



Efecto de los centros comerciales en el precio de la vivienda: el caso de Medellín

Hernán Darío Villada-Medina¹; Luisa Díez-Echavarría²; Diana Carolina López-Aristizabal³; Juan Carlos Castañeda⁴; Isabel Cristina Velásquez-Pérez⁵

Recibido: 11 de diciembre del 2022 / Enviado a evaluar: 20 de diciembre del 2022 / Aceptado: 18 de julio del 2023

Resumen. El precio de una vivienda está determinado tanto por factores intrínsecos o propios del inmueble, como por factores extrínsecos o del entorno. En este estudio se evalúa el efecto de la cercanía de los centros comerciales en el precio de la vivienda en Medellín. Se estiman modelos hedónicos usando econometría espacial y se determina el área de influencia (buffer) de los centros comerciales. Se encuentra que cuando una vivienda está a una distancia de hasta 0.5 km de un centro comercial, su valor puede incrementar entre 3.59% y 7.39%. El análisis de externalidades es relevante no solo por ser un insumo para instrumentos de ordenamiento territorial, sino para las decisiones de actores del mercado de vivienda como constructoras y ciudadanos.

Palabras clave: Buffer; centros comerciales; econometría espacial; precios de vivienda.

[en] Effect of shopping centers on housing prices: the case of Medellín

Abstract. Housing prices are determined not only by the intrinsic factors of the property itself but also by the extrinsic factors of the environment. This study evaluates the impact of the proximity of shopping centers on the price of real estate property in Medellín. Hedonic models are estimated using spatial econometrics and the area of influence (buffer) of shopping centers is determined. The results show that when a dwelling is located up to 0.5 km from a shopping mall, its value can increase between 3.59% and 7.39%. The analysis of this kind of externalities is relevant not only because it is an input for territorial planning but also for the decisions of real estate market actors such as builders and citizens.

Keywords: Buffer zone; shopping centers; spatial econometrics; housing prices.

¹ Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín (Colombia).

E-mail: hernanvillada@itm.edu.co

² Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín (Colombia).

E-mail: luisadiez@itm.edu.co

³ Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín (Colombia).

E-mail: mlemosh@eafit.edu.co

⁴ Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín (Colombia).

⁵ Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín (Colombia).

[fr] Effet des centres commerciaux sur les prix des logements: le cas de Medellín

Résumé. Le prix d'une maison est déterminé à la fois par des facteurs intrinsèques ou spécifiques à la propriété et par des facteurs extrinsèques ou environnementaux. Cette étude évalue l'effet de la proximité des centres commerciaux sur le prix du logement à Medellín. Des modèles hédoniques sont estimés à l'aide de l'économétrie spatiale et la zone d'influence (tampon) des centres commerciaux est déterminée. On constate que lorsqu'une maison se trouve à une distance allant jusqu'à 0,5 km d'un centre commercial, sa valeur peut augmenter entre 3,59% et 7,39%. L'analyse des externalités est pertinente non seulement parce qu'elle est un intrant pour les instruments d'aménagement du territoire, mais aussi pour les décisions des acteurs du marché du logement tels que les constructeurs et les citoyens.

Mots-clés: Tampon; centres commerciaux; économétrie spatiale; prix des logements.

Cómo citar. Villada-Medina, H.D., Díez-Echavarría, L., López-Aristizabal, D.C., Castañeda, J.C. y Velásquez-Pérez, I.C. (2023): Efecto de los centros comerciales en el precio de la vivienda: el caso de Medellín. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 43(2), 555-573.

Sumario. 1. Introducción. 2. Revisión de literatura. 3. Metodología. 3.1 Área de estudio. 3.2. Datos. 3.3. Modelo de precios hedónico. 3.4. Modelos de econometría espacial. 4. Resultados. 5. Conclusiones. 6. Referencias.

1. Introducción

Los centros comerciales (CC) juegan un papel crucial en la recomposición urbana en el contexto de la globalización económica (Lulle & Paquette, 2007), generando desarrollo y favoreciendo la vida colectiva (Muñoz Echavarría, 2016). Dados los beneficios de tener sitios de compra y esparcimiento en un solo lugar (Muñoz Echavarría, 2016), resulta muy atractivo visitar los CC, y la cercanía desde la vivienda emite una sensación de mejora en la calidad de vida (Kou et al., 2021) pudiendo denotar un valor agregado a los inmuebles (Das et al., 2021).

El mercado de viviendas tiene un gran peso en la economía no solo de Colombia (DANE, 2022; Das et al., 2021) sino del mundo porque representa un indicador de ciclo económico (Das et al., 2021; Kou et al., 2021). El precio de los inmuebles está condicionado por dos tipos de factores: los intrínsecos, que son los relacionados a la vivienda misma (área de la vivienda, número de habitaciones, calidad de los acabados, etc.) y los extrínsecos, generalmente conocidos como amenidades, que se asocian a la zona en donde se encuentra la vivienda (infraestructura del barrio, medios de transporte, cercanía a sitios de interés, etc.) (Can, 1992; D'Acci, 2019).

A pesar de conocer los factores que afectan el precio de la vivienda, su comprensión es todavía muy limitada porque los estudios y herramientas para estimarlos se centran en los atributos intrínsecos de la vivienda, dejando a un lado otros factores que pueden ser determinantes (Kou et al., 2021). Además, los estudios que involucran atributos extrínsecos tienen resultados muy heterogéneos, lo que no permite tener conclusiones claras (Riccioli et al., 2021).

Al igual que con otras amenidades, un CC puede generar efectos positivos y efectos negativos en la calidad de vida de los habitantes de la zona, los cuales se verán reflejados en el precio de las viviendas. Dentro de los efectos positivos se encuentra el nivel de comodidad que genera la cercanía a un centro comercial por el fácil acceso a las tiendas, las instalaciones de entretenimiento y en general el ahorro en tiempo y costos de desplazamiento para la obtención de la variedad de bienes y servicios que ofrecen los CC. De otro lado, los factores negativos están asociados al ruido, la congestión vehicular y contaminación que puede generar un centro comercial grande (des Rosiers et al., 1996).

