



Efectos económico-espaciales de la pandemia por Covid -19 sobre la vivienda con destino residencial en la localidad de Kennedy, Bogotá: Un estudio parcial en una zona de clustering en estratos 0 - 3, desde marzo del 2020.

Dairo Alberto Rico Jiménez

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Profesional en Economía con énfasis en Finanzas Internacionales.

Director:

Rafael Gustavo Mora Castro

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Facultad de Administración y Economía

Bogotá, Colombia

2021

Agradecimientos

A mis padres, María Inés Jiménez y Jorge Alberto Rico, que, con su incansable esfuerzo, valentía, dedicación y amor, han permitido la realización de todos mis logros y triunfos de toda la vida. También, a mi hermano Edwin Rico, que, con su conocimiento y experiencia, me guio desde muy joven por el camino de la educación. A la tía María Rico, que siempre estuvo apoyando desde lejos, todos mis procesos formativos desde niño.

Resumen

En el presente caso de estudio, se analiza el comportamiento de variables espaciales relacionadas con la vivienda urbana y el mercado inmobiliario, tras el confinamiento por Covid-19, con el fin de determinar la existencia de efectos económico-espaciales relacionados. Para esto, se emplean técnicas de econometría espacial básicas con el objetivo de validar la existencia de una zona de clustering en la localidad de Kennedy, y encontrar correlaciones entre las variables georreferenciadas en regiones contiguas. Los resultados validan la existencia de la zona de clustering, y de dependencia espacial entre los datos de los objetos, por lo que se concluyen efectos económico-espaciales relacionados con la disminución en los casos de ocupación ilegal con relación a la información sobre ocupación ilegal y valor comercial vecinal.

Abstract

In this case study, the behavior of spatial variables related to urban housing and the real estate market is analyzed, after confinement by Covid-19, in order to determine the existence of related spatial-economic effects. For this, basic spatial econometric techniques are used in order to validate the existence of a clustering zone in the Kennedy locality, and find correlations between georeferenced variables in contiguous regions. The results validate the existence of the clustering zone, and of spatial dependence between the data of the objects, for which economic-spatial effects related to the decrease in cases of illegal occupation are concluded in relation to the information on illegal occupation and neighborhood commercial value.

Descriptorios temáticos JEL: R1, R3, R32.

Palabras Clave: Geografía Económica, Economía Espacial, Comportamiento Espacial, Aglomeración, Clustering, Precios Espaciales.

Keywords: Economic Geography, Spatial Economics, Spatial Behavior, Agglomeration, Clustering, Spatial Prices.

1. Introducción

Los diferentes conflictos documentados por los medios locales entre arrendatarios y arrendadores desde mediados del año 2020, fueron la muestra inicial de lo que podría convertirse en un problema inclusive mucho más complejo en términos del hábitat y vivienda urbana en Bogotá. Una de las consecuencias de la pandemia por Covid-19 tiene que ver con la fuerte repercusión económica generada sobre gran parte de los sectores productivos, hecho que implica un mayor foco de atención por parte de las autoridades gubernamentales. Sin embargo, otras actividades económicas tales como la renta de capital por propiedad raíz, o la venta de bienes inmuebles nuevos y usados, no estuvieron en el centro de atención de la denominada “crisis económica, social y ambiental por Covid-19” luego del 30 de junio de 2020, cuando perdió vigencia el decreto 579 del 15 de abril de 2020, el cual reglamentaba la adopción de medidas transitorias en materia de propiedad horizontal y contratos de arrendamiento.

DANE (2018), proyecta que, para 2022, la cantidad total de viviendas en Bogotá puede ascender a 2.747.550, y para 2026 a 3.061.688. Estas cifras resultan inquietantes si se piensa en el futuro de las dinámicas urbanas de la ciudad, donde se plantean importantes obras civiles a mediano y largo plazo, y que tienen como finalidad principal, mejorar la movilidad en términos de tiempos de desplazamiento. Esto, debido al constante crecimiento espacial de la urbe y el incremento natural de la población. Por otro lado, el porcentaje promedio de viviendas en arriendo en la ciudad es de aproximadamente 43.4%, principalmente en estratos 1, 2 y 3, hecho que supone una elevada demanda de vivienda nueva, y a su vez mantiene activa la inversión privada y el dinamismo económico en este sector.

Dicho lo anterior, es menester pensar en las repercusiones que ha dejado la emergencia sanitaria y ambiental por Covid – 19, sobre la vivienda con destino residencial en las diferentes regiones del país, ya que, por medio de su comprensión, será posible plantear soluciones que conlleven a la creación de políticas públicas, reestructuraciones o ajustes para los planes ya existentes hacia futuro. Además, el posible deterioro de las condiciones de vida y hábitat de las personas, resulta ser un tema sensible al tratarse de un derecho fundamental

plasmado en la Constitución Política de Colombia, por lo que debe representar una variable fundamental en las agendas de investigación de las entidades oficiales del Estado.

En el presente trabajo, se busca encontrar algunos de los efectos económicos con implicaciones espaciales, ocurridos en zonas de vivienda urbana de la localidad de Kennedy tras el aislamiento ocasionado por la pandemia de Covid-19. De esta forma, los resultados del proceso servirán como insumo para la toma de decisiones sobre el tema mencionado, o para la creación de nuevas investigaciones que conlleven a la solución de los problemas evidenciados. Para el caso de estudio en cuestión, se toma como centro de análisis una perspectiva comercial basada en la ocupación ilegal de los predios, y los valores de referencia del terreno en una zona de aglomeración o clustering.

Inicialmente, se plantean la pregunta de investigación y los objetivos general y específicos, luego, se abordan las principales perspectivas epistemológicas sobre geografía económica, y de los modelos de econometría espacial utilizados en estudios previos, en la literatura recopilada para el marco conceptual. Seguidamente, se empieza a desarrollar los objetivos específicos con la caracterización espacial de la localidad por estratos socioeconómicos al nivel de manzana catastral, después, se realiza la validación empírica de la zona de clustering, y de las variables estudiadas para determinar la existencia de los efectos económico-espaciales. Por último, se presenta el análisis económico para luego exponer las conclusiones, y se dan algunas recomendaciones finales.

2. Pregunta investigación

¿Cuáles han sido los efectos económico-espaciales más significativos generados por la pandemia de Covid-19 en la vivienda con destino residencial y usos habitacional y comercial, en estratos 0 - 3 de la localidad de Kennedy en Bogotá?

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Identificar los efectos económico - espaciales, que provocó el confinamiento por la pandemia de Covid-19, sobre la vivienda con destino residencial y usos comercial y habitacional, en estratos 0 - 3 de la localidad de Kennedy en Bogotá, desde marzo de 2020.

3.2. Objetivos específicos

- 3.2.1.** Caracterizar espacialmente la población de estratos 0 - 3 en la localidad de Kennedy al nivel de manzana catastral.
- 3.2.2.** Recolectar información de fuentes secundarias acerca de las diferentes modificaciones sufridas en el espacio caracterizado de la localidad.
- 3.2.3.** Determinar empíricamente si hay evidencia de efectos económico-espaciales provocados por la pandemia de Covid-19, a través del uso de herramientas básicas de econometría espacial.
- 3.2.4.** Analizar la información obtenida con los resultados de la validación empírica realizada previamente.

4. Marco de Teórico

4.1. Bases epistemológicas

Los estudios económicos que tienen como objeto investigar sobre fenómenos ocurridos en lugares específicos, toman como referente, en muchas ocasiones, la teoría económica sobre el espacio, siendo este, un amplio campo de estudio que abarca subdisciplinas propias como la economía espacial, la economía ambiental y la geografía económica. Esta última, constituye una disciplina ligada a las ciencias humanas y sociales, y a la geografía propiamente dicha, por lo que suscita discusiones epistemológicas sobre paradigmas investigativos de fenómenos espaciales complejos en todo el globo. Además, el estudio de la geografía económica ha logrado consolidar fundamentos teóricos sólidos que pueden llegar a explicar la realidad de las diferentes dinámicas económicas que ocurren en los lugares, a través del uso de herramientas y modelos propios de las ciencias económicas para su análisis.

En este sentido, de Lucio (1997) define la geografía económica como una rama de las ciencias económicas que estudia las interacciones existentes entre el espacio y la actividad económica, por lo que abarca un gran número de cuestiones de interés en la investigación. (de Lucio, 1997). El autor destaca la existencia de una “marginalidad” en el papel que tuvo esta disciplina dentro de la teoría económica hasta entrado el siglo XXI, ocasionado por la ausencia de herramientas de análisis que le impidieron un mayor avance, pero principalmente por el valor que se le dio a la dimensión temporal en los recursos invertidos para la

investigación en teoría económica a lo largo del siglo XX. Sin embargo, con el paso del tiempo dichas barreras técnicas tienden a superarse y dicha predilección por la dimensión temporal en el paradigma investigativo, supone una ventaja para el futuro de la disciplina en términos de avance en materia teórica. (de Lucio, 1997)

De otro lado, Trívez (2004), define la economía espacial como el estudio de cómo el espacio, medido a través de la distancia, afecta el comportamiento económico, entendiendo el concepto de que cualquier economía tiene una dimensión espacial, donde demandantes y oferentes interactúan e intercambian los bienes y servicios en un espacio geográfico determinado. (Trívez, 2004). Trívez señala que la comprensión del objeto de estudio de esta disciplina resulta ser mucho más factible al pensar en la forma como los agentes económicos toman decisiones de localización, de manera que se ve afectada directamente la estructura económica de un país o de una región, tal como en el caso del comercio internacional, donde se propende por la ubicación estratégica que mejore los términos de intercambio. (Trívez, 2004)

De esta manera, los estudios de la economía en el espacio se pueden observar desde perspectivas diferentes sin que cambie de manera significativa la participación de la dimensión espacial como una variable esencial, dentro de la investigación económica. Este hecho, supone la articulación de una serie de elementos conceptuales estudiados desde la geografía económica, como parte de un proceso de construcción epistemológica de la disciplina a lo largo del tiempo y a través de diferentes paradigmas de investigación, desde inicios del siglo XIX con las investigaciones sobre localización de Von Thünen en 1826. Así, la geografía económica se puede observar desde dos principales enfoques con base en su evolución histórica; la geográfica económica clásica, y la nueva geografía económica.

