección del medioambiente. Además, aporta al debate sobre la equidad territorial, pues evidencia que el acceso a las ventajas ambientales urbanas no se reparte de manera uniforme entre las diversas zonas de la ciudad.

En este contexto, la investigación busca responder la siguiente pregunta: ¿de qué manera los costos de acceso, las condiciones socioeconómicas y la localización espacial influyen en la demanda recreativa y en la distribución territorial del bienestar asociado al sendero Quebrada La Vieja en Bogotá?

Con base en la literatura de economía ambiental y econometría espacial, se plantean las siguientes hipótesis:

H1: El costo de viaje ejerce un efecto negativo y estadísticamente significativo sobre la frecuencia de visitas al sendero Quebrada La Vieja.

H2: La demanda recreativa se ve favorecida por el ingreso y las condiciones de accesibilidad.

H3: Las visitas tienen una correlación espacial positiva.

H4: Las localidades con mayor conectividad y nivel socioeconómico concentran mayores niveles de bienestar recreativo.

Para dar respuesta a estas hipótesis se ha planteado como objetivo general estimar el valor económico de la utilización recreativa del sendero Quebrada La

Vieja por medio del método de costo de viaje zonal, con la ayuda de herramientas econométricas espaciales adicionales. El propósito es detectar patrones de autocorrelación y disparidades territoriales en la repartición del bienestar recreativo en Bogotá.

REVISIÓN DE LITERATURA

La valoración económica de los servicios ecosistémicos urbanos ha pasado de ser una aproximación centrada únicamente en las funciones ecológicas a convertirse en una perspectiva interdisciplinaria que combina el análisis territorial, la geografía y la economía ambiental. Esta modificación se debe a la conciencia de que los espacios verdes en las ciudades no solamente brindan servicios para regular el medio ambiente, sino también ventajas recreativas, culturales y sociales que impactan directamente en el bienestar de las personas (Costanza et al., 1997; Gómez-Baggethun & Barton, 2013). Por lo tanto, la economía ambiental de hoy en día ha tratado de crear herramientas que permitan medir los beneficios no transferibles vinculados al uso recreativo de los ecosistemas urbanos.

El Método de Costo de Viaje (MCV) se ha establecido como una de las herramientas más sólidas para calcular el valor económico del bienestar recreativo entre estos instrumentos. Según Haab y McConnell (2002), su base microeconómica se encuentra en que los gastos temporales y monetarios que asumen las personas muestran una voluntad implícita de pagar por tener acceso a un espacio ambiental. No obstante, pese a que se ha utilizado el MCV de manera extensa en parques urbanos y zonas naturales, una gran parte de la literatura tradicional ha abordado la demanda recreativa desde un enfoque mayormente individual, lo que minimiza el impacto que tiene la estructura espacial del territorio en el comportamiento de los visitantes.

La introducción de la econometría espacial es, precisamente, una solución a esta restricción metodológica. En varias investigaciones se ha evidenciado que la demanda recreativa es dependiente del espacio, y que factores como la cercanía geográfica, el acceso y la conectividad determinan cómo se distribuye el bienestar ambiental (Anselin, 1988). En esta línea, el bienestar recreativo no se puede entender solamente como una función del ingreso o de los gastos de movilización, sino también como la consecuencia de relaciones territoriales que producen procesos de exclusión y concentración espacial.

Existe evidencia empírica que muestra que las ciudades perpetúan sus desigualdades medioambientales a partir de una distribución injusta de la infraestructura verde disponible en el territorio. [Paracchini et al. \(2014\)](#) afirman que, en áreas urbanas con mayores esquemas de conectividad, el territorio permite generar una mayor variedad de servicios recreativos a sus ciudadanos. De otro lado, en zonas marginales o periféricas se afrontan desafíos relacionados con segregación territorial y desplazamiento, lo que impide la creación de bienestar medioambiental para sus habitantes. [Rigolon et al. \(2018\)](#) evidencian que la calidad, accesibilidad y disponibilidad de espacios verdes generan diferencias significativas en salud y bienestar entre grupos socioeconómicos. Estos enfoques trasladan el análisis desde una perspectiva meramente ecológica a un enfoque que considera la justicia territorial y la equidad urbana.

Desde una perspectiva crítica, la teoría económica medioambiental establece tres limitaciones comunes. En primer lugar, es posible que surjan sesgos a causa de la exclusión de elementos geográficos relevantes en algunos estudios, ya que en numerosos casos calculan el valor recreativo sin tener en cuenta explícitamente la dependencia espacial. En segundo lugar, se ha observado una separación de corte analítico entre la valoración monetaria y la distribución territorial al tratar cada uno de estos elementos como fenómenos independientes. En tercer lugar, la gran mayoría de investigaciones se centra en territorios de América del Norte o Europa, territorios en donde la segregación urbana, la infraestructura y las condiciones de movilidad urbana son bastante diferentes a los contextos urbanos de Latinoamérica.

A pesar de que en Latinoamérica se ha evidenciado un aumento en la cantidad de investigaciones sobre espacios verdes urbanos, todavía existen vacíos tanto a nivel empírico como metodológico. Estudios como los de [Rigolon \(2016\)](#) demuestran disparidades territoriales en el acceso a zonas verdes urbanas, mientras que [Monárrez-González et al. \(2020\)](#) revelan que la distancia y la sensación de seguridad tienen un impacto considerable en la regularidad con la que se visitan estos lugares. Sin embargo, la mayor parte de las investigaciones regionales se restringe a métodos descriptivos o evaluaciones colectivas, sin incorporar modelos de conteo y mecanismos de autocorrelación espacial que posibiliten el reconocimiento de *spillovers* territoriales y patrones relacionados con la concentración del bienestar recreativo.