A pesar de que se presume que la cercanía de las viviendas a los CC puede aumentar su precio no se ha confirmado esa hipótesis para la ciudad de Medellín, ni mucho menos la magnitud de ese aumento o el área de influencia de ese posible efecto. Este estudio se ocupa de medir el efecto de la distancia a un CC sobre el precio de la vivienda usada en la ciudad de Medellín. Se hace uso de la econometría espacial para estimar un modelo hedónico que incluye un buffer (zona de influencia) para mejorar su capacidad explicativa (Chica-Olmo et al., 2019).

El análisis del efecto de amenidades como los CC es relevante para intereses tanto públicos como privados. Sobre los intereses públicos, este estudio es un insumo para instrumentos de ordenamiento territorial, que tengan en cuenta las implicaciones y relaciones entre los equipamientos y las viviendas en el marco de los ideales de ciudad y del Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 (ODS 11): Ciudades y comunidades sostenibles (CEPAL, 2015). Sobre los intereses privados, es útil para que los actores del mercado de vivienda como constructoras y ciudadanos tomen decisiones más informadas.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. La Sección 2 proporciona una visión general de la literatura sobre el tema. La sección 3 presenta los datos empleados y describe la especificación de los modelos empleados. La sección 4 discute los resultados empíricos. Finalmente, la Sección 5 resume los hallazgos del estudio.

2. Revisión de literatura

Sobre los estudios de las externalidades que pueden afectar el precio de la vivienda, y reconociendo que en los modelos se incluyen diferentes variables intrínsecas y extrínsecas, en la Tabla 1 se resumen los principales hallazgos. En general, la cercanía a los CC parece tener un efecto positivo en el precio de las viviendas, pero ese efecto no es tan claro al tener presente otros aspectos asociados al flujo de personas hacia ellos y al tamaño. Por ejemplo, (Yu et al., 2012) argumentan que, mientras más cercanía entre la vivienda y el CC (de 0 a 3 minutos en carro) no se puede concluir cuál es el efecto en el precio porque hay sitios donde crece por las ventajas de tener ese espacio cerca, y otros donde decrece, probablemente por la congestión y el ruido en las zonas aledañas CC. Por otro lado, (Zhang et al., 2019)

reportan que la accesibilidad al CC en términos de la cantidad de rutas de buses parece tener efectos negativos en el precio, pues eso implica congestión y ruido. Y (Zhang et al., 2020) señalan que el tamaño y escala del CC influye en el precio de la vivienda: la cercanía a CC pequeños disminuye el precio, mientras que la cercanía a CC grandes lo aumenta.

Tabla 1. Revisión de literatura.

Referencia	Localización	Metodología	Variable dependiente	Variable independiente	Resultado
(Yu et al., 2012)	Tennessee, Estados Unidos	Método hedónico	Precio venta vivienda	Tiempo (minutos) de conducción alrededor del CC.	0-3 min: no es concluyente 3-10 min: aumenta 10-20 min: disminuye
(Lee, 2013)	White City, Londres	Análisis de diferencias en diferencias	Índice de los precios de vivienda	Momento de apertura del CC y cercanía de la vivienda	Aumenta
(Li et al., 2015)	Xiamen, China	Método Huff y método hedónico	Precio promedio de la vivienda	Ubicación, estructura y vecindario	Aumenta
(Yang et al., 2019)	Xiamen, China	Método hedónico, y econometría espacial	Precio vivienda	Ubicación	Aumenta
(Zhang et al., 2019)	Hong Kong, China	Método hedónico y método de gradiente de precio	Precio vivienda	Distancia Accesibilidad (número de rutas de buses)	Distancia: aumenta Accesibilidad: disminuye
(Zhang et al., 2020)	China	Método Hedónico, Método precio geográfico	Precio vivienda	Accesibilidad de los CC dado su tamaño	CC grandes: aumenta CC pequeños: disminuye
(Kou et al., 2021)	Melbourne, Australia	Método hedónico y regresión logística	Precio vivienda	Atributos de la vivienda	Aumenta
(Das et al., 2021)	Estados Unidos	Redes neuronales geo-espaciales y método hedónico	Precio vivienda	Ubicación	Aumenta

Fuente: Elaboración propia.

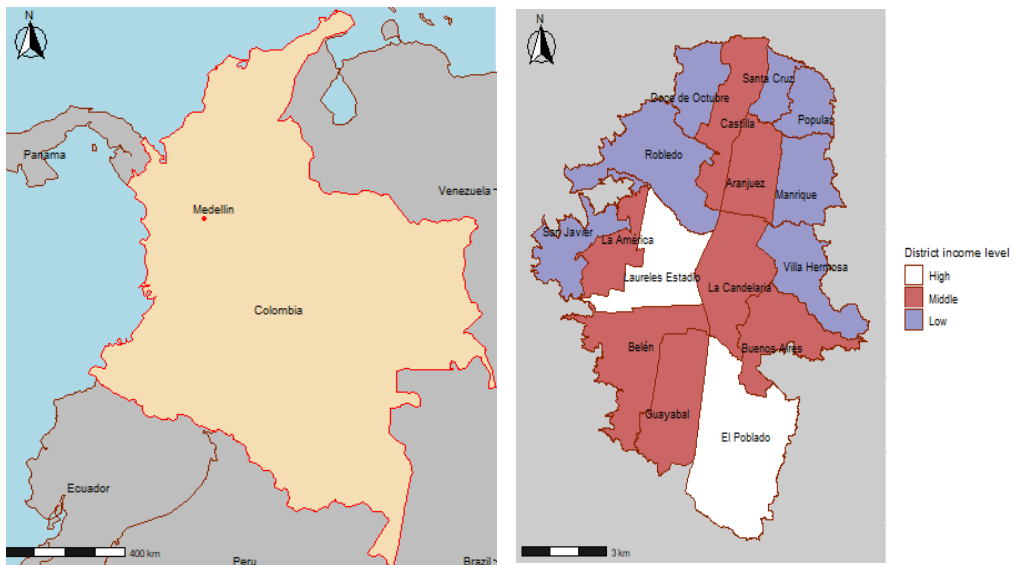
Adicionalmente, el método hedónico es uno de los más utilizados debido a su potencial para evaluar el impacto que tienen diferentes variables sobre el precio de una vivienda; y es de destacar que dentro de la literatura consultada no se evidencian artículos aplicados al contexto latinoamericano, representando una oportunidad de estudio.