4.2. Geografía económica clásica y teorías de la localización

A lo largo de la primera mitad del siglo XX, diferentes autores centraron sus estudios en los costos de transporte dentro de los mercados existentes, costos de desplazamiento y en general los costos de distribución de los factores de producción. Sin embargo, desde principios del siglo XIX, ya se venían trabajando teorías sobre la localización en el marco de las diferentes actividades económicas existentes en la época. Según de Lucio (1997), la mayor cantidad de trabajos se concentró en el estudio de la agricultura alrededor de los

núcleos urbanos, debido a la gran incidencia que tenía esta actividad sobre la economía de países desarrollados. von Tünen (1826) hace una descripción sobre las rentas y del cómo debía ser la organización y distribución de las actividades en el espacio, basado en los costos de transporte que resultaban ser más grandes conforme aumentaba la distancia desde el centro de la ciudad. (de Lucio, 1997) (von Thünen, 1826)

La teoría de von Tünen se basa en una hipótesis central en donde afirma que el ser humano tiene la constante intención de satisfacer sus necesidades económicas en su entorno inmediato o próximo, que puede ser entendido también como el medio, por lo que debe reducir sus desplazamientos al mínimo posible. “La teoría se desarrolla suponiendo un espacio isotrópico, es decir, con las mismas características geográficas, y aislado, en el que el precio de los productos varía según aumenta la distancia al mercado. A pesar de que su teoría se desarrolló estudiando el sector agrario, su aplicación en el sector industrial también ha sido útil.” (Cubides, 2006. Citado de; Cabrera & Moreno, 2014, pág.19).

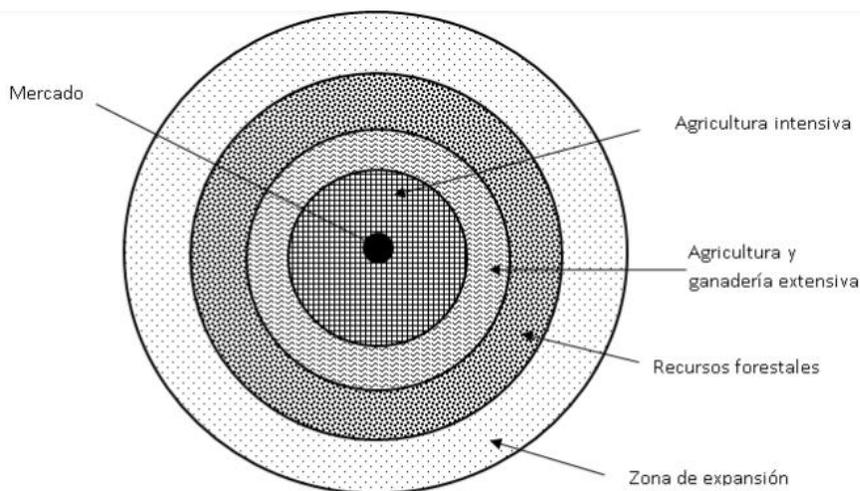


Gráfico 1. Gráfico de von Tünen

Fuente: (Cabrera & Moreno, 2014, pág. 21. De: McCarty & Lindberg, 1970, Introducción a la Geografía económica)

Por su parte, Weber (1909), intenta hacer una teoría general de la localización donde se describa las fuerzas que determinan la evolución de las estructuras de localización (de Lucio, 1997, pág. 4). Para esto, Alfred Weber construye un modelo de localización basado en los costos de transporte y el concepto de mercados puntiformes. Los costes de transporte

se definen como todas las formas de fricción espacial que brindan mayores atractivos a la localización y que reduce la distancia entre dos puntos. Con esto, Weber (1909), diferencia los costos entre interacción y distancia, donde los primeros incluyen los costos de oportunidad, comunicación e información, mientras que los segundos contienen los costos puros de distribución, transportación y colocación. (Weber, 1909)

Finalmente, el modelo de localización de Weber asume dos etapas para la elección de la localización óptima; en la primera, la empresa se encuentra en la búsqueda del punto de localización que le genere el mínimo costo de transporte entre los tres principales lugares de distribución: el sitio de producción, el mercado de insumos, y el mercado de bienes finales. En la segunda etapa, la empresa (L en el gráfico 2) compara las particularidades y condiciones favorables de la aglomeración o “economías de localización” en el espacio, con los costos de transporte a los que pueda incurrir al elegir una nueva localización en lugar de la que tiene mínimos costos de transporte. (Weber, 1909)

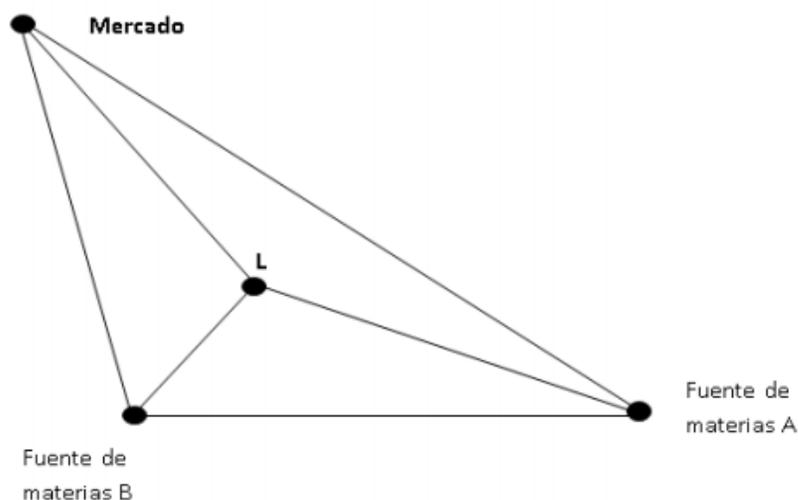


Gráfico 2. Triángulo de ubicación industrial de Alfred Weber

Fuente: (Cabrera & Moreno, 2014, pág. 20. De: Cubides, 2004, Geografía económica de Colombia)

Por último, dentro de las teorías más importantes de la localización en la historia de la geografía económica, se encuentra la propuesta por Christaller en 1933, donde busca explicar las áreas óptimas de mercado a través de áreas geométricas hexagonales dentro de un espacio uniforme. Estas figuras geométricas se superponen de acuerdo con las actividades

económicas que cada una incorpora, y que pueden cambiar de forma y tamaño de acuerdo con modificaciones en la población y distribución espacial de las estructuras físicas. En este orden de ideas, bajo la teoría de Christaller, las actividades económicas de los sectores industrial y terciario deben ocupar un lugar central en el espacio geográfico de una ciudad o región. (de Lucio, 1997)

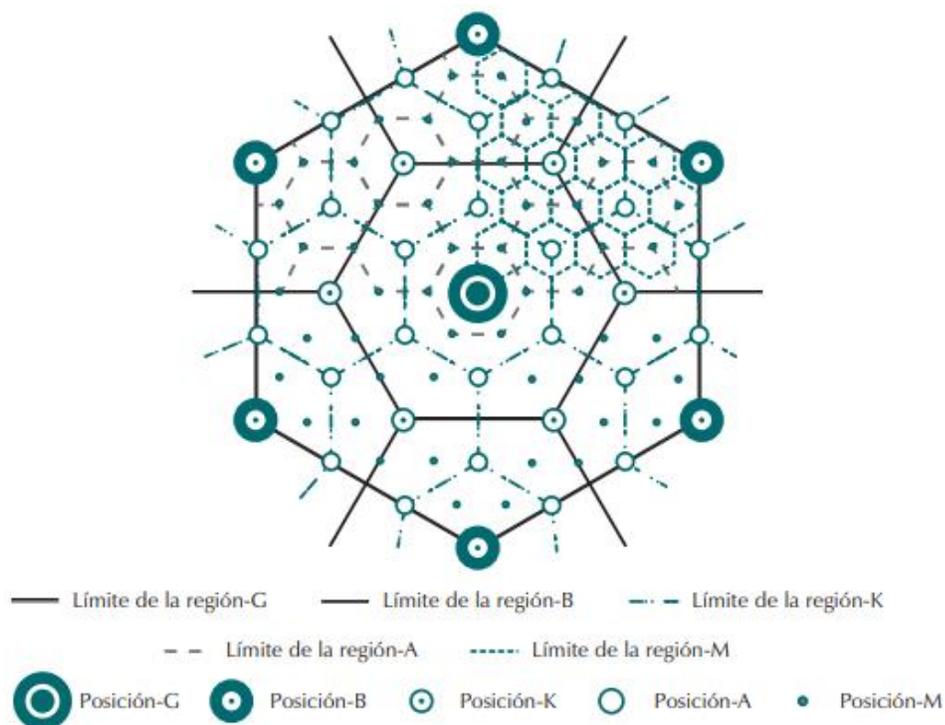


Gráfico 3. Sistema de lugares centrales con diferentes niveles de jerarquías

Fuente: (Becerra, 2013, pág. 86. De: Christaller, 1933)

4.3. La nueva geografía económica y teorías de la aglomeración

Luego de iniciado el siglo XXI, la dimensión espacial empieza a cobrar un papel cada vez más relevante dentro de la teoría económica, dada la creciente revolución tecnológica que supuso el uso de mejores herramientas para el análisis de los fenómenos espaciales, por lo que la barrera técnica que limitaba en muchas ocasiones los trabajos investigativos en geografía económica fue superada en gran medida. De esta manera, con los aportes teóricos de autores como Paul Krugman y Masahisa Fujita, nace la denominada “Nueva Geografía Económica”, como nuevo paradigma de investigación justificado por las condiciones más actuales de la investigación en el campo, y las recientes innovaciones teóricas en materia

herramientas analíticas que se diferencian metodológicamente de las teorías propias de la geografía económica clásica del siglo XX.