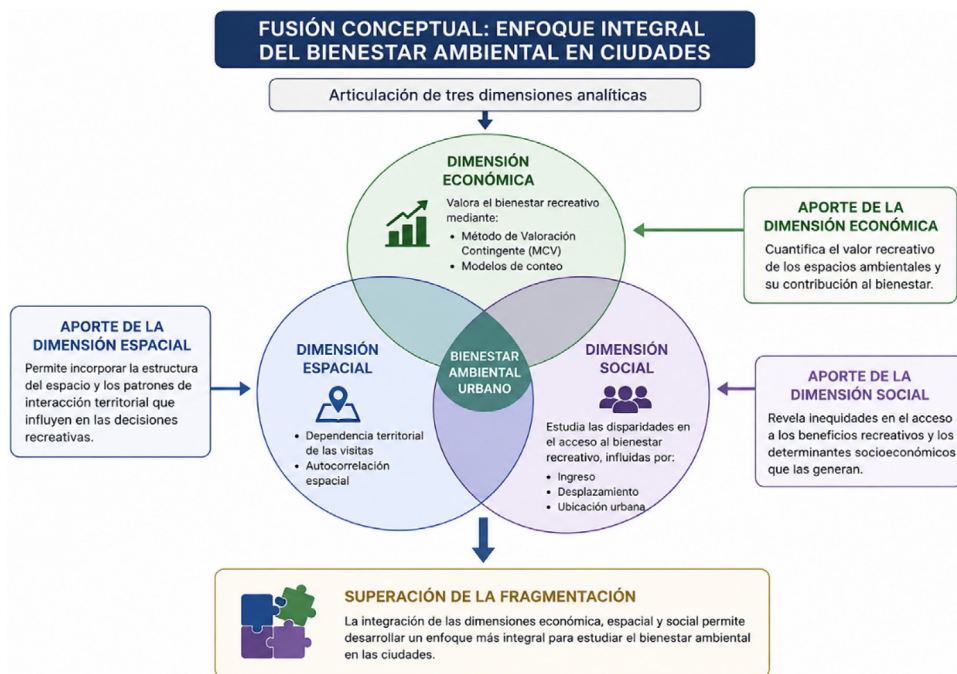
En Colombia, el vacío es aún más notorio. La valoración económica de los servicios ecosistémicos urbanos en la literatura nacional sigue siendo escasa y fragmentada. La mayoría de las investigaciones existentes se han centrado en la valoración contingente, la disposición a pagar o el análisis descriptivo del medio ambiente, pero no han incluido al mismo tiempo el método de costo de viaje y técnicas econométricas espaciales que se aplican al bienestar recreativo urbano. Además, no hay pruebas sólidas acerca de la existencia de autocorrelación espacial en la demanda recreativa de ecosistemas urbanos en Bogotá, ni sobre cómo la segregación socioespacial determina la repartición territorial de las ventajas medioambientales.

En este escenario, el estudio actual sugiere una fusión conceptual entre tres dimensiones analíticas: la social, la espacial y la económica. La dimensión económica se enfoca en la valoración recreativa a través del MCV y los modelos de conteo; la dimensión espacial incluye la dependencia territorial y la autocorrelación de las visitas en el espacio; y la dimensión social estudia las disparidades en términos de acceso al bienestar recreativo, que resultan de factores como el ingreso, el desplazamiento y la ubicación urbana. Esta articulación posibilita la superación de la fragmentación detectada en estudios anteriores y el desarrollo de un enfoque más integral para estudiar el bienestar ambiental en las ciudades.

La investigación propone articular e integrar la teoría económica encargada de evaluar el bienestar urbano-ambiental mediante la articulación de tres dimensiones complementarias (Figura 1). La primera dimensión es la económica, encargada de calcular, mediante el MCV y modelos de conteo, las ventajas del valor de uso recreativo de los espacios ambientales vinculando los bienes públicos. La segunda dimensión es la espacial, que incluye la correlación de las visitas y la dependencia territorial, teniendo en cuenta que el lugar y la accesibilidad influyen en las decisiones recreativas. Por último, la dimensión social señala que existen desigualdades en el acceso al bienestar recreativo que provienen de las diferencias en ingresos, movilidad y ubicación de residencia. En general, esta perspectiva supera visiones fragmentadas y permite una mejor comprensión de la distribución social y espacial de los beneficios ambientales en las ciudades, lo que a su vez fortalece el diseño de políticas públicas enfocadas en la equidad, la eficiencia y la sostenibilidad.

Figura 1.

Fusión conceptual: enfoque integral del bienestar ambiental en ciudades



Fuente: elaboración propia.

La propuesta de este marco de integración propende a establecer en lo teórico la importancia de no fragmentar la unidad denominada bienestar recreativo urbano, entendiendo que no solamente es un proceso de valoración económica, sino que se encuentra condicionado social y territorialmente. Desde este punto de vista, los espacios verdes en las ciudades funcionan como recursos medioambientales cuya posesión está sujeta a limitaciones socioeconómicas y espaciales, replicando modelos de inclusión y exclusión territorial. Por eso, integrar al mismo tiempo la evaluación económica y la econometría espacial posibilita avanzar hacia perspectivas más coherentes con los desafíos actuales de sostenibilidad y equidad ambiental en las ciudades.

DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación se basa en un enfoque cuantitativo que busca calcular el bienestar recreativo creado por el sendero ecológico Quebrada La Vieja, situado en Bogotá D.C.,

por medio de la combinación del Método de Costo de Viaje (MCV) con técnicas de econometría espacial. La estrategia metodológica consta de cuatro fases que se complementan entre sí: i) diseño de muestras, recolección y depuración de datos; ii) creación de variables socioeconómicas, económicas y espaciales; iii) cálculo del excedente del consumidor y la demanda recreativa utilizando modelos econométricos de conteo; y iv) análisis de los modelos de dependencia espacial a través de los indicadores locales de asociación espacial (LISA) y los estadísticos globales de autocorrelación de Moran. Este método integrado posibilita la captura simultánea de los factores económicos que determinan la demanda recreativa, así como de las dinámicas territoriales que afectan el acceso a servicios ecosistémicos culturales en áreas urbanas. Específicamente, es apropiado para situaciones con heterogeneidades socioespaciales, en las que la accesibilidad, la ubicación de la vivienda y la estructura urbana tienen un impacto considerable en cómo se distribuyen los beneficios relacionados con el bienestar del medioambiente (Anselin, 1988; LeSage & Pace, 2009).