3. Metodología

3.1 Área de estudio

Medellín se encuentra ubicada al norooccidente de Colombia (Figura 1.a), y se localiza a 1.5 km sobre el nivel del mar en la región conocida como Valle de Aburrá con un área de 380.64 km². Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018, se estima que en Medellín hay 2,376,337 habitantes y 798,017 viviendas, valores que crecieron 6.9% y 33.8% respectivamente, con respecto al censo de 2005 (Departamento Nacional de Estadística - DANE, 2019).

Figura 1. a) Mapa de Colombia con la ubicación de la ciudad de Medellín (lado izquierdo) y b) mapa de Medellín con sus 16 comunas y respectivos estratos socioeconómicos predominantes (lado derecho).



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1.b se muestra que la ciudad está dividida político-administrativamente en 16 comunas y éstas a su vez se pueden clasificar de acuerdo con el estrato socioeconómico predominante: bajo, medio y alto (Medellín Cómo Vamos, 2022). Medellín es la segunda ciudad de Colombia con más CC, alcanzando cerca del 27% de los existentes en las ciudades principales; y al finalizar el año 2021 se alcanzaron cerca de 993.370 m² de estos espacios en el Valle de Aburrá (Colliers, 2021).

3.2. Datos

Se tienen datos correspondientes a 3,597 ventas de viviendas usadas realizadas entre los meses de mayo de 2019 y abril de 2020, tomados de la página del Observatorio Inmobiliario de Medellín (OIME, 2022). Cada observación contiene, además de la localización geográfica, información correspondiente al precio de la vivienda, área, tipo (apartamento o casa), comuna, distancia al centro de la ciudad y la distancia más cercana a los siguientes puntos de interés: CC, centro deportivo, universidad o colegio, hospital, centro religioso y estación de policía. La Tabla 2 presenta la estadística descriptiva de la base de datos. Las variables no presentaron problemas de multicolinealidad debido a que el factor de inflación de la varianza (VIF) fue menor que 10 en todos los casos.

En la Figura 2 se presenta la ubicación de las viviendas consideradas en el estudio representadas por un triángulo en donde su tamaño y color están asociados al precio del inmueble. Se observa que la mayoría de los precios de las viviendas están por debajo de 1,000 millones de COP y, como era de esperar, las viviendas de mayor precio, se encuentran ubicados en las comunas de altos ingresos, particularmente en la comuna El Poblado (suroriente de la ciudad).

Los CC seleccionados son aquellos que entran en la clasificación de centro comercial regional (regional mall) y súper centro comercial regional (regional mall) según el ICSC (International Council of Shopping Centers, Consejo Internacional de Centros Comerciales). Dentro de estas categorías se encuentran los CC que además de contar con una gran variedad de oferta de almacenes de distintos tipos, ofrecen a sus visitantes amplias zonas de comida, entretenimiento y salas multicine. En la Figura 2 se observa que, de los 14 centros comerciales, 6 están ubicados en comunas de ingresos altos y los 8 restantes están ubicados en comunas de ingresos medios.

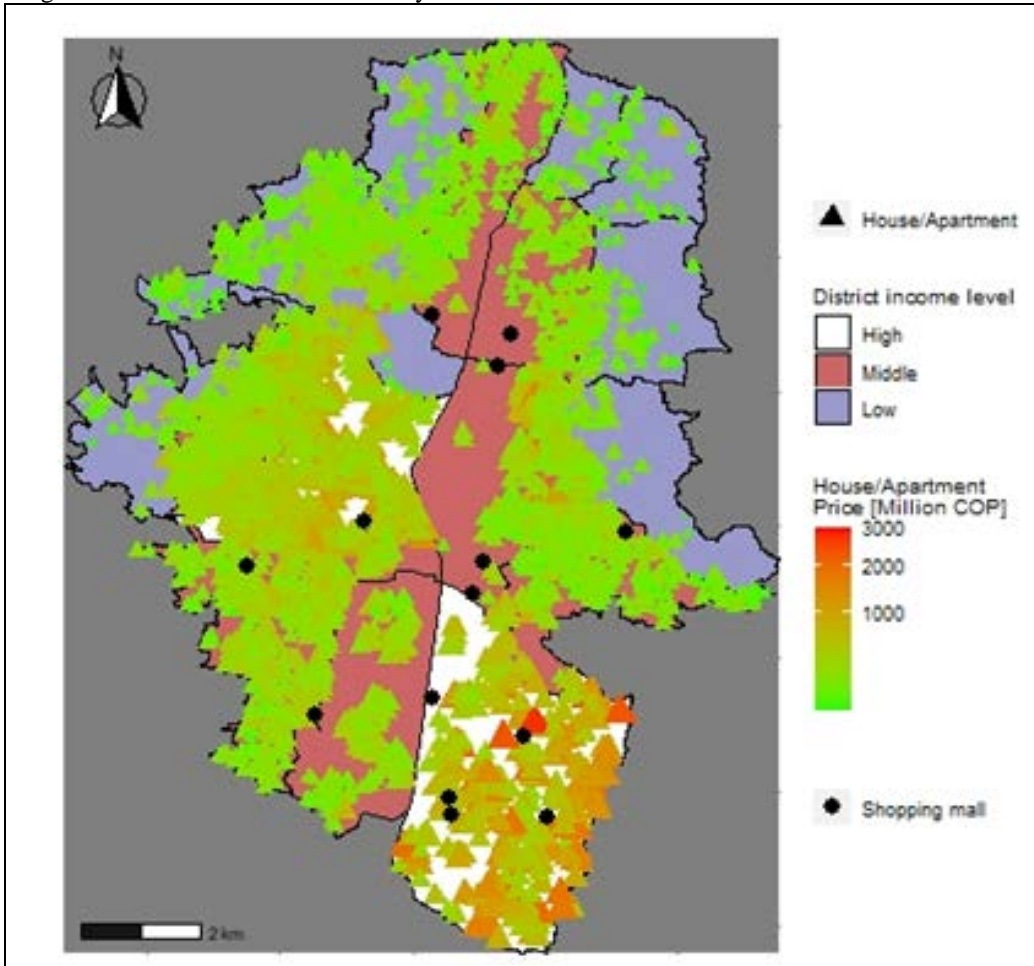
Tabla 2. Estadísticas descriptivas de las observaciones de las viviendas de Medellín.