Así, Masahisa & Krugman (2004), declaran como uno de los principales objetivos del estudio de la geografía económica, el análisis y explicación de la gran cantidad de formas de aglomeración o concentración de las diferentes actividades y dinámicas económicas en el espacio geográfico. Estas aglomeraciones o *clustering* corresponden a la agrupación de determinadas actividades a diferentes escalas y en diversos niveles geográficos. Un ejemplo de ello es el conjunto de tiendas comerciales de un barrio o de un conjunto de restaurantes en una ciudad. Sin embargo, estas aglomeraciones pueden ocurrir también en contextos regionales más amplio y pueden corresponder incluso a un sistema global. (Masahisa & Krugman, 2004).

De esta manera, es importante señalar que los rendimientos crecientes a escala que acompañan un conglomerado de empresas entorno a una actividad económica en común, pueden cambiar conforme a cualquiera de las diversas alteraciones que puede sufrir una economía en un país, en especial, si se trata de países emergentes que tienden a tener inestabilidades de índole política o social. Así, para los autores pensadores de la denominada “Nueva Geografía Económica”, realizar un proceso de modelación sobre estos ejemplos de *clustering*, resulta fundamental a la hora de examinar su comportamiento y dinámica a lo largo del tiempo y en un determinado lugar, por lo que también resulta ventajoso para entender cambios en la economía que surjan a la par;

“La meta de la nueva geografía económica es, por tanto, crear una aproximación a través de modelos que permitan la discusión de cuestiones como la economía de Nueva York en el contexto de la economía en su conjunto. En equilibrio general, esto es lo que debería permitirnos simultáneamente estudiar las fuerzas centrípetas que concentran la actividad económica y las fuerzas centrífugas que la separan. En efecto, debería permitirnos argumentar acerca de cómo la estructura geográfica de una economía es determinada por la tensión existente entre estas fuerzas. Y debería, asimismo, explicar estas fuerzas en relación con la toma de decisiones más fundamentada en lo microeconómico.” (Masahisa & Krugman, 2004. Pág. 180).

Masahisa & Krugman (2004), explican tres tipos de modelos que pretenden agrupar los objetivos descritos anteriormente: modelos regionales, modelos de sistemas urbanos, y

modelos internacionales. Para los autores, a pesar de tratarse de escalas espaciales diferentes, la arquitectura de estos modelos es la misma, ya que, en teoría, el estudio se centra en comprender el dónde y el porqué de la actividad económica según su localización. Así las cosas, Paul Krugman introduce en 1991 el modelo de *centro-periferia* dentro de la teoría del comercio internacional, en el cual se pretende ilustrar la relación entre los rendimientos crecientes en términos empresariales, costes de transporte, y movilidad de factores de producción, de manera que determinan la aparición o cambio de la estructura económica espacial en un lugar.

Bajo este modelo, Krugman (1991), pone de manifiesto la existencia de dos fuerzas que se ejercen en el espacio; la centrífuga y centrípeta. La primera, es un símil del factor trabajo que hace referencia a aquellos trabajadores que son inmóviles, como los agricultores, por ejemplo, y que impulsan la actividad económica hacia las periferias e impiden la aglomeración. La segunda, explica el comportamiento distintivo de los trabajadores en el sector de las manufacturas, donde pueden desplazarse fácilmente entre regiones y aglomerarse para realizar la actividad manufacturera. En conclusión, el modelo centro-periferia funciona si existen costos bajos de transporte que faciliten el desarrollo de la manufactura en una región, esto, se facilita notablemente si los productores (agricultores), se encuentran cerca. Hecho que incentiva a los trabajadores y hace prevalecer el patrón.

Un segundo modelo planteado por Masahisa & Krugman (2004), se trata de una versión modificada del modelo centro-periferia desarrollado por Krugman años atrás, en este, se presenta el desarrollo de un *sistema urbano*. El enfoque empieza con la idea central de desarrollada por Von Thünen, acerca de “la ciudad como una concentración manufacturera rodeada por una frontera agrícola” o “Isolated state”, donde las fuerzas centrípetas y centrífugas determinadas por los sectores y los factores de producción, son lo suficientemente fuertes para mantener la estructura de la ciudad e impedir que la industria atraviese el límite de la frontera agrícola. Por lo tanto, a medida que crece la población y la economía, este sistema urbano co-evoluciona y se crean nuevas ciudades e industrias bajo estos mismos parámetros de centralidad o centro-periferia. (Masahisa & Krugman, 2004).

Por último, un tercer modelo intenta explicar la *concentración industrial y del comercio*, allí, la diferencia frente a los dos anteriores modelos radica en el hecho que la formación de aglomeración no se explica fundamentalmente a través de la movilidad de los

factores. Existen otras fuerzas en la economía como la “difusión informal de información” que hacen incluso más difícil cuantificar las diferentes dinámicas de aglomeración espacial, ya que pueden determinar el mantenimiento y la creación de concentraciones en la realidad. Para tener en cuenta estas otras fuerzas, se debe considerar una estructura vertical de producción, en donde los sectores situados en la parte alta (productores) deben suministrar insumos a los sectores ubicados en la parte baja (productores de bienes finales), esto, con el fin de que prevalezca una estructura de costos de transporte baja, e incentive la localización estratégica de los productores de bienes intermedios también.

4.4. Econometría espacial

La econometría espacial es un subcampo de la econometría que se ocupa de estudiar los fenómenos económicos espaciales. La econometría espacial utiliza diferentes conceptos extraídos de los métodos econométricos convencionales, pero incluyendo la variable espacio como parte fundamental de la modelación. Así, existen cinco principios básicos que fundamentan la econometría espacial:

- Interdependencia: la dependencia recíproca entre las diferentes unidades de análisis debe ser debidamente incorporadas.
- Asimetría: refleja la idea de concentración y desconcentración gradual en diferentes áreas.
- Alotopía: la causa de un fenómeno espacial debe buscarse en otro lugar.
- No linealidad.
- Topología: Inclusión de variables de distancias entre dos localizaciones, coordenadas, densidades y otras. (Paelinck y Klaassen, 1979. Citado de Baronio et al. 2012)

Para efectos de la presente investigación, existen algunos conceptos básicos de la econometría espacial aplicables al caso de la vivienda con destino residencial en la localidad de Kennedy en Bogotá y el impacto sufrido por la pandemia, tales conceptos integran: La Dependencia espacial, Autocorrelación espacial, Heterogeneidad espacial, Heterocedasticidad espacial, Varianza espacial. Baronio et al. (2012), definen el concepto de heterogeneidad espacial como las variaciones que ocurren frente a las relaciones económicas en el espacio, lo cual, implica una inestabilidad estructural que deriva en heterocedasticidad espacial, principalmente en aquellos modelos que adoptan el enfoque de

centro-periferia. En cualquier caso, la heterocedasticidad espacial es un problema que se debe corregir. (Baronio et al. 2012).

Por su parte, Yrigoyen (2003), define la heterogeneidad espacial como un efecto que está relacionado con la diferenciación espacial, y se encuentra ocasionado por la falta de estabilidad en el espacio del comportamiento humana, o de la actividad que se está estudiando. Esto, implica que, los parámetros y las formas funcionales de los modelos espaciales, varíen conforme cambia la localización geográfica, hecho que implica que los datos no sean homogéneos para toda la matriz. (Yrigoyen, 2003. Pág. 10). Al igual que con las series de tiempo, la heterogeneidad espacial se puede corregir por medio de métodos convencionales de la econometría, sin embargo, pueden existir casos en los que se presente dependencia espacial al mismo tiempo, por lo que se hace más complejo diferenciar estos efectos.

Por otro lado, la autocorrelación o dependencia espacial, implica una relación condicional de una variable con el valor que asume dicha variable en una región vecina. En otras palabras, se tiene un planteamiento conceptual similar al de las series temporales con los datos rezagados de una variable, solo que en el caso de la econometría espacial la dimensión tiempo pasa a ser la dimensión espacio. De esta manera, la vecindad juega un papel importante a la hora de determinar la autocorrelación espacial, dado que esta, no se expresa únicamente por la contigüidad existente entre dos objetos, sino por una matriz de contactos. La autocorrelación espacial puede ser negativa o positiva dependiendo de la existencia de un fenómeno económico que se encuentre en las regiones u objetos colindantes. (Baronio et al. 2012). Obsérvese el gráfico 4.

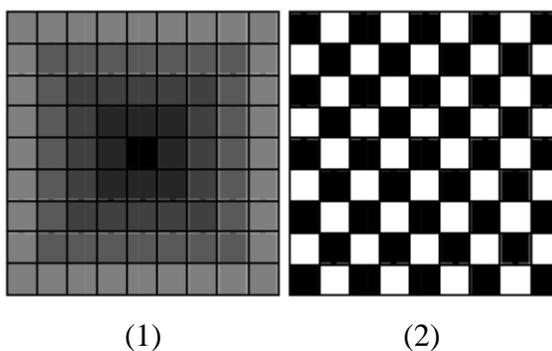


Gráfico 4. Autocorrelación espacial positiva (1), Autocorrelación espacial negativa (2).

Fuente: (Baronio et al. 2012. Pág. 6)

Los métodos utilizados para la determinación de la autocorrelación o dependencia espacial se basan en la relación de vecindad existente entre los objetos espaciales estudiados, hecho que implica tomar en consideración una variable para diferentes regiones cercanas, de las cuales se esperaría que tengan características similares en relación con aquellas que se encuentran más separadas. Los datos espaciales se pueden clasificar de acuerdo con el objeto espacial al que se refieren y al nivel de medida de las variables, esto se puede expresar de forma matricial;

$$\begin{pmatrix} Z_1(1) & Z_2(1) & \dots & Z_k(1) & s(1) & Z_1(2) & Z_2(2) & \dots & Z_k(2) & s(2) & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \end{pmatrix}$$

Donde se tiene k variables (Z_1, Z_2, \dots, Z_k) medidas en la localización $s(i)$, donde $i = 1, 2, \dots, n$. (FES Acatlán UNAM, 2016). Los autores también afirman que, al incorporar el factor de temporalidad, se podría tener una matriz de este tipo para cada periodo de tiempo. Las relaciones entre las variables y las localizaciones clasificadas en la matriz de datos pueden establecerse a través de la conectividad o vecindad. Por otro lado, obviar el contexto espacial significa una pérdida importante de información, ya que generalmente los datos presentan algún tipo de dependencia espacial, lo cual se explica fundamentalmente por razones de interacción humana con su entorno físico-ambiental. (FES Acatlán UNAM, 2016).