Procesamiento de datos, muestreo y consideraciones éticas

Universo, muestra y diseño muestral

La población objetivo estuvo conformada por los visitantes del sendero Quebrada La Vieja durante el periodo comprendido entre junio de 2021 y junio de 2022. El universo poblacional correspondió a 47.816 visitantes registrados oficialmente por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP), información obtenida a partir de los registros administrativos de ingreso al sendero.

El tamaño muestral se estimó mediante el procedimiento para poblaciones finitas, utilizando un nivel de confianza del 95%, un error máximo admisible del 5% y proporciones conservadoras. Bajo estos parámetros se obtuvo una muestra mínima de 381 encuestas; sin embargo, con el propósito de aumentar la robustez estadística y mejorar la representatividad espacial, se recolectaron 412 cuestionarios, de los cuales 381 fueron considerados válidos para el análisis final. Se descartaron 31 encuestas debido a inconsistencias en respuestas, registros incompletos o errores de georreferenciación. La tasa de respuesta efectiva fue del 92,5%.

Para dar respuesta a los objetivos de investigación, se implementó un diseño muestral estratificado bajo dos dimensiones claras: días de visita (día hábil y fin de semana) y acceso real al punto del sendero. Al generar una asignación proporcional

acorde al estrato se permitió reducir sesgos de selección y garantizar con ello la representatividad territorial y temporal del estudio.

Instrumento y prueba piloto

El instrumento de recolección se estructuró a partir de los lineamientos metodológicos del método de costo de viaje y estudios de valoración recreativa (Haab & McConnell, 2002; Phaneuf & Smith, 2021). Los módulos del instrumento (encuesta) abarcaron las siguientes temáticas: a) periodicidad de las visitas; b) costos monetarios y temporales del traslado; c) rasgos socioeconómicos; d) medio de transporte utilizado; y e) localización geográfica del visitante.

El instrumento fue implementado mediante el uso de la plataforma Survey123 de ESRI, que permitió georreferenciar de manera automática la información recolectada. Previamente se realizó una prueba piloto con 30 visitantes, con el fin de validar claridad, secuencia, tiempos de diligenciamiento y consistencia lógica de las preguntas. A partir del piloto se corrigieron ambigüedades y se ajustaron escalas de respuesta.

Recolección y procesamiento de información

La aplicación de encuestas se realizó presencialmente en el punto de ingreso al sendero entre julio y septiembre de 2022. La interacción directa entre encuestador y visitante permitió minimizar errores de interpretación y mejorar la calidad de la información recolectada. Posteriormente, los datos fueron depurados mediante controles de consistencia, detección de duplicados y verificación de valores extremos.

Las variables monetarias y temporales fueron sometidas a procedimientos de winsorización en percentiles 1 y 99 para reducir la influencia de valores atípicos extremos. Asimismo, se aplicó la distancia de Mahalanobis para identificar observaciones multivariadas anómalas. La información espacial fue procesada mediante sistemas de información geográfica (SIG), utilizando ArcGIS y RStudio para la geocodificación y el análisis territorial.

Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló bajo principios de confidencialidad, anonimato y uso estrictamente académico de la información recolectada. Antes de diligenciar

la encuesta, los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio y aceptaron participar de manera voluntaria mediante consentimiento informado.

El proyecto fue avalado por el Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Administración y Economía de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca mediante Acta 08-2022 y Protocolo CEI-FAE-2022-017. No se recolectó información sensible ni datos que permitieran identificar individualmente a los participantes.

Variables y construcción de medidas

La variable dependiente corresponde al número de visitas realizadas al sendero durante el último año. Dado que se trata de una variable discreta de conteo, se emplearon modelos Poisson y Binomial Negativa para estimar la demanda recreativa.

La principal variable explicativa fue el costo de viaje, construido a partir de la suma entre costos monetarios de transporte y costo de oportunidad del tiempo. Este último se estimó utilizando como referencia un tercio del salario horario del visitante, siguiendo la literatura estándar del MCV (Cesario, 1976; Haab & McConnell, 2002). Adicionalmente, se realizaron análisis de sensibilidad utilizando ponderaciones del salario.

Las variables de control empleadas en el estudio incluyen ingreso mensual, educación y medio de transporte (Tabla 1). La variable espacial denominada localización fue operacionalizada mediante la identificación de la localidad de residencia del visitante y la clasificación mediante círculos concéntricos de distancia que fueron creados alrededor del sendero Quebrada La Vieja. Para lograr esto, se emplearon SIG a fin de calcular las distancias euclidianas y luego se agruparon en siete áreas de influencia espacial que fueron incluidas en el análisis econométrico y espacial.

Modelación econométrica de la demanda recreativa

Modelos de conteo: Poisson, binomial negativo

Dado que la variable dependiente corresponde al número de visitas realizadas al sendero durante los últimos doce meses, se emplearon modelos econométricos para datos de conteo.

Tabla 1.

Variables empleadas en la investigación				
Tipo	Variable	Definición	Tipo de variable	Signo esperado
Dependiente	Frecuencia de visitas	Número de visitas al sendero	Conteo	—
Independiente	Costo de viaje	Transporte + costo del tiempo	Continua	Negativo
Independiente	Ingreso mensual	Ingreso reportado	Continua	Positivo
Independiente	Educación	Años de escolaridad	Continua	Positivo
Independiente	Medio de transporte	Público, privado o caminata	Categórica	Mixto
Espacial	Localización	Localidad y distancia al sendero	Georreferenciada	Dependencia espacial

Fuente: elaboración propia.