Variables continuas (abreviatura)	# Observ	Min	Promedio	Max	Desv. Est.
Precio [COP*] (<i>P</i>)		24,350,000	347,900,000	2,801,000,000	291,311,267
Área [m ²] (<i>A</i>)		24.0	141.2	631.0	86.1
Distancia al centro comercial más cercano [km] (<i>dCC</i>)	14	0.10	1.58	4.76	0.95
Distancia al centro de la ciudad [km] (<i>dcentr</i>)	1	0.49	3.79	7.85	1.43
Distancia a la unidad deportiva más cercana [km] (<i>ddepor</i>)	355	0.01	0.36	1.43	0.23
Distancia al colegio/universidad más cercano [km] (<i>dedu</i>)	670	0.00	0.23	1.00	0.16
Distancia al hospital más cercano [km] (<i>dhosp</i>)	155	0.01	0.56	2.15	0.39
Distancia al centro religioso más cercano [km] (<i>drelig</i>)	423	0.01	0.29	1.45	0.20
Distancia a la estación de policía más cercana [km] (<i>dpoli</i>)	38	0.02	1.02	3.62	0.55
Variables dummy (abreviatura)	Apartamento	Casa	Total		
Apartamento/ Casa	1,830	1,767	3,597		
Comuna de estratos bajos (<i>est.bajo</i>)	389	409	798		
Comuna de estratos medios (<i>est.medio</i>)	924	1,100	2,024		
Comuna de estratos altos (<i>est.alto</i>)	517	258	775		

*COP: pesos colombianos

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Ubicación de las viviendas y los centros comerciales.



Fuente: Elaboración propia.

3.3. Modelo de precios hedónico

Dentro de los modelos matemáticos aplicados para la valoración del efecto de factores extrínsecos en el precio de las viviendas, el más usado es el modelo de precios hedónicos (Agudelo Torres et al., 2021; des Rosiers et al., 1996; Rosen, 1974), en donde todos los atributos espaciales y no espaciales que afectan el valor de la propiedad se analizan juntos, generalmente mediante una regresión lineal múltiple. El modelo de precios hedónicos puede escribirse según la Ecuación 1, donde P es el

precio de la vivienda; β_0 es una constante; X_i es la i -ésima característica de la vivienda (p.ej. área, tipo, distancia a un hospital, etc.); y ε representa el error.

$$P = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon \quad \text{Ecuación 1}$$

La relación entre los precios de las propiedades y la ubicación de los CC se mide mediante la creación de un buffer. Inicialmente se plantea el modelo de precios hedónicos de la Ecuación 2 (en adelante, “modelo 1”), donde $\ln P$ es el logaritmo natural del precio de la vivienda; α es el coeficiente de *dCC*; y el resto de las variables están definidas como se indicó anteriormente.

$$\ln P = \beta_0 + \alpha dCC + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \varepsilon \quad \text{Ecuación 2}$$

Luego, se establece el modelo de precios hedónicos descrito en la Ecuación 3 (en adelante, “modelo 2”) y se establece el radio del buffer que genere el coeficiente R^2 más alto.

$$\ln P = \beta_0 + \gamma \text{buffer} + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \varepsilon \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde *buffer* es una variable *dummy* que toma el valor de 1 si la vivienda se encuentra dentro del radio de influencia del buffer, y 0 en caso contrario. Se espera que el efecto de la ubicación de los CC disminuya considerablemente o desaparezca después de una determinada distancia y que, por lo tanto, el modelo 2 presente mejores resultados que el modelo 1.

3.4. Modelos de econometría espacial

La aplicación de la metodología econométrica tradicional a datos de naturaleza espacial es problemática debido a la correlación espacial que se presenta cuando hay niveles de dependencia espacial entre las variables, lo cual es particularmente válido en el mercado inmobiliario en el que las viviendas de mayor y menor precio tienden a estar aglomeradas en lugares específicos (Anselin, 1989; Basu & Thibodeau, 1998). Dentro de los modelos que consideran la ubicación geográfica de las observaciones, los más usados son el *spatial autoregressive model* (SAR) y el *spatial error model* (SEM) (Arbia, 2014). Ambos modelos incluyen una matriz W ($n \times n$) de pesos espaciales, en donde cada una de sus entradas w_{ij} refleja la estructura espacial entre las observaciones i y j . Las entradas de la matriz W son generalmente 1 y 0 (o la

distancia inversa) dependiendo de si se cumple o no con un criterio de vecindad que puede definirse con base en un radio de distancia o un determinado número k de vecinos más cercanos (Arbia, 2014). En este trabajo se utiliza una matriz con las distancias inversas de los k vecinos más cercanos en un radio de distancia que garantice al menos 1 vecino para cada caso estudiado. El modelo 1 y el modelo 2 adaptados al modelo SAR quedan expresados como se muestra en la Ecuación 4 y la Ecuación 5 respectivamente, donde $W \ln P$ es un vector que representa el rezago espacial del logaritmo natural del precio de las viviendas y ρ es el coeficiente de dicho vector.

$$\ln P = \rho W \ln P + \beta_0 + \alpha dCC + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \varepsilon \quad \text{Ecuación 4}$$

$$\ln P = \rho W \ln P + \beta_0 + \gamma buffer + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon \quad \text{Ecuación 5}$$

El modelo 1 y el modelo 2 adaptados al modelo SEM quedan expresados según la Ecuación 6 y Ecuación 7 respectivamente, donde Wu es un vector que representa el rezago espacial de los errores y λ es el coeficiente de dicho vector.

$$\begin{aligned} \ln P &= \beta_0 + \alpha dCC + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + u \\ u &= \lambda Wu + \varepsilon \end{aligned} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$\begin{aligned} \ln P &= \beta_0 + \gamma buffer + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + u \\ u &= \lambda Wu + \varepsilon \end{aligned} \quad \text{Ecuación 7}$$

Todos los cálculos se realizan usando la librería *spdep* del software R.

4. Resultados

En la Tabla 3 se presentan los resultados para el modelo 1 estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios (modelo 1-OLS), con las especificaciones SAR (modelo 1-SAR) y SEM (modelo 1-SEM) estimados mediante máxima verosimilitud. En el caso del modelo 1-OLS se observa que, con excepción de la variable distancia al centro de la ciudad (*dcent*), todas las variables son significativas con un nivel de confianza de al menos un 5%.