Un ejemplo de la aplicación de estas técnicas de econometría espacial, es el realizado por Agudelo et al. (2016), quienes hacen un estudio sobre el impacto de los barrios vecinos en los cánones de arrendamiento mediante precios hedónicos y econometría espacial. Para esto, los autores utilizan regresiones geográficamente ponderadas (GWR por sus siglas en inglés), con el fin de encontrar evidencia empírica demostrable estadísticamente, que logre mostrar la influencia de la cercanía del barrio El Rincón en Medellín, Colombia, con los cánones de arrendamiento de las viviendas ubicadas en el barrio la Loma de los Bernal ubicada en la misma ciudad. La metodología empleada a través de GWR, plantea regresiones que les permitieron hacer modelos locales para cada una de las observaciones obtenidas (Y_i), hecho que les permitió obtener de los coeficientes

diferente para cada punto muestral. (Agudelo et al. 2016). La siguiente es la forma funcional del modelo;

$$y_i = (u_j, v_i) + \sum_k (u_j, v_i) x_{ik} + \epsilon_i,$$

Donde:

y_i es el vector de dimensión (n x 1) de n observaciones de la variable endógena

x_{ik} es la matriz de dimensión (n x k), donde k-1 es la cantidad de variables exógenas del modelo,

β es el vector de dimensión (k x 1) de parámetros de las variables exógenas,

U es el vector de dimensión (n x1) perturbaciones aleatorias de ruido blanco, y,

(u_j, v_i) Representa las coordenadas que describen la ubicación geográfica de cada una de las observaciones i.

Al estar analizando datos espaciales, los autores verifican la existencia de autocorrelación espacial utilizando el estadístico conocido como I de Moran, donde, con un valor de 0.001, les permite afirmar con un 95% de confianza que existe evidencia empírica de autocorrelación espacial en los datos obtenidos. Luego, con el fin de incorporar los datos espaciales para el análisis, se crea una matriz de pesos espaciales o matriz de contactos, generada con el método *N-Nearest neighborhood = 4*, dado que se asume que cada vivienda tiene 4 viviendas vecinas con características similares. Finalmente, se especificaron 125 ecuaciones que presentaron coeficientes de determinación con valores que oscilaron el 55.38% y el 70.67%.

En conclusión, los resultados de las regresiones muestran que existe una influencia negativa en los cánones de arrendamiento de las viviendas cercanas al barrio El Rincón, que se encuentra entre los USD 66.17 y USD 79.31 mensuales, si se mantienen todas las variables constantes. Este hecho, genera que los bienes inmuebles no puedan ser arrendados de manera rápida debido a que sufren externalidades asociadas a la cercanía con zonas que presentan problemas de inseguridad y violencia urbana. Los autores dejan abierta la

posibilidad de efectuar futuros estudios en donde se incorpore la temporalidad. (Agudelo et al. 2016).

De otro lado, Lozano & Ricciulli (2017), realizan un estudio sobre los efectos del impuesto predial en los precios de la vivienda nueva en Bogotá para el periodo 2009-2016. Para ello, utilizan tres variables fundamentales para la obtención de la información: información fiscal, de atributos físicos, y de localización para una muestra de 6.013 predios en estratos medios y altos, ubicados en las localidades de Chapinero, Suba y Usaquén, debido a que en dichas localidades se lleva a cabo una mayor contribución fiscal, y existe una importante proporción de urbanización. La metodología utilizada para la determinación empírica del tema en estudio es la modelación econométrica espacial a través del modelo: Rezago Espacial Vs. Error Espacial. (Lozano & Ricciulli, 2017).

En el caso de estudio en concreto, el modelo de rezago espacial es el siguiente:

$$\ln \ln (P_{it}) = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln \ln (P_{jt}) + \alpha + \gamma \tau_{it}^e + \beta x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it},$$

Donde:

$\ln \ln (P_{it})$ es la variable dependiente expresada con el logaritmo del precio del inmueble i en el año t [$i = 1, 2, \dots, N$; $t = 1, 2, \dots, T$],

τ_{it}^e es la tarifa efectiva del impuesto predial, calculada como razón entre el impuesto pagado y el avalúo,

x_{it} es un vector $1 \times K$ de regresores adicionales, que contiene las principales características de los inmuebles y su localización,

α, γ y β , son los parámetros para estimar,

y ϵ_{it} el término de error.

Y el modelo de Error Espacial se expresa de la forma:

$$\ln \ln (P_{it}) = \alpha + \gamma \tau_{it}^e + \beta x_{it} + \mu_i + \Phi_{it},$$

$$\text{Con } \Phi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \Phi_{jt} + \epsilon_{it},$$

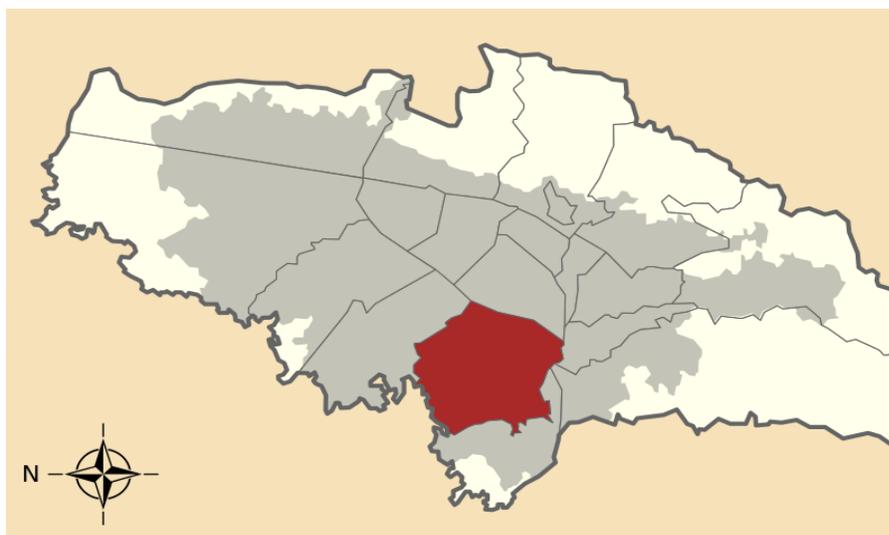
Donde se precisa que ϕ_{it} es el nuevo término que modela la correlación espacial entre los errores, y el término $\rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \phi_{it}$ refleja la interacción entre los errores de i y los errores de j .

En ambos modelos, se muestra que existe dependencia espacial y que no hay evidencia de heterogeneidad en los predios observados. Por último, los autores señalan que en las estimaciones podrían existir problemas de endogeneidad entre el precio del inmueble y las tarifas efectivas del impuesto predial. (Lozano & Ricciulli, 2017).

Las conclusiones del estudio señalan que el impuesto predial en Colombia aumentó de 0.18% a 0.78% del PIB durante las décadas de entre 1985 a 2015. Con las estimaciones realizadas a través de modelos de econometría espacial con datos de panel, se encontraron que existe un impacto negativo del impuesto predial sobre los precios del mercado de vivienda nueva en los sectores estudiados. “Así, un aumento en un punto por mil en la tarifa efectiva del predial genera una caída en el precio de la vivienda de 1,61%. Para un inmueble que está en la media de la distribución de la muestra, cuyo precio es de \$297 millones (de 2009) y su área es de 82 m², este impacto equivale a una reducción de \$4,8 millones.” (Lozano & Ricciulli, 2017). Pág. 28.

5. Caracterización población estratos 2 y 3 localidad de Kennedy

5.1. Información General.



Mapa 1. Ubicación general de la localidad de Kennedy en Bogotá.

Fuente: Milenioscuro, CC BY-SA 4.0.

La localidad 8 de Kennedy se encuentra ubicada al suroccidente de la ciudad de Bogotá, cuenta con una superficie de 38.72 km², y una población de aproximadamente 1.230.500 habitantes, según estimaciones del DANE (2018), esto, traduce en una densidad poblacional de 31.886.5 hab/km². Adicionalmente, la localidad se encuentra dividida en 12 Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), y limita con el municipio de Mosquera, y las localidades de Fontibón, Ciudad Bolívar, Bosa, y Tunjuelito. Por otro lado, la mayor parte de viviendas se concentran en los estratos 2 y 3, sumando un 86.7% del total de bienes inmuebles agrupados en manzanas catastrales, tal como se observa en la tabla 1.