Dado que Y_i es un conteo, y representa la frecuencia de visitas, por tanto:

$$E(Y_i|X_i) = \lambda_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 CV_i + \beta_2 X_i) \quad (1)$$

Donde X_i corresponde al conjunto de variables explicativas relacionadas con costo de viaje, características socioeconómicas y condiciones de movilidad (Cameron & Trivedi, 1998; Greene, 2012). El modelo de Poisson supone equidispersión (media = varianza); cuando hay sobredispersión, la presencia de esta justificó la estimación de un modelo alternativo: modelo binomial negativo (BN) introduciendo un parámetro a tal que:

$$Var(Y_i|X_i) = E(Y_i|X_i) + \sigma(Y_i|X_i)^2 \quad (2)$$

Se planteó como hipótesis nula ($a = 0$), que posteriormente fue contrastada mediante un test de razón de verosimilitud (Hilbe, 2011).

La selección del modelo más apropiado se realizó mediante la comparación de los criterios de información Akaike (AIC), Schwarz-Bayesian (BIC), Log-Likelihood y la prueba de razón de verosimilitud asociada al parámetro de dispersión α (Cameron & Trivedi, 1998; Hilbe, 2011).

Análisis de autocorrelación espacial

El análisis se realizó teniendo en cuenta la localización de residencia de los visitantes, agregada a nivel de localidad. Con el fin de evaluar la presencia de patrones espaciales en la distribución territorial de visitantes, se emplearon medidas de autocorrelación espacial como:

Índice global de Moran (Moran, 1950; Anselin, 1988):

$$I = \frac{n}{S_0} * \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})} \quad (3)$$

donde:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \quad (4)$$

donde ω_{ij} es la representación de los pesos espaciales definidos por contigüidad (Matriz Queen) y $\sum_i \sum_j \omega_{ij}$

Medición del excedente del consumidor

En el MCV, el excedente por visita resulta de $EC=1/|\beta_{CV}|$ si la utilidad indirecta es lineal en costos (Haab & McConnell, 2002; Phaneuf & Smith, 2021).

El excedente del consumidor (EC) se estimó a partir del coeficiente asociado al costo de viaje obtenido en el modelo de demanda recreativa. Siguiendo la formulación estándar del MCV, el excedente individual se calculó como:

$$EC = \frac{1}{\beta_{cv}} \quad (5)$$

donde β_{cv} corresponde al coeficiente estimado para el costo de viaje.

Para el beneficio económico agregado:

$$BEA = EC * N \quad (6)$$

El beneficio económico agregado (BEA) se obtuvo multiplicando el excedente individual por el número total de visitantes registrados durante el periodo de análisis. Con el propósito de evaluar la robustez de los resultados, se desarrollaron análisis de sensibilidad valorando el tiempo de desplazamiento como 25, 33 y 50% del salario horario individual, siguiendo las recomendaciones de [Cesario \(1976\)](#) y [Haab y McConnell \(2002\)](#). Adicionalmente, se estimaron intervalos de confianza mediante *bootstrap* no paramétrico con 1.000 repeticiones.

Diagnósticos y robustez

Se reportan: i) el estadístico de sobredispersión asociado al parámetro α , ii) los criterios de información AIC y BIC, iii) el Log-Likelihood, iv) el análisis de sensibilidad asociado a diferentes valoraciones del costo del tiempo y v) los indicadores espaciales de autocorrelación global y local.

Autocorrelación y estructura espacial del bienestar recreativo

La distribución territorial de las visitas fue evaluada mediante técnicas de autocorrelación espacial. Inicialmente se estimó el índice global de Moran para identificar la presencia de dependencia espacial en la frecuencia de visitas agregada por localidad.

La matriz de pesos espaciales fue construida utilizando un criterio de contigüidad Queen de primer orden y, posteriormente, estandarizada por filas. El índice global de Moran se calculó siguiendo la formulación propuesta por [Moran \(1950\)](#) y desarrollada por [Anselin \(1988\)](#).

Seguidamente, se calcularon los LISA, que posibilitan la identificación de agrupaciones territoriales Alto-Alto, Bajo-Bajo, Alto-Bajo y Bajo-Alto ([Anselin, 1995](#)). Por último, se calculó el índice de Moran que se aplicó a los residuos del modelo binomial negativo para confirmar si existía una dependencia espacial residual no explicada por la especificación econométrica.

Validez interna y externa

Los siguientes métodos fortalecen la validez interna del estudio: i) muestreo piloto y estratificado; ii) limpieza exhaustiva; iii) diagnósticos de ajuste del modelo y sobredispersión; iv) análisis de sensibilidad del costo temporal y exclusión de valores

extremos para robustez; v) evaluación de autocorrelación espacial a través de Moran global, Moran de residuos e indicadores LISA. La heterogeneidad de subgrupos (género, edad, medio de transporte) y la variabilidad estacional son los temas que se discuten en el contexto de la validez externa (Bateman et al., 2002; Wooldridge, 2010).

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos una vez calculada la demanda recreativa, el excedente del consumidor y el análisis espacial relacionado con el uso recreativo de la senda Quebrada La Vieja. Los resultados iniciales muestran en una sola tabla comparativa: errores estándar, intervalos de confianza y estadísticas de ajuste (Tabla 2).

Estimación de la demanda recreativa y modelos de conteo

La relación inversa entre el costo del viaje y la frecuencia con que se visita el sendero fue corroborada por la estimación de la función de demanda recreativa. Con el objetivo de asegurar una coherencia en la metodología, el análisis se basó únicamente en la variable costo de viaje (USD), dejando de lado el uso simultáneo del costo monetario y la distancia como aproximaciones alternativas al mismo fenómeno económico.

El número de visitas que cada persona realiza al año fue la variable dependiente para estimar los modelos Poisson y binomial negativo (BN). La comparación de las especificaciones reveló que había sobredispersión, ya que la varianza de la variable dependiente superaba su media de manera significativa. Por lo tanto, el modelo binomial negativo mostró un ajuste estadístico superior, apoyado por el test de razón de verosimilitudes (LR) y valores más bajos de AIC y BIC.