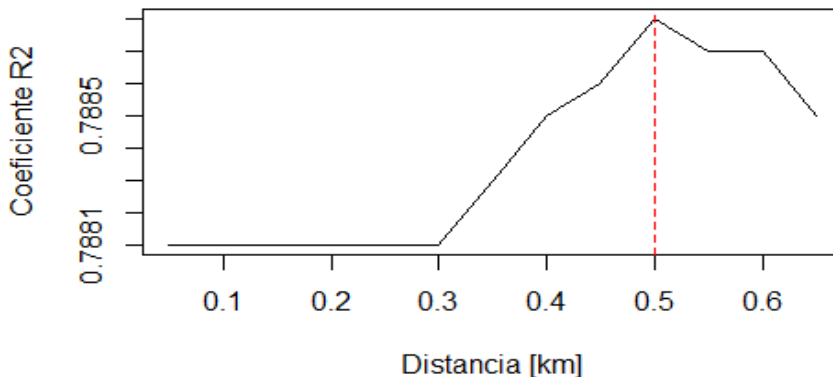
Tabla 3. Resultados del modelo 1 estimados mediante OLS y con las especificaciones SAR y SEM.

	Modelo 1-OLS		Modelo 1-SAR		Modelo 1-SEM	
	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p
Constante	14.3757	0.0000 ***	3.6916	0.0000 ***	15.2990	0.0000 ***
Distancia a CC						
<i>dCC</i>	-0.0642	0.0000 ***	-0.0010	0.8913	-0.0479	0.1193
VARIABLES ESTRUCTURALES						
<i>logarea</i>	0.9688	0.0000 ***	0.8278	0.0000 ***	0.8442	0.0000 ***
<i>apartamento</i>	REF		REF		REF	
<i>casa</i>	0.1772	0.0000 ***	0.0585	0.0000 ***	0.0725	0.0000 ***
VARIABLES ESPACIALES						
<i>dcentr</i>	-0.0040	0.4869	0.0135	0.0050 ***	-0.0360	0.02426
<i>ddepor</i>	0.1643	0.0000 ***	0.0491	0.0420 *	0.0801	0.0283 *
<i>dedu</i>	0.1542	0.0007 ***	0.1294	0.0006 ***	0.0768	0.0886
<i>dhosp</i>	-0.0928	0.0000 ***	-0.0523	0.0018 **	-0.0998	0.0020 **
<i>drelig</i>	0.2937	0.0000 ***	0.1262	0.0000 ***	0.0973	0.0116 *
<i>dpoli</i>	-0.0295	0.0264 *	-0.0368	0.0008 ***	-0.0229	0.4454
<i>Wy(ρ)</i>	-		0.5952	0.0000 ***	-	
<i>Wu(λ)</i>	-		-		0.9342	0.0000 ***
VARIABLES SOCIOECONÓMICAS						
<i>est.bajo</i>	REF		REF		REF	
<i>est.medio</i>	0.2666	0.0000 ***	0.0917	0.0000 ***	0.1624	0.0000 ***
<i>est.alto</i>	0.6560	0.0000 ***	0.1515	0.0000 ***	0.3573	0.0000 ***
DEPENDENCIA ESPACIAL						
Moran's I	0.2902	0.0000 ***	-		-	
LM-Error	8202.9	0.0000 ***	-		-	
LM-Lag	2558.5	0.0000 ***	-		-	
Robust LM-Error	6176.9	0.0000 ***	-		-	
Robust LM-Lag	532.5	0.0000 ***	-		-	
AJUSTE DEL MODELO						
<i>R²</i>	0.7912		0.8556		0.8607	
N	3,597		3,597		3,597	
AIC	2,744.8		1,433.1		1,303.9	

Fuente: Elaboración propia.

El signo negativo de la variable dCC indica que entre mayor sea la distancia de una vivienda a un CC menor será su precio, o de manera equivalente, entre más cerca se encuentre una vivienda de un CC, mayor será su precio. De acuerdo con el test de Moran I, el modelo presenta correlación espacial positiva y significativa. En el modelo 1-SAR y el modelo 1-SEM, el uso de los modelos econométricos espaciales se valida debido a que en modelo 1-SAR el coeficiente ρ es positivo y significativo, en el modelo 1-SEM el coeficiente λ también es positivo y significativo y además se observa que el estadístico AIC se reduce. Sin embargo, en el modelo 1-SAR y modelo 2-SEM el coeficiente correspondiente a la variable dCC conserva el signo negativo, pero ya no es significativo. Esto indica que la distancia al CC más cercano no tiene estadísticamente efecto en el precio de las viviendas. Una posible explicación para que el efecto de una amenidad en el precio de las viviendas no sea significativo es que dicho efecto solo exista hasta una distancia determinada y luego desaparezca.