Estrato	Número de Manzanas	Participación %
0	565	11,30%
1	64	1,28%
2	2408	48,14%
3	1927	38,52%
4	38	0,76%
Total	5002	100,00%

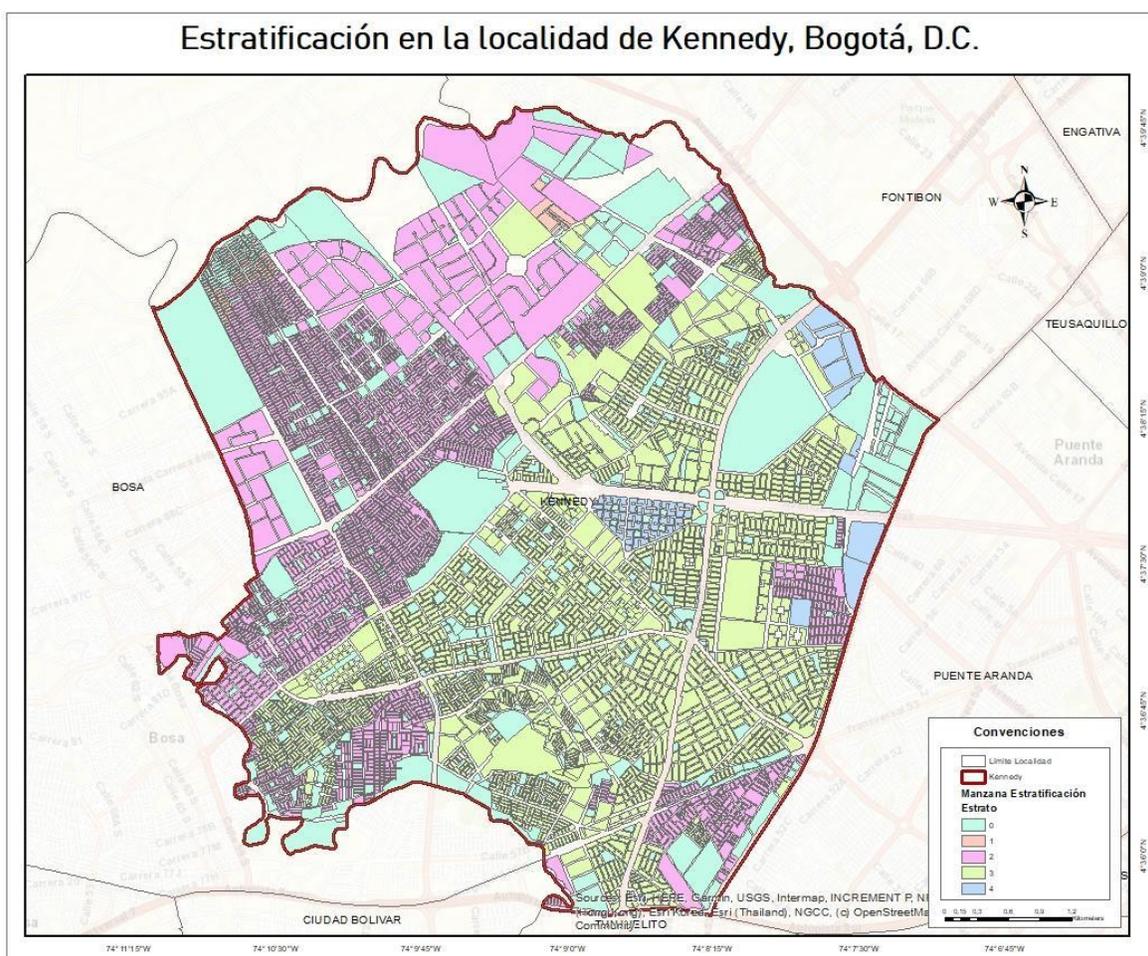
Tabla 1. Distribución de las manzanas catastrales en la localidad de Kennedy por estrato socioeconómico.

Fuente: Elaboración propia a partir de Catastro Distrital Bogotá.

5.2. Distribución de los estratos socioeconómicos en la localidad.

Por otro lado, es posible inducir a través de un análisis espacial simple, que la mayor parte de las manzanas catastrales en estratos 0 y 1 de la localidad, se encuentran ubicadas en las zonas periféricas principalmente del límite de la ciudad hacia el río Bogotá. Esto, resulta ser congruente si se piensa en los bajos ingresos de la población perteneciente a este grupo según la clasificación socioeconómica. El estrato 2 por su parte, sigue en lista de la distribución jerárquica del centro a la periferia, ya que se encuentran localizados de manera aglomerada en la parte semi periférica de la localidad y muy cerca del límite de la ciudad con el río. Por último, los estratos 3 y 4 se concentran en las zonas más centrales de la localidad, cerca de las localidades de Puente Aranda y Fontibón. Cabe aclarar que algunas de las manzanas catastrales que aparecen con el estrato 0 pertenecen a parques o espacios protegidos ambientalmente.

En el mapa 2 se logra apreciar la distribución espacial por estratos socioeconómicos mencionada anteriormente, nótese que en color violeta se encuentran las manzanas de estrato 2, y en color verde las de estrato 3. Si se hace una visualización en detalle, es posible evidenciar que la composición geométrica de las manzanas catastrales de estrato 2 hacia la parte occidental de la localidad es uniforme, hecho que deriva de la existencia de estructuras principalmente residenciales en la zona urbana, con planeación arquitectónica, y probablemente de origen formal.



Mapa 2. Distribución espacial de los estratos socioeconómicos en la Localidad de Kennedy por manzana catastral.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Secretaría Distrital de Planeación, 2021).

De igual manera, las manzanas de estrato 3 localizadas principalmente a lo largo de la parte centro y oriente de la localidad, presentan estructuras regulares contiguas en formas

poligonales semejantes a rectángulos, en su gran mayoría. Esta morfología urbana característica, señala la existencia de barrios y zonas residenciales planificadas para la vivienda desde su origen, por lo que también se encuentran relacionadas con la construcción de diferentes equipamientos como hospitales, colegios, parques, sistema de transporte, entre otros. Uno de estos proyectos de vivienda fue el que se ejecutó en la UPZ Techo (ubicada en el centro de la localidad), luego de la visita del presidente Jhon F. Kennedy en 1961, donde se diseñó un plan bajo el concepto de manzana con capacidades de entre 500 y 1.500 viviendas, agrupadas en edificios o casa particulares. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021).

6. Información recolectada

Luego del proceso de caracterización de los estratos 2 y 3 de la localidad de Kennedy, y su posterior localización y distribución en el espacio, se procedió a recolectar la información relacionada con el objeto de estudio en cuestión, por lo que se hizo necesario encontrar información pertinente y actualizada que pudiera brindar indicios de los efectos económico-espaciales surgidos a raíz del confinamiento por Covid- 19 a partir del mes de marzo del 2020. Los datos obtenidos debían cumplir con la desagregación de manzana catastral para la cual se realizó la caracterización, y también, contener información de dos temporalidades diferentes; antes de marzo de 2020, y luego de junio de 2020, este último, teniendo un periodo de bondad de 3 meses para que los datos publicados se ajustaran a las situaciones ocurridas desde el primer momento en que empezó el aislamiento.

6.1.1. Ocupación ilegal

La principal variable utilizada en este trabajo investigativo está relacionada con la ocupación ilegal¹ de predios con destino residencial en la localidad de Kennedy, esto, debido a que los datos recolectados brindan la información de las unidades residenciales que ocupan los predios de manera no formal, relacionada con la ubicación geográfica, fecha

¹ Contiene la información de las ocupaciones ilegales localizadas en polígonos que están siendo monitoreadas por la Secretaría Distrital de Hábitat de Bogotá (SDHT). Estos predios se interceptan o cruzan con las áreas o territorios identificados como zonas susceptibles o en proceso de ocupación ilegal o informal, ya sea por asentamiento o enajenación; los cuales son objeto de vigilancia y prevención a la ocupación y al desarrollo ilegal en el marco de las competencias de la SDHT

de actualización, número de unidades, materiales de construcción, habitabilidad, número de pisos y estructura. Los predios allí referenciados son aquellos que se interceptan o cruzan con las áreas o territorios identificados como zonas susceptibles o en proceso de ocupación ilegal o informal, ya sea por asentamiento o enajenación. (Secretaría Distrital del Hábitat, 2021)

Fecha de aparición	Número de Predios	Variación %
2016 o antes	429	
2017	25	-
2018	28	12,00%
2019	23	-17,86%
2020 ²	14	-39,13%
2021 (año corrido a Julio 2021)	1	-92,86%
Total	535	100,00%

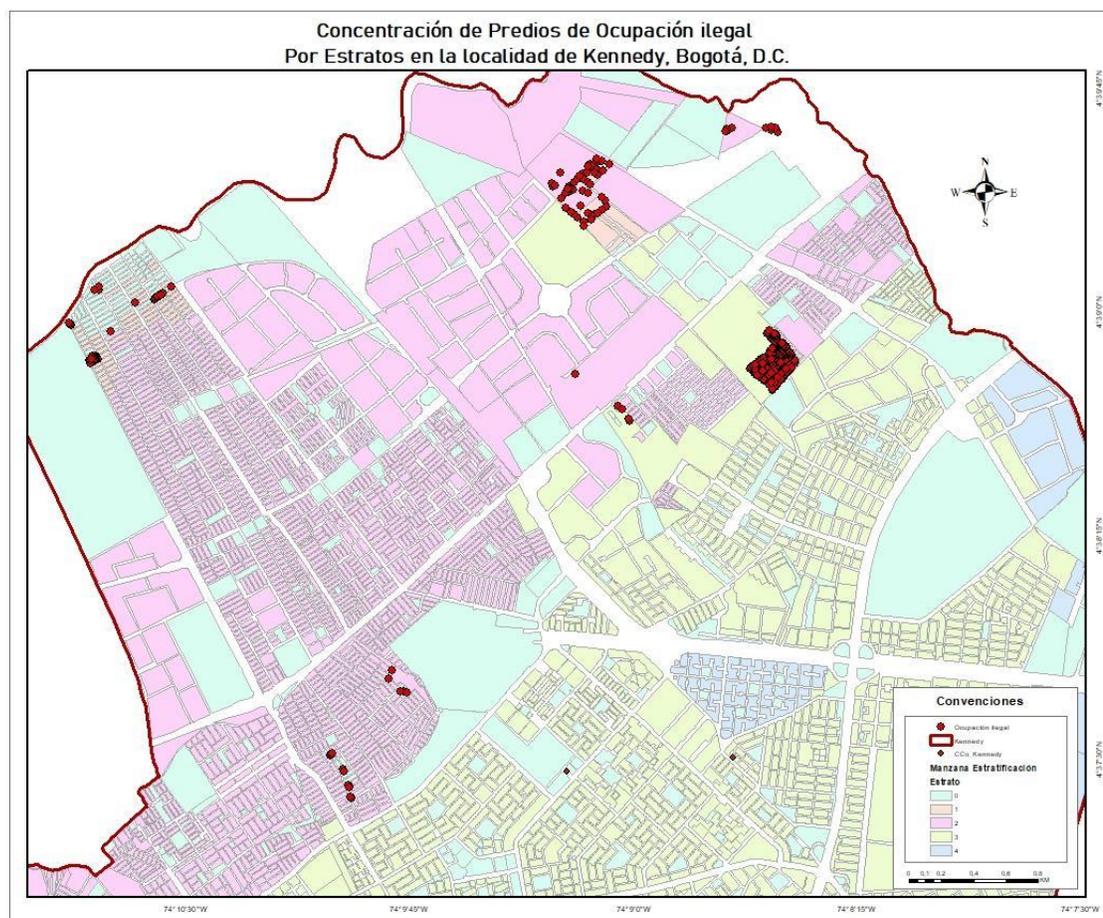
Tabla 2. Sumatoria de predios con ocupación ilegal por fecha de aparición.
Fuente: Elaboración propia a partir de (Secretaría Distrital de Hábitat, 2021).