Según los resultados, el costo del viaje tiene un impacto negativo y estadísticamente significativo en la regularidad de las visitas ($p < 0,01$). Desde una perspectiva económica, un aumento en el precio total para acceder disminuye la probabilidad de que se visite el sendero, lo cual está en línea con la teoría microeconómica de la demanda recreativa. El ingreso mensual tuvo un efecto positivo y relevante, lo que sugiere que las personas con más recursos económicos tienen una mayor disposición a pagar por actividades recreativas urbanas (Tabla 2).

La variable educación no resultó estadísticamente significativa en ninguno de los modelos. Aunque teóricamente se esperaba una relación positiva entre capital educativo y frecuencia de visitas, los resultados sugieren que el acceso recreativo al sendero depende principalmente de restricciones territoriales y de movilidad, más que de diferencias en capital humano. Además, el uso de vehículos privados aumentó notablemente la frecuencia prevista de visitas, lo que muestra las ventajas en términos de acceso espacial frente a los usuarios que dependen del transporte público.

Tabla 2.

Resultados de los modelos Poisson y binomial negativo

Variable	Poisson (IRR)	Error estándar	IC 95%	BN (IRR)	Error estándar	IC 95%
Costo de viaje (USD)	0,972***	0,008	[0,956; 0,988]	0,968***	0,009	[0,950; 0,985]
Ingreso mensual	1,045**	0,019	[1,008; 1,082]	1,051**	0,021	[1,010; 1,092]
Educación	1,012	0,011	[0,991; 1,034]	1,009	0,012	[0,985; 1,032]
Transporte público	1,034*	0,018	[0,999; 1,070]	1,042*	0,019	[1,004; 1,081]
Vehículo privado	1,058**	0,024	[1,012; 1,106]	1,065**	0,026	[1,015; 1,117]
Constante	1,102***	0,083	[0,941; 1,263]	1,135***	0,091	[0,956; 1,314]
Estadístico	Poisson	Binomial negativo				
N	381	381				
Log-likelihood	-1250,6	-1124,2				
AIC	2513,2	2264,4				
BIC	2540,7	2296,1				
Pseudo-R ²	0,214	0,287				
LR test $\alpha = 0$	—	85,3***				

Fuente: elaboración propia.

Excedente del consumidor y análisis de sensibilidad

El excedente del consumidor (EC) se estimó utilizando el inverso del coeficiente asociado al costo de viaje, bajo el supuesto de linealidad marginal de los costos. Se estimó un ingreso social anual de aproximadamente USD 240.000, teniendo en cuenta el flujo de visitantes que reporta la EAAB cada año y el promedio de USD 6 por visitante. Para aumentar la solidez de las inferencias, se utilizaron 1.000 repeticiones del método *bootstrap* no paramétrico para calcular intervalos de confianza. Los hallazgos mostraron un rango de confianza del 95% entre USD 5,1 y USD 7,3 por visitante, lo que corroboró la estabilidad estadística en las estimaciones.

Además, se llevaron a cabo estudios de sensibilidad considerando el costo del tiempo como 1/4, 1/3 y 1/2 del sueldo por hora. A pesar de que los montos del excedente fluctuaron levemente entre diferentes escenarios, la correlación inversa entre el costo del viaje y la frecuencia de visitas se mantuvo estable y con significancia estadística.

Sin embargo, es importante señalar que la fórmula para calcular el excedente se basa en una suposición de linealidad en los costos de viaje, lo que representa una limitación significativa del método. En escenarios urbanos complejos, la relación entre costos y bienestar recreativo podría mostrar patrones no lineales relacionados con congestión, accesibilidad diferencial y diversidad espacial.

Estudio de autocorrelación espacial

Índice global de Moran

La identificación de la dependencia territorial en la distribución de las visitas al sendero fue posible gracias al análisis espacial. El índice global de Moran mostró un valor de 0,231 ($p < 0,01$), lo que arroja una autocorrelación espacial positiva. Pese a ser estadísticamente significativo, este valor denota un nivel de dependencia espacial moderado y no una fuerte concentración territorial.

En términos sustantivos, el resultado indica que las localidades con frecuencias de visitas elevadas tienden a concentrarse espacialmente con otras áreas similares; no obstante, la intensidad de esta concentración no es lo suficientemente alta como para sostener una segmentación espacial del bienestar recreativo.

Al aplicar el índice de Moran a los residuos del modelo binomial negativo, se mostró que no había una autocorrelación espacial residual significativa ($I = 0,071$; $p < 0,05$), lo que indica que la especificación econométrica fue capaz de captar correctamente la mayor parte de la dependencia espacial en los datos (Tabla 3).

Tabla 3.

<i>Índice global de Moran para frecuencia de visitas</i>			
Variable	Moran's I	Z-valor	p-valor
Número de visitas	0,231	3,46	0,001
Residuos modelo BN	0,071	1,12	0,214

Fuente: elaboración propia.

El análisis del Moran Scatterplot también reveló una moderada concentración de observaciones en los cuadrantes Bajo-Bajo y Alto-Alto, aunque con una notable dispersión entre localidades intermedias. Esta conducta es coherente con estructuras espaciales urbanas que están parcialmente divididas, en las que se encuentran áreas muy conectadas con zonas periféricas de acceso más limitado.

Indicadores locales de asociación espacial (LISA)