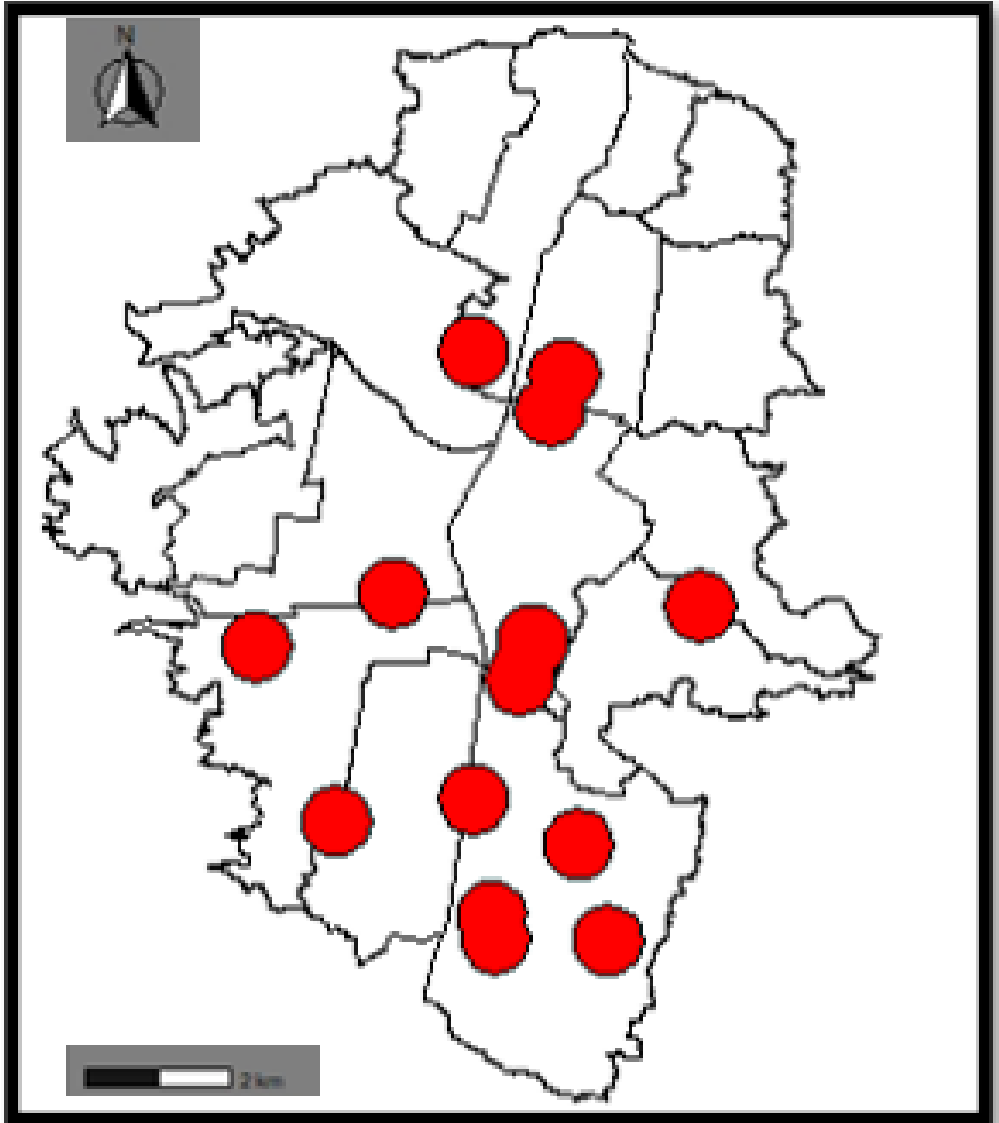
Figura 3. Cambio del coeficiente R^2 del modelo 2-OLS de precios hedónicos vs radio del buffer.



Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de indagar si este es el caso de los CC en la ciudad de Medellín, se utilizó el modelo 2 calculado mediante OLS (modelo 2-OLS) variando el radio del buffer desde 0 km hasta 2.0 km. En la Figura 3 se observa que a medida que el radio del buffer del modelo 2-OLS aumenta desde 0 hasta 0.5 km, el coeficiente R^2 del modelo aumenta, y de esta distancia en adelante el coeficiente R^2 disminuye. Esto indica que un buffer con radio de influencia de 0.5 km alrededor de los CC (Figura 4) hace que el modelo tenga una capacidad de explicación máxima de los precios de las viviendas correspondiente a un coeficiente R^2 de 0.7888.

Figura 4. Mapa de Medellín con buffers de 0.5 km de radio alrededor de los CC.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se presentan los resultados para el modelo 2 estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios (modelo 2-OLS), con las especificaciones SAR (modelo 2-SAR) y SEM (modelo 2-SEM), estimados mediante máxima verosimilitud y en donde el buffer cuenta con un radio de influencia de 0.5 km. En el caso del

modelo 2-OLS se observa que, con excepción de la variable distancia a la estación de policía más cercana (*dpoli*), todas las variables son significativas con un nivel de confianza de al menos un 0.1%. El signo positivo de la variable *buffer* indica que si la vivienda se encuentra dentro de la zona de influencia del buffer su precio será más alto. De acuerdo con el test de Moran I, el modelo 2-OLS, presenta correlación espacial positiva y significativa. En el modelo 2-SAR y modelo 2-SEM, el uso de los modelos econométricos espaciales se valida debido a que en el modelo 2-SAR el coeficiente ρ es positivo y significativo, en el modelo 2-SEM el coeficiente λ también es positivo y significativo y además se observa que el estadístico AIC se reduce. En ambos modelos, el coeficiente correspondiente a la variable *buffer* conserva el signo positivo y tiene una significancia del 10% en el modelo 2-SAR y 1% en el modelo 2-SEM. La especificación SEM presenta un mejor ajuste que la especificación SAR ya que muestra un coeficiente R^2 de 0.8609 y un AIC de 1,298.7, mientras que en la especificación SAR del modelo estos valores son de 0.8557 y 1,430.4. Estos resultados presentan un mayor coeficiente R^2 y un menor AIC que la respectiva especificación del modelo 1. Esto indica que una distancia al centro comercial más cercano menor que 0.5 km tiene estadísticamente un efecto significativo y positivo en el precio de las viviendas de la ciudad de Medellín.

En cuanto al resto de las variables del modelo 2-SAR y modelo 2-SEM, se observa que los coeficientes de todas las demás variables independientes son significativos (excepto los coeficientes de *dedu* y *dpoli* en el modelo 2-SEM) y conservan el mismo signo (excepto el coeficiente de *dcentr* que es positivo en el modelo 2-SAR y negativo en el modelo 2-SEM). Es claro que la variable *logarea* es por mucho la variable más importante en la determinación del precio de la vivienda, ya que sus coeficientes son considerablemente mayores que los del resto de las variables. También se observa que, según los coeficientes de la variable *Casa*, si la vivienda es casa, ésta tiene un precio mayor. El signo negativo de las variables *dhosp*, y *dpoli* indica que los centros hospitales y estaciones de policía son considerados factores extrínsecos positivos, y la cercanía a ellos incrementa el precio de las viviendas. Esto es contrario a lo que sucede con las variables *ddepor*, *dedu* y *drelig*, cuyo signo positivo indica que la cercanía a centros deportivos, instituciones educativas y centros religiosos genera una disminución en el precio de las viviendas. Finalmente, el valor de las variables *est.medio* y *est.alto* muestran, como era de esperar, que una vivienda tiene mayor valor si en lugar de estar ubicada en una comuna de bajos ingresos se encuentra en una comuna de ingresos medios, y aún más, si está localizada en una comuna de ingresos altos.

Tabla 4. Resultados del modelo 2 estimados mediante OLS y con las especificaciones SAR y SEM.