La tabla 2 muestra que el mayor número de predios con ocupación ilegal en la localidad aún no ha resuelto su situación de condición informal, desde que este fue declarado como tal. Por otro lado, se observa también que, en los años 2017, 2018, y 2019, la aparición de nuevos predios en ocupación ilegal en la Kennedy superaba las 22 unidades y tenía una tendencia estable, sin embargo, para el año 2020 hay una reducción considerable de la aparición de nuevos predios en condición de informalidad, lo que representa una variación negativa del 39%. Lo es más inclusive, para el dato del año corrido a julio de 2021, donde la incidencia de este fenómeno parece ser mínima.

Esta aparición de nuevos predios de ocupación ilegal a partir de marzo de 2020 puede estar relacionada con la proximidad a otros predios que ya se encontraban en esta condición en el pasado, es decir, por su localización. Según lo expuesto por von Thünen (1826), sobre las condiciones inherentes del ser humano de satisfacer las necesidades básicas en su entorno próximo, y, teniendo en cuenta la definición de vivienda como necesidad inmediata del hábitat, es posible pensar que los nuevos ocupantes de estos

² Los datos anuales son la sumatoria de todo el año al mes de diciembre.

espacios sean personas con algún vínculo familiar o de amistad, en relación con los antiguos ocupantes de los predios, sin embargo, este fenómeno se podría comprobar con la obtención de información primaria si llegase a ser cierto. El mapa 3 muestra la concentración de estos predios en diferentes zonas de la localidad, señalizados con puntos rojos. Nótese que las ocupaciones ilegales no se distribuyen aleatoriamente, sino que se encuentran distribuidas en aglomeraciones en zonas periféricas principalmente.



Mapa 3. Concentración de los predios con ocupación ilegal por estratos socioeconómicos y manzana catastral en la Localidad de Kennedy.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Secretaría Distrital de Hábitat, 2021).

6.1.2. Valor comercial de referencia.

De otra parte, un segundo insumo encontrado en el proceso de recopilación de información a través fuentes secundarias es el valor de referencia por metro cuadrado del terreno. Este dato brinda información aproximada del precio comercial del suelo por metro cuadrado al nivel de desagregación de manzana catastral. La obtención de estos valores son

el resultado del estudio de mercado inmobiliario realizado por anualmente por el Catastro Distrital para el valor del suelo urbano de la ciudad de Bogotá, donde se determina por zonas, la tendencia del valor comercial del terreno por metro cuadrado con información desde el año 2012. (Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, 2021).

En cuanto a los términos metodológicos para la deducción de la variable, Catastro Distrital expone: “Al analizar la información del mercado inmobiliario (previa verificación y depuración de ofertas de venta, transacciones y/o arriendos de inmuebles, además de avalúo que realiza la entidad tanto para procesos masivos o puntuales), se obtienen para los diferentes tipos de predios las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas que reflejan los valores de referencia comercial del terreno, evidenciando el comportamiento de las dinámicas del mercado inmobiliario para cada vigencia. Una Zona Homogénea Geoeconómica (Valor de referencia) se determina a través del proceso por el cual, a partir de puntos de investigación económica, definidos dentro de las Zonas Homogéneas Físicas, se establece el valor del mercado inmobiliario para los terrenos en ellas localizados.” (Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, 2021).

Año	Total Valor de Referencia por metro cuadrado	Variación % Anual	Total Manzanas	Variación % Anual
2012	2621145000	-	95838052	-
2013	3257651351	24,28%	96020383	0,19%
2014	4086387244	25,44%	96001351	-0,02%
2015	4893293116	19,75%	96042821	0,04%
2016	5660410371	15,68%	96167366	0,13%
2017	6580679745	16,26%	95974055	-0,20%
2018	7444373952	13,12%	95940131	-0,04%
2019	8193413608	10,06%	97350747	1,47%
2020	146451590,8	231,9% ³	1908269	-

Tabla 3. Sumatoria valor de referencia y total de manzanas por año, y variación porcentual anual. (Ver anexos).

Fuente: Elaboración propia a partir de (Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, 2021).

³ Variación de los valores de referencia para las manzanas catastrales de 2020 realizada con las cifras de las mismas manzanas en el año 2019, teniendo en cuenta la ausencia de información del total en el año 2020. Para la diferenciación de dichas manzanas se utilizó el código único de identificación.

Una de las particularidades más relevantes que se encuentran en los datos, es el hecho de que el valor comercial del suelo tiende a incrementarse en términos generales a través del tiempo. Esto, teniendo en cuenta la tendencia del mercado inmobiliario en Bogotá, que demuestra aumentar el precio de la vivienda nueva desde 1995, según el índice de Precios de Vivienda Nueva (IPVN) del DANE. También, vale la pena detallar en la variación anual del número de manzanas señaladas en la tabla 3, donde en los años 2017 y 2018 se experimenta una disminución en la cantidad de predios urbanos, que desacelera en el último, y luego experimenta un notable incremento en 2019. Por último, se aprecia un incremento 10 veces mayor al promedio de la variación en el total del valor de referencia de todas las manzanas catastrales, fenómeno que podría explicarse como efecto de la pandemia por Covid - 19.

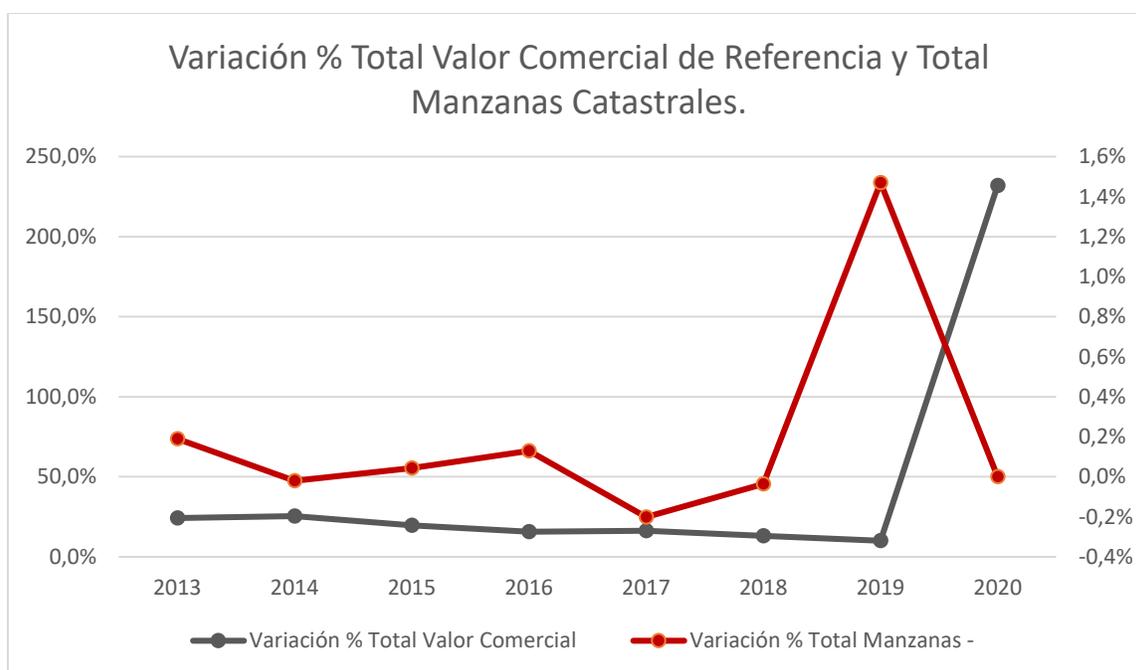


Gráfico 5. Variación % Total Valor Comercial de Referencia y Total Manzanas Catastrales.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, 2021).

7. Valoración empírica

7.1. Metodología propuesta

La metodología propuesta para la obtención de la información de insumo consiste en la recolección de datos de corte espacial, que contengan información relevante respecto a variables económicas que se han visto alteradas como consecuencia de las restricciones de movilidad tras la pandemia por Covid- 19, en la localidad de Kennedy en Bogotá. Para esto, se investiga principalmente en las fuentes oficiales del distrito que ofrecen la descarga de datos de manera abierta, y que incluya información estadística georreferenciada al nivel mínimo de desagregación de manzana catastral. Por otro lado, entorno al proceso de validación empírica con técnicas de econometría espacial, se tienen los siguientes supuestos estadísticos:

7.1.1. Matriz de pesos espaciales

Según Anselin (1988), se puede construir una matriz de vecindades suponiendo que la localización de las diferentes variables, pueden ubicarse en un mapa cuadrado, donde a cada región se le asigna un número y se toma como referencia la región del centro;

	<i>1</i>	<i>2B</i>	<i>3</i>	
	<i>4B</i>	<i>5^a</i>	<i>6B</i>	
	<i>7</i>	<i>8B</i>	<i>9</i>	

En este mapa, cada una de las regiones que las acompaña la letra B, representa una relación de vecindad directa con la región del centro (*5^a*). Seguidamente, esta relación conlleva a la creación de una matriz binaria de vecindades tipo **W**, que asigna un 0 a las regiones que no tengan vecindad con la región central o de referencia, y un 1 a las que si la tienen, incluyéndose ella misma;

Región	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	1	0	0	0	0
3	0	1	0	1	0	1	0	0	0
4	1	0	1	0	1	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1	0
6	0	0	1	0	1	0	1	0	1
7	0	0	0	1	0	1	0	1	0
8	0	0	0	0	1	0	1	0	1
9	0	0	0	0	0	1	0	1	0

7.1.2. Índice de Moran

Este estadístico se utiliza para la medición de la dependencia espacial. El índice de Moran (1948), se define como;

$$I = \frac{R}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \tilde{x})(x_j - \tilde{x})}{\sum_i (x_i - \tilde{x})^2}$$

Donde;

x_i es la variable cuantitativa en la región i ,

\tilde{x} es su media muestral,

w_{ij} son los pesos de la matriz W ,

R es el tamaño de la muestra (Regiones).