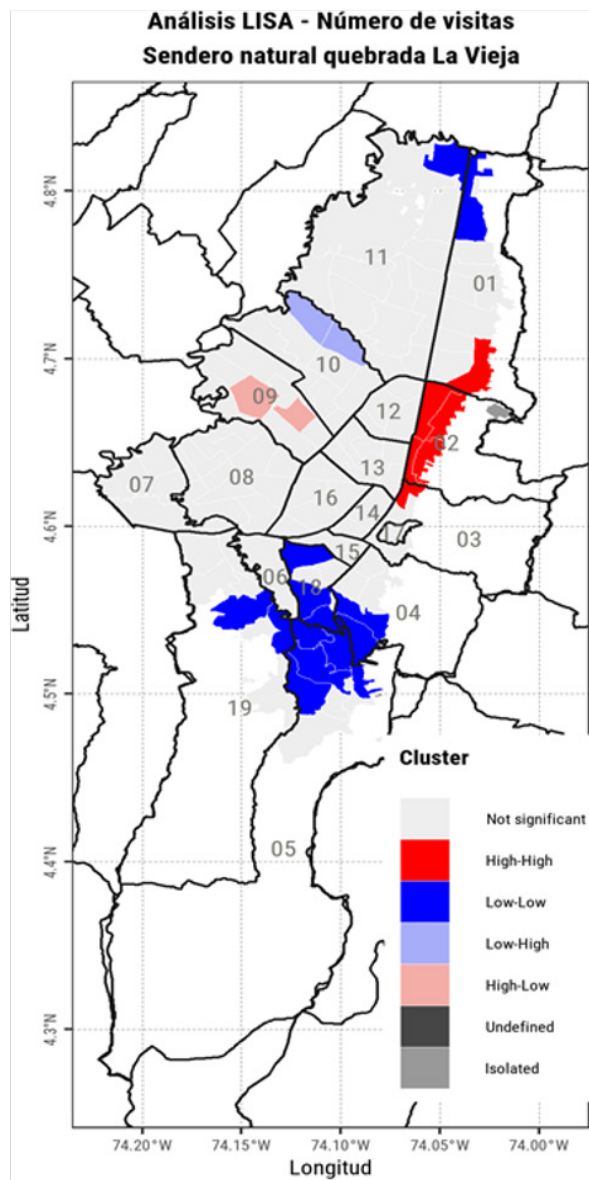
Los indicadores LISA permitieron identificar clústeres espaciales localizados. Se observaron agrupamientos Alto-Alto en Chapinero, Usaquén y Teusaquillo, localidades caracterizadas por mayores ingresos, mejor conectividad y proximidad geográfica al sendero. Por el contrario, localidades como Bosa, Usme y Ciudad Bolívar presentaron patrones Bajo-Bajo asociados a menores niveles de acceso recreativo (Figura 2).

No obstante, estos resultados deben interpretarse con cautela debido al reducido número de unidades espaciales analizadas (20 localidades). El uso de LISA en muestras territoriales pequeñas reduce el poder estadístico y aumenta la sensibilidad frente a observaciones atípicas, lo que limita la robustez inferencial de los clústeres identificados.

En consecuencia, el análisis LISA debe considerarse exploratorio más que confirmatorio. A pesar de esta limitación, los resultados ofrecen evidencia preliminar sobre desigualdades territoriales en el acceso al bienestar recreativo urbano.

Figura 2.

Mapa LISA de autocorrelación espacial de las visitas al sendero Quebrada La Vieja



Fuente: elaboración propia.

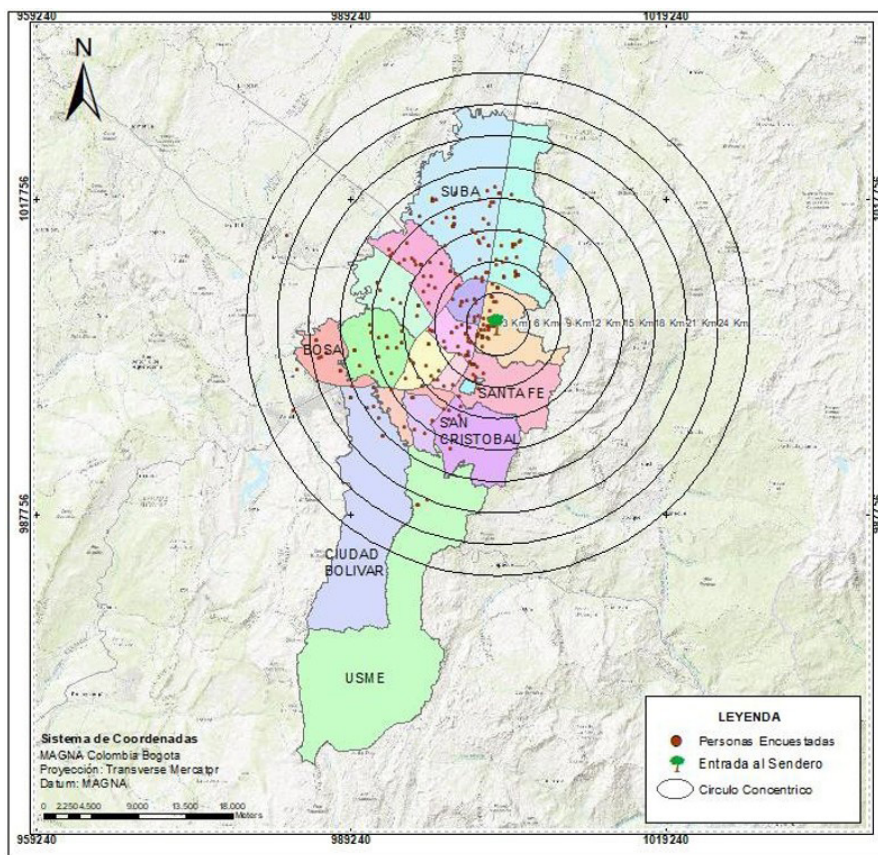
Nota: elaborado mediante matriz de pesos espaciales Queen de primer orden.

Distancias concéntricas

Para calcular la función de demanda recreativa utilizando el Método de Costo de Viaje Zonal (MCVZ), se establecieron áreas de influencia en torno al sendero Quebrada La Vieja, que consisten en anillos concéntricos equidistantes. Para ello, se emplearon instrumentos de SIG (Figura 3). La delimitación espacial posibilitó la agrupación de los visitantes según la distancia que recorren desde su hogar hasta el sendero, teniendo en cuenta que el costo del desplazamiento se aproxima al precio implícito del bien ambiental.

Figura 3.

Mapa de distancias concéntricas al sendero natural utilizando el método de costo de viaje



Fuente: elaboración propia.