	Modelo 2-OLS		Modelo 2-SAR		Modelo 2-SEM	
	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p	Coef.	Valor p
Constante	14.2650	0.0000 ***	3.7134	0.0000 ***	15.2828	0.0000 ***
Distancia a CC						
<i>Buffer (fuera)</i>	REF		REF		REF	
<i>Buffer (dentro)</i>	0.0919	0.0003 ***	0.0352	0.0955 .	0.0713	0.0064 **
Variables estructurales						
<i>logarea</i>	0.9730	0.0000 ***	0.8279	0.0000 ***	0.8444	0.0000 ***
<i>apartamento</i>	REF		REF		REF	
<i>casa</i>	0.1786	0.0000 ***	0.0589	0.0000 ***	0.0724	0.0000 ***
Variables espaciales						
<i>dcentr</i>	-0.0207	0.0002 ***	0.0126	0.0058 ***	-0.0560	0.0559 .
<i>ddepor</i>	0.1896	0.0000 ***	0.0473	0.0473 *	0.0805	0.0277 *
<i>dedu</i>	0.1581	0.0005 ***	0.1245	0.0031 **	0.0714	0.1136
<i>dhosp</i>	-0.1252	0.0000 ***	-0.0484	0.0031 **	-0.0947	0.0034 **
<i>drelig</i>	0.3390	0.0000 ***	0.1258	0.0000 ***	0.0965	0.0123 *
<i>dpoli</i>	-0.0134	0.3065	-0.0377	0.0005 ***	-0.0209	0.4896
$Wy(\rho)$	-		0.5941	0.0000 ***	-	
$Wu(\lambda)$	-		-		0.9384	0.0000 ***
Variables socioecon						
<i>est.bajo</i>	REF		REF		REF	
<i>est.medio</i>	0.2968	0.0000 ***	0.0908	0.0000 ***	0.1614	0.0000 ***
<i>est.alto</i>	0.6934	0.0000 ***	0.1513	0.0000 ***	0.3593	0.0000 ***
Dependencia espacial						
Moran's I	0.2898	0.0000 ***	-		-	
LM-Error	8177.9	0.0000 ***	-		-	
LM-Lag	2505.6	0.0000 ***	-		-	
Robust LM-Error	6231.7	0.0000 ***	-		-	
Robust LM-Lag	559.4	0.0000 ***	-		-	
Ajuste del modelo						
R^2	0.7888		0.8557		0.8609	
N	3,597		3,597		3,597	
AIC	2,786.4		1,430.4		1,298.7	

Fuente: Elaboración propia.

Para interpretar el coeficiente de la variable *buffer* (γ) del modelo 2-SAR y modelo 2-SEM, se debe tener en cuenta que *buffer* es una variable *dummy* que toma el valor de cero (0) cuando la distancia de una vivienda al centro comercial más cercano es superior o igual a 0.5 km, y uno (1) cuando esta distancia es menor a 0.5 km. Además, debido a que la variable dependiente *Precio* (P) se encuentra en forma

logarítmica, para calcular el cambio porcentual en el precio de la vivienda debido a una ubicación de máximo 0.5 km de un CC, es necesario usar la Ecuación 8.

$$\text{Cambio porcentual} = (e^{\gamma} - 1) * 100 \quad \text{Ecuación 8}$$

Finalmente, reemplazando los valores obtenidos de γ (0.0352 en el modelo 2 SAR y 0.0713 en el modelo 2 SEM) en la Ecuación 8, se observa que una vivienda incrementa su valor en un 3.59% según del modelo 2 SAR y 7.39% de acuerdo con el modelo 2 SEM. Esto implicaría que una vivienda con un precio de, por ejemplo, \$350 millones (aproximadamente el precio promedio de las viviendas de la muestra) si estuviera dentro de un radio de 0.5 km alrededor de un CC incrementaría su precio hasta \$362.6 millones según el modelo 2 SAR y hasta \$375.9 millones según el modelo 2 SEM.

5. Conclusiones

En este estudio se mide el efecto de la cercanía de los CC en el precio de la vivienda en Medellín (Colombia). Se emplean datos de 3,597 viviendas y 14 centros comerciales. Se aplican 2 modelos hedónicos estimados por OLS y por los modelos econométricos espaciales SAR y SEM estimados por máxima verosimilitud. En el primer modelo se utiliza la distancia de cada vivienda al CC más cercano y en el segundo modelo se utiliza una variable *dummy* que indica la ubicación de una vivienda dentro, o no, de un buffer.

Ambos modelos hedónicos estimados por OLS muestran que los datos presentan correlación espacial positiva, una característica común en datos de precios de vivienda. Las especificaciones SAR y SEM del modelo 1 indican que la distancia de las viviendas al centro comercial más cercano no es estadísticamente significativa. Una posible explicación de este resultado es que el efecto (positivo o negativo) de las amenidades sobre el precio de las viviendas puede producirse únicamente dentro de un área de influencia y desaparecer después de una distancia determinada (Chica-Olmo et al., 2019).

Los resultados del modelo 2 muestran que cuando una vivienda se encuentra a una distancia de hasta 0.5 km (radio del buffer) de un CC su precio puede incrementar 3.59% según el modelo SAR y 7.39% según el modelo SEM. Además, las especificaciones SAR y SEM del modelo 2 presentan un mayor coeficiente R² y un menor AIC que las respectivas especificaciones del modelo 1.

Teniendo en cuenta que la distancia de 0.5 km es usada en este tipo de estudios como punto de referencia de la distancia que una persona está dispuesta a caminar a un destino o para tomar transporte público (Echeverri Durán et al., 2019), podría afirmarse que los CC en Medellín influyen única y positivamente en el precio de las viviendas que se encuentren a una distancia que permita a las personas llegar caminando.

En términos teóricos, este efecto positivo de la ubicación de los CC en los precios de las viviendas se confirma con lo evidenciado en la revisión de literatura de otros contextos, y se destaca un creciente uso de metodologías que involucran el espacio. En ese sentido, este estudio muestra la relevancia de aplicar modelos con la dimensión espacial para confirmar, con mayor detalle, el signo de los efectos y sus magnitudes de las variables de interés. Y en términos prácticos, teniendo en cuenta que el precio de las viviendas está directamente asociado a la calidad de vida de sus habitantes (Kou et al., 2021), estos resultados son de utilidad para los encargados del ordenamiento territorial, quienes podrían promover la construcción de CC en zonas estratégicas de la ciudad. Estas zonas pueden ser elegidas, por ejemplo, con criterios de reducción de desigualdades en marco del ODS 11; y de esta manera, los entes de gobierno y la inversión privada podrían ayudar a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la ciudad.