El valor esperado del índice de Moran bajo la hipótesis nula de que $I = 0$, o de no autocorrelación espacial, está dado por;

$$E(I) = \frac{-1}{R - 1}$$

7.1.3. Regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

Este modelo no representa efectos espaciales por sí mismo, y se utiliza básicamente para la validación estadística de los datos en las variables utilizadas, por lo que su funcionalidad únicamente se ve reflejada en los residuales de la estimación, ya que, a través de estos, es posible verificar la dependencia espacial global del modelo, teniendo en cuenta la matriz de pesos espaciales tipo W. El modelo de regresión lineal por MCO se construye de la siguiente manera, dados $\rho = 0 ; \theta = 0 ; \lambda = 0 ;$

$$Y_i = \beta X_i + E_i$$

Donde;

$Y_i =$ *variable dependiente*

$E_i = \mu_i$; *errores residuales*

$\beta_0 =$ *coeficiente intercepto de Y*

$\beta_i =$ *coeficiente de la variable independiente*

7.2. Aglomeración o Clustering.

Teniendo en cuenta los conceptos repasados sobre las teorías de aglomeración y la nueva geografía económica de Masahisa & Krugman (2004), se hace necesario abstraer de allí el modelo de “sistema ciudad” para estructurar la valoración empírica de los efectos económico – espaciales por Covid – 19, que se puedan hallar a través de los datos recopilados al nivel de desagregación de manzana catastral. De esta manera, el modelo se basa en la idea central de centro-periferia en donde, para este caso en particular, el centro geográfico de la ciudad de Bogotá es el factor que dictamina la distancia entre los objetos espaciales. Las fuerzas centrífugas están relacionadas con las variaciones positivas del valor de comercial de referencia del terreno, mientras que las fuerzas centrípetas, es decir, que impulsan la aglomeración, están relacionadas con la aparición de nuevas ocupaciones ilegales en la zona de estudio. Nótese la figura 6.



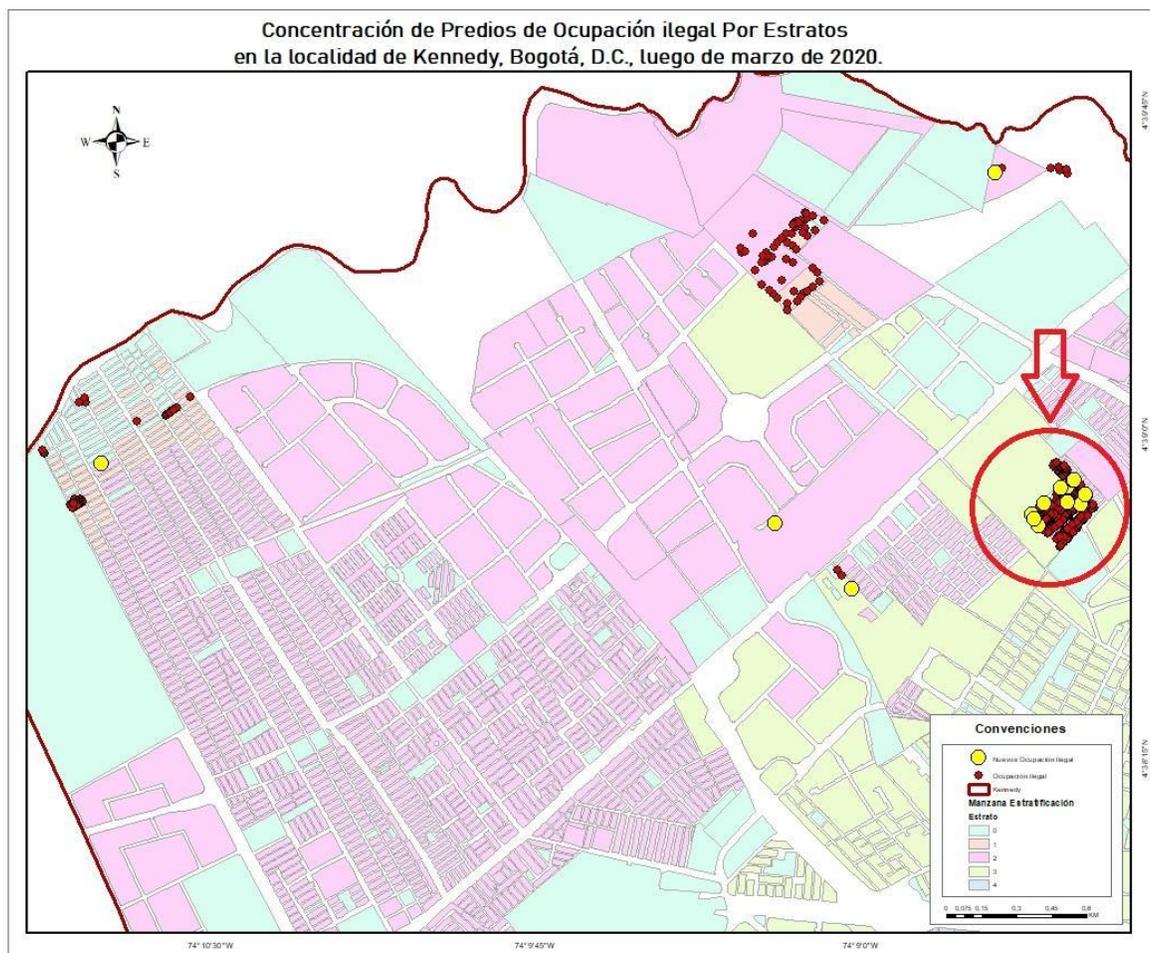
Gráfico 6. Modelo de Sistema Ciudad de Masahisa & Krugman, adaptado al caso de estudio.

Fuente: Elaboración propia a partir de Masahisa & Krugman (2004).

Bajo este concepto, el modelo propuesto bajo la teoría de sistema ciudad de Masahisa & Krugman (2004), dictamina que entre más elevado sea el valor comercial del suelo en zonas periféricas de la ciudad, mayor será la cantidad de nuevas ocupaciones ilegales en los predios identificados, por lo que la hipótesis de este modelo se podría traducir, en términos económicos, en que las aglomeraciones de ocupaciones ilegales se producen en las zonas periféricas de la ciudad, debido a que aún no se encuentran urbanizadas del todo, pero tienen una tendencia a valorizarse y ser formalizadas en el futuro, dado el crecimiento natural de la ciudad y su expansión hacia la periferia, lo que en el largo plazo genera que la distancia al centro sea menor.

Consecuentemente, se hace necesario la localización de la posible zona de aglomeración o clustering en la localidad de Kennedy, donde se evidencie una concentración importante de ocupación ilegal de predios, y principalmente, de los nuevos asentamientos ocurridos luego de marzo del 2020, de manera que puedan relacionarse con las diversas consecuencias derivadas de la restricción de movilidad por Covid – 19. El mapa 4 muestra los puntos de ocupación ilegal (en amarillo), ocurridos en la localidad de Kennedy a partir de septiembre de 2020, y hasta julio de 2021, esto, según la última actualización de la entidad distrital. Como se puede observar, solo existe una de aparente aglomeración validable, la cual se encuentra resaltada en el círculo rojo y señalada con la

flecha en la parte nororiental de la localidad. El resto de las ocupaciones ilegales recientes, se encuentran dispersas y no se agrupan por dos unidades o más, lo que permite descartar dichos asentamientos del objeto de estudio, en términos de la metodología para la validación empírica.



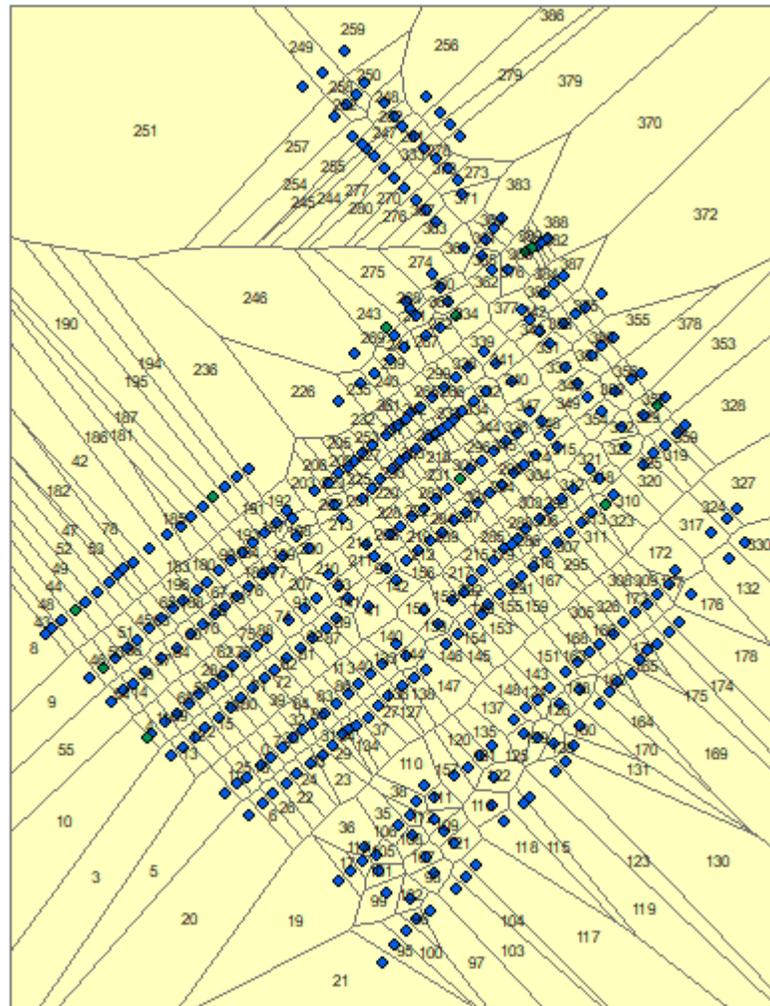
Mapa 4. Concentración de los predios nuevos con ocupación ilegal por estratos socioeconómicos y manzana catastral en la Localidad de Kennedy. Zona de aglomeración resaltada en el círculo de color rojo.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Secretaría Distrital de Hábitat, 2021).

7.1.2. *Comprobación por Autocorrelación espacial*

Dada la ubicación de los predios de ocupación ilegal en una zona de aparente aglomeración según lo evidenciado en el mapa 4, el siguiente paso consiste en realizar la comprobación empírica de la existencia de aglomeración espacial, a través de la prueba estadística de autocorrelación espacial. Para esto, se utiliza la distancia de cada una de las

localizaciones de los predios de ocupación ilegal respecto al centro geográfico de Bogotá, descrita en la variable “*Distancia_centro*”. En primera instancia, es necesario precisar que debido a las características del software RStudio, utilizado para le ejecución de las pruebas estadísticas, así como la matriz de pesos espaciales W, se deben convertir los puntos en regiones contiguas, con el fin de estimar la matriz de pesos espaciales y así determinar la relación de vecindad.



Mapa 5. Regiones de ocupación ilegal vectorizadas con los polígonos de Thiessen en la aparente zona de clustering en la Localidad de Kennedy.

Fuente: Elaboración propia

El mapa 5 muestra la división en regiones interconectadas y diferenciadas en área por cuenta de la proximidad entre los puntos de ocupación ilegal. Estos polígonos son el resultado del proceso de interpolación generado a través del método de construcción de

polígonos de Thiessen. Según Hartomo & Rizaldhi (2020), los polígonos de Thiessen, conocidos también como polígonos de Voronoi, es un método de interpolación simple que se basa en la distancia euclidiana de los objetos espaciales en cuestión. La interpolación consiste la unión de los puntos entre sí para obtener las mediatrices de los segmentos de unión. Luego, se generan los polígonos por medio de las intersecciones de las mediatrices, donde los puntos iniciales funcionan como puntos de control, de tal manera que, el perímetro de los polígonos sea equidistante a los objetos espaciales vecinos o puntos. Finalmente, la extensión de los polígonos determina su área de influencia. (Hartomo & Rizaldhi, 2020).

De esta manera, los polígonos de Thiessen permiten obtener las regiones deseadas para la comprobación de la zona de clustering, sin que se pierdan las propiedades de vecindad en términos de distancias entre los objetos espaciales. Seguido a esto, se debe determinar la matriz de pesos espaciales repasada anteriormente, con el fin de observar la relación de vecindad entre los polígonos obtenidos. Los resultados presentados a continuación resumen las características de pesos espaciales de los objetos, donde se especifican; el número de regiones estudiadas; número de enlaces encontrados que tengan un valor > 0 , en referencia a la cantidad de diferentes relaciones que existen entre los objetos; el porcentaje de pesos distintos a 0; promedio del número de enlaces; y las regiones con mayor y menor enlaces de conexión, este valor se muestra con el ID del objeto espacial.

Characteristics of weights list object:

```
Number of regions: 390
Number of nonzero links : 2234
Percentage nonzero weights: 1.468771
Average number of links: 5.728205
2 least connected regions:
8 21 with 2 links
1 most connected region:
246 with 13 links
```

Con esto, es posible interpretar que, de 390 regiones estudiadas, existen 2234 conexiones distintas entre ellas, de las cuales se tiene un promedio de 5.7 conexiones por cada una. Adicionalmente, solo 2 regiones presentan un aislamiento relativo entre el grupo, con solo 2 conexiones que se ubican en los extremos de la zona de interés. También, se

presenta la región más conectada ubicada en el centro de la zona, con 13 conexiones vecinales. El gráfico 7 permite evidenciar las relaciones vecinales que existen entre las regiones, a través de sus centroides. Esta información se obtiene gracias a la matriz de pesos espaciales y a las coordenadas de cada objeto espacial. En el gráfico se aprecia que es evidente las complejas conexiones existentes entre las regiones del centro, donde se encuentran ubicados los predios de ocupación ilegal, por lo que se presume la existencia de la zona de clustering, sin embargo, se debe realizar la validación estadística pertinente.

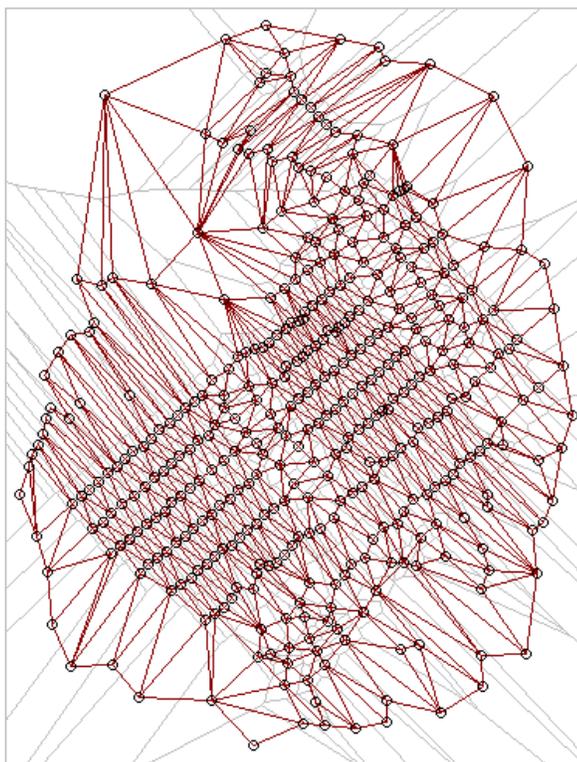


Gráfico 7. Relaciones vecinales entre los centroides de los objetos espaciales.
Fuente: Elaboración propia.

Estadístico de Moran

A continuación, se debe realizar la prueba estadística del índice de Moran para determinar si hay evidencia de autocorrelación o dependencia espacial entre los objetos. Para esto, se utiliza la variable *Distancia_centro*, mencionada anteriormente, y se valida la hipótesis nula de que la correlación espacial es igual a cero, versus la hipótesis alterna de que la correlación espacial es diferente de cero;

Moran I statistic standard deviate = 31.835,

```

p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
0.9561217952         -0.0025706941    0.0009069017

```

Los resultados muestran un índice de Moran de 0.95, y un p-value menor a 0.01, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye la existencia de autocorrelación espacial entre las regiones estudiadas con un 99% de confianza.

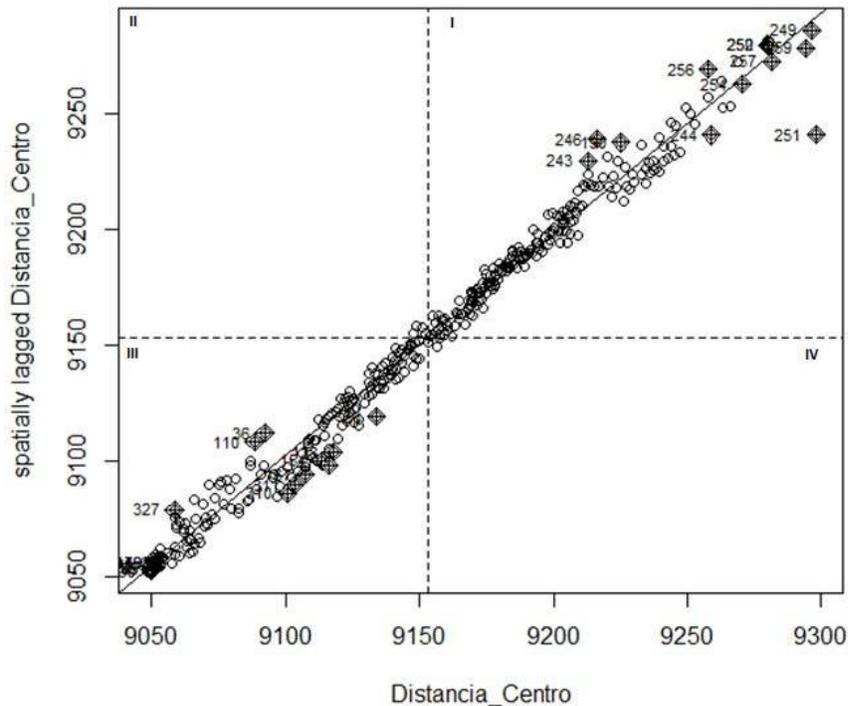


Gráfico 8. Diagrama de dispersión del índice de Moran para la variable *Distancia_centro*.
Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de dispersión de Moran del grafico 8 se utiliza para visualizar la correlación entre la variable de interés y el rezago espacial de la misma variable. En necesario tener en cuenta que el rezago espacial consiste en los promedios de los vecinos de cada polígono. El diagrama de Moran divide las regiones en cuatro cuadrantes diferentes con base en su correlación; el primer cuadrante (leído en sentido contrario de las manecillas del reloj), es alto-alto, que agrupa las regiones que tienen mayor distancia al centro, con los vecinos que también tienen mayores distancias; el segundo es bajo-alto, que agrupa las regiones con menores distancias con vecinos que tienen mayores distancias.

El tercero es bajo-bajo, que agrupa las regiones y vecinos con menor distancia; y el cuarto cuadrantes es alto – bajo, que agrupa las