Se definieron siete áreas de análisis (A-G), con distancias intermedias que aumentan entre 0 y 42 km para el trayecto de ida y vuelta. Las primeras áreas reúnen a visitantes de zonas cercanas, incluyendo Barrios Unidos, Teusaquillo y Chapinero. Las zonas intermedias y externas, por su parte, reciben a residentes de Kennedy, Usaquén, Ciudad Bolívar, Suba, Usme, San Cristóbal, Engativá y Fontibón; esto se traduce en un incremento gradual de los costos generales del viaje. A pesar de que se estableció una octava zona potencial (H) desde el punto de vista metodológico, no se registraron visitantes durante este periodo, lo cual indica que a distancias más largas los gastos en dinero y tiempo disminuyen considerablemente la posibilidad de visitar el sendero. La información agregada por zona, complementada con la población residente obtenida de fuentes oficiales, constituye la base para estimar las tasas de visita y la función de demanda recreativa mediante el MCVZ.

Síntesis de resultados

En conjunto, los resultados confirman que el sendero Quebrada La Vieja genera beneficios recreativos económicamente significativos, aunque territorialmente desiguales. La demanda recreativa responde de manera negativa al costo de viaje y positiva al ingreso y la accesibilidad, mientras que la estructura espacial evidencia patrones moderados de concentración territorial.

La evidencia empírica sugiere que el bienestar recreativo urbano depende simultáneamente de factores económicos, espaciales y sociales. Por tanto, las políticas públicas orientadas a la sostenibilidad urbana deben incorporar estrategias de conectividad territorial y accesibilidad ambiental, particularmente en localidades periféricas con menores oportunidades de acceso a infraestructura ecológica urbana.

DISCUSIÓN

Los hallazgos indican que el costo del viaje es uno de los elementos primordiales que afectan la demanda recreativa del sendero Quebrada La Vieja. Se observa una relación negativa y estadísticamente significativa que indica que la frecuencia de visitas se reduce cuando los gastos vinculados con el desplazamiento aumentan. Este comportamiento se ajusta a lo señalado por [Parsons \(2003\)](#), quien sugiere que las decisiones recreativas de las personas están condicionadas por restricciones presupuestarias. También concuerda con los postulados del MCV.

Por otra parte, el efecto positivo de los ingresos apoya la noción de que las áreas recreativas medioambientales se comportan como bienes normales. Así, las personas con más recursos tienden a asignar una mayor parte de su presupuesto a actividades vinculadas con la naturaleza y el ocio. Este hallazgo concuerda con las afirmaciones de Loomis (2005) y con la evidencia que presentaron Zandersen y Tol (2009), los cuales determinaron que los espacios verdes urbanos generan más beneficios recreativos a medida que la capacidad económica de los hogares se eleva. Por el contrario, la variable educación no tuvo un impacto significativo desde el punto de vista estadístico respecto a la frecuencia de visitas. Este descubrimiento contrasta con algunas investigaciones anteriores, como la de Meyerhoff y Liebe (2006), que vinculan un nivel educativo más alto con una mejor apreciación de los servicios ecosistémicos. Una posible razón para esta disparidad es que el senderismo urbano es una actividad a la que pueden acceder diversos grupos sociales y no requiere saberes especializados o un alto capital cultural para disfrutarla.

Desde un punto de vista espacial, la autocorrelación positiva detectada apoya parcialmente las teorías de Anselin (1988) acerca del impacto que tienen los procesos territoriales en la distribución de sucesos socioeconómicos. El índice de Moran obtenido (0,231) muestra, no obstante, una dependencia espacial moderada en lugar de una concentración territorial significativa. Este resultado está relacionado con los descubrimientos de Paracchini et al. (2014), quienes afirman que la accesibilidad urbana tiene un rol relevante en el acceso a servicios recreativos, aunque su impacto tiende a interactuar con rasgos individuales como la movilidad y el ingreso.

Los agrupamientos que se han determinado en Usaqué, Chapinero y Teusaquillo son también congruentes con la bibliografía acerca de la justicia ambiental urbana. Según Gómez-Baggethun y Barton (2013), las ventajas que provienen de los ecosistemas urbanos tienden a concentrarse en áreas con condiciones de accesibilidad más favorables y niveles socioeconómicos más altos. Como resultado, se pueden replicar disparidades geográficas en cuanto al acceso a los beneficios medioambientales. Esta investigación apoya dicha noción y propone que la ubicación geográfica y la conectividad son elementos centrales en la repartición del bienestar recreativo.

En general, la evidencia recolectada indica que el bienestar creado por los ecosistemas urbanos está determinado tanto por factores económicos como por variables relacionadas con el espacio. Por lo tanto, las estrategias que buscan fomentar una mayor equidad en el medio ambiente deberían trascender la ampliación de la

infraestructura verde. Es preciso, además, optimizar la conectividad y el acceso en las áreas periféricas, donde las dificultades para moverse siguen limitando el uso de estos servicios ecosistémicos.

CONCLUSIONES

Este estudio calculó el valor monetario de los servicios recreativos del sendero Quebrada La Vieja utilizando la combinación de las herramientas de econometría espacial y el método del costo del viaje. Los resultados indican que el costo de acceso, las condiciones de movilidad de los visitantes y los ingresos tienen un impacto importante en la demanda recreativa. En particular, el impacto negativo del costo de viaje demuestra que las limitaciones económicas y territoriales tienen un efecto en la frecuencia con que se realizan visitas; por otro lado, el efecto positivo de los ingresos muestra disparidades en la habilidad de los hogares para acceder a posibilidades recreativas relacionadas con el ambiente natural.

El cálculo del excedente del consumidor permitió determinar ventajas económicas y sociales significativas vinculadas con el sendero, lo cual confirma la relevancia de los ecosistemas urbanos como factores que favorecen el bienestar común. Los hallazgos también proporcionan pruebas que apoyan la inclusión de la valoración económica de los servicios ecosistémicos en los procesos de conservación del medio ambiente, planificación urbana y distribución de recursos públicos.

El análisis espacial mostró que la distribución de las visitas tenía una autocorrelación positiva significativa desde el punto de vista estadístico, aunque moderada. Los resultados indican que las áreas con una mejor capacidad socioeconómica, proximidad geográfica y condiciones de conectividad obtienen un porcentaje más alto de los beneficios recreativos. Esto corrobora la existencia de inequidades territoriales en cuanto al acceso a la preservación del medioambiente dentro de la ciudad.