Sin embargo, la promoción de la inversión privada, como instrumento de mejora en la calidad de vida debe considerar otros puntos de vista. Por ejemplo, si la construcción de CC produce un incremento en los precios de la vivienda alrededor, esto podría generar una presión económica en los habitantes de la zona debido a que la valorización de las viviendas iría acompañada de un incremento, no solamente del precio de los arriendos, sino también de los bienes y servicios. Esto podría provocar que los habitantes de la zona se vean obligados a desplazarse a barrios donde el costo de vida sea más barato, y de esta manera, los beneficiarios del incremento en la calidad de vida no serían los habitantes tradicionales de la zona sino nuevos grupos de personas con mayor capacidad adquisitiva.

Para trabajos futuros, se recomienda la implementación de este proceso metodológico para evaluar otras externalidades asociadas a los CC que también pueden influir en los precios como la polución y el ruido; los cuales, según la revisión de literatura realizada en este trabajo, no entregan hallazgos concluyentes.

6. Referencias

- Agudelo Torres, E. E., Ospina Espinoza, O. A., & González Virviescas, E. p. (2021). El valor de la vista sobre la ciudad : el caso los apartamentos en Envigado. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 14, 0–2.
- Anselin, L. (1989). Spatial Econometrics: Methods and Models. In D. A. Griffith (Ed.), *Economic Geography* (Vol. 65, Issue 2, pp. 160–162). JSTOR. <https://doi.org/10.2307/143780>
- Arbia, G. (2014). A Primer for Spatial Econometrics: With Applications in R. In *A Primer for Spatial Econometrics* (1st ed.). Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/9781137317940>

- Basu, S., & Thibodeau, T. G. (1998). Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17(1), 61–85. <https://doi.org/10.1023/A:1007703229507>
- Can, A. (1992). Specification and estimation of hedonic housing price models. *Regional Science and Urban Economics*, 22(3), 453–474. [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(92\)90039-4](https://doi.org/10.1016/0166-0462(92)90039-4)
- CEPAL. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Chica-Olmo, J., Cano-Guervos, R., & Tamaris-Turizo, I. (2019). Determination of buffer zone for negative externalities: Effect on housing prices. *Geographical Journal*, 185(2), 222–236. <https://doi.org/10.1111/geoj.12289>
- Colliers. (2021). *Reporte Mercado Retail*.
- D'Acci, L. (2019). Quality of urban area, distance from city centre, and housing value. Case study on real estate values in Turin. *Cities*, 91(November), 71–92. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.11.008>
- DANE. (2022). *Estadísticas de Licencias de Construcción*. ELIC. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/licencias-de-construccion>
- Das, S. S. S., Ali, M. E., Li, Y. F., Kang, Y. Bin, & Sellis, T. (2021). Boosting house price predictions using geo-spatial network embedding. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 35(6), 2221–2250. <https://doi.org/10.1007/s10618-021-00789-x>
- Departamento Nacional de Estadística - DANE. (2019). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. In *DANE*.
- des Rosiers, F., Lagana, A., Thériault, M., & Beaudoin, M. (1996). Shopping centres and house values: an empirical investigation. *Journal of Property Valuation and Investment*, 14(4), 41–62.
- Echeverri Durán, C., Restrepo, D. M., & Morales, L. F. (2019). Sustainable transport and housing market. An analysis for Medellín city. *Desarrollo y Sociedad*, 83, 145–183. <https://doi.org/10.13043/dys.83.4>
- Kou, J., Du, J., Fu, X., Zhang, G. Z., Wang, H., & Zhang, Y. (2021). The Effect of Regional Economic Clusters on Housing Price. In M. Qiao, G. Vossen, S. Wang, & L. Li (Eds.), *Databases Theory and Applications. ADC 2021* (Vol. 12610, pp. 180–191). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69377-0_15
- Lee, J. K. (2013). Mega-retail-led regeneration and housing price. *DisP - The Planning Review*, 49(2), 75–85. <https://doi.org/10.1080/02513625.2013.827510>
- Li, Y., He, L., Jiao, J., & Shen, G. (2015). Quantitative Study of Housing Price Based on Huff Model and Hedonic Method. In X. Chen & Q. Pan (Eds.), *Building Resilient Cities in China: The Nexus between Planning and Science* (Vol. 113, pp. 207–221). GeoJournal Library. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14145-9_17
- Lulle, T., & Paquette, C. (2007). Los grandes centros comerciales y la planificación urbana. Un análisis comparativo de dos metrópolis latinoamericanas / Major Commercial Centers and Urban Planning. A Comparative Analysis of Two Latin American Metropolises. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 22(2), 337. <https://doi.org/10.24201/edu.v22i2.1282>

- Medellín Cómo Vamos. (2022). *Así es Medellín*. Medellín Cómo Vamos. <https://www.medellincomovamos.org/medellin>
- Muñoz Echavarría, J. de J. (2016). Los centros comerciales en la reconfiguración territorial de la ciudad de Medellín y los nuevos imaginarios urbanos 1990 - 2011. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 238.
- OIME. (2022). *Mapas de Ofertas de Ventas*. Observatorio Inmobiliario de Medellín. <http://catastrooime.blogspot.com/p/mapa-de-ventas.html>
- Riccioli, F., Fratini, R., & Boncinelli, F. (2021). The impacts in real estate of landscape values: Evidence from tuscany (Italy). *Sustainability*, 13(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su13042236>
- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. *The Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55. <https://doi.org/https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/260169>
- Yang, L., Chau, K. W., & Wang, X. (2019). Are low-end housing purchasers more willing to pay for access to basic public services? Evidence from China. *Research in Transportation Economics*, 76(May), 100734. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.06.001>
- Yu, T. H., Cho, S. H., & Kim, S. G. (2012). Assessing the Residential Property Tax Revenue Impact of a Shopping Center. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 45(3), 604–621. <https://doi.org/10.1007/s11146-010-9292-x>
- Zhang, L., Zhou, J., Hui, E. C. M., & Wen, H. (2019). The effects of a shopping mall on housing prices: A case study in Hangzhou. *International Journal of Strategic Property Management*, 23(1), 65–80. <https://doi.org/10.3846/ijspm.2019.6360>
- Zhang, L., Zhou, J., & Hui, E. C. man. (2020). Which types of shopping malls affect housing prices? From the perspective of spatial accessibility. *Habitat International*, 96(January), 102118. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102118>