Los resultados indican que es necesario: i) disminuir las barreras de acceso desde áreas periféricas a través de políticas de integración territorial y un transporte público eficaz; ii) controlar la presión en áreas con alta demanda para prevenir el deterioro medioambiental del camino; iii) extender y diversificar lo que se ofrece en términos de zonas verdes urbanas en sectores deficitarios, con el objetivo de reducir la desigualdad en el acceso al bienestar recreativo.

En conclusión, el estudio evidencia que la apreciación económica de los ecosistemas urbanos no puede ser independiente de su dimensión espacial. El sendero Quebrada La Vieja no solamente representa un valor económico significativo en términos de bienestar recreativo, sino que además muestra disparidades en su distribución. Esto supone desafíos importantes para la política urbana y ambiental.

FINANCIACIÓN

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de organismos financiadores del sector público, comercial o sin ánimo de lucro.

APROBACIÓN ÉTICA

Este estudio involucró la aplicación de una encuesta a visitantes del sendero Quebrada La Vieja. La investigación fue de riesgo mínimo, de carácter observacional y no experimental, sin intervenciones que pudieran afectar la integridad física, psicológica o social de los participantes. Todos los encuestados participaron de manera voluntaria, previa información sobre los objetivos del estudio, garantizando el consentimiento informado, la confidencialidad y el anonimato de la información suministrada. En consecuencia, la investigación se desarrolló de conformidad con los principios éticos aplicables a la investigación con seres humanos y con la normativa vigente.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún interés financiero o relación personal que pudiera haber influido, o que pudiera percibirse como una influencia, en esta investigación.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DEL AUTOR (TAXONOMÍA CREDIT)

William Gilberto Delgado Munévar y Rafael Aldana, de manera conjunta, fueron los encargados de: conceptualización, curación de datos, metodología, análisis formal, redacción del borrador original, revisión y edición del manuscrito, visualización.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a los integrantes del grupo de investigación Economía y Pensamiento Crítico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca por sus valiosos comentarios, sugerencias y discusiones académicas durante el desarrollo de esta investigación. Asimismo, agradecen a los visitantes del sendero Quebrada La Vieja, cuya participación voluntaria hizo posible la obtención de la información utilizada en este estudio.

USO DE LA IA

Durante la preparación del manuscrito se emplearon herramientas de inteligencia artificial generativa únicamente como apoyo para la revisión de estilo, mejora de la redacción, corrección gramatical y organización del texto. Todas las decisiones relacionadas con el diseño de la investigación, la recopilación y el análisis de los datos, la interpretación de los resultados, la elaboración de las conclusiones y la revisión final del contenido fueron realizadas exclusivamente por los autores.

REFERENCIAS

1. Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: Methods and models*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7799-1>
2. 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>
3. Bateman, I. J., Carson, R. T., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroglu, E., Pearce, D. W., Sugden, R., & Swanson, J. (2002). *Economic valuation with stated preference techniques*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781781009727>
4. Bateman, I. J., Garrod, G. D., Brainard, J. S., & Lovett, A. A. (1996). Measurement issues in the travel cost method: A geographical information systems approach. *Journal of Agricultural Economics*, 47(1-4), 191-205. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1996.tb00700.x>
5. Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression analysis of count data*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511814365>
6. Cesario, F. J. (1976). Value of time in recreation benefit studies. *Land Economics*, 52(1), 32-41. <https://doi.org/10.2307/3144984>
7. Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>

8. Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
9. Greene, W. H. (2012). *Econometric analysis* (7th ed.). Pearson Education.
10. Haab, T. C., & McConnell, K. E. (2002). *Valuing environmental and natural resources: The econometrics of non-market valuation*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781781952917>
11. Hilbe, J. M. (2011). *Negative binomial regression* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511973420>
12. LeSage, J., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to spatial econometrics*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420064254>
13. Loomis, J. B. (2005). Updated outdoor recreation use values on national forests and other public lands. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. General Technical Report PNW-GTR-658.
14. Meyerhoff, J., & Liebe, U. (2006). Protest beliefs in contingent valuation: Explaining their motivation. *Ecological Economics*, 57(4), 583-594. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.05.017>
15. Moran, P. A. P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1-2), 17-23. <https://doi.org/10.2307/2332142>
16. Monárrez-González, J. C., González-Elizondo, M. S., Márquez-Linares, M. A., Gutiérrez-Yurrita, P. J., & Pérez-Verdín, G. (2020). Effect of forest management on tree diversity in temperate ecosystem forests in northern Mexico. *PLOS ONE*, 15(5), e0233292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233292>
17. Paracchini, M. L., Zulian, G., Kopperoinen, L., Maes, J., Schägner, J. P., Termansen, M., Zandersen, M., Perez-Soba, M., Scholefield, P. A., & Bidoglio, G. (2014). Mapping cultural ecosystem services: A framework to assess the potential for outdoor recreation across the European Union. *Ecological Indicators*, 45, 371-385. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.04.018>
18. Parsons, G. R. (2003). The travel cost model. En P. A. Champ, K. J. Boyle, & T. C. Brown (Eds.), *A primer on nonmarket valuation* (pp. 269-329). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0826-6_9
19. Phaneuf, D. J., & Smith, V. K. (2021). *Recreation demand models*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003142294>
20. Rigolon, A. (2016). A complex landscape of inequity in access to urban parks: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 153, 160-169. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.017>
21. Rigolon, A., Browning, M. H. E. M., & Jennings, V. (2018). Inequities in the quality of urban park systems: An environmental justice investigation of cities in the United States. *Landscape and Urban Planning*, 178, 156-169. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.05.026>
22. Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data* (2 ed.). MIT Press.
23. Zandersen, M., & Tol, R. S. J. (2009). A meta-analysis of forest recreation values in Europe. *Journal of Forest Economics*, 15(1-2), 109-130. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2008.07.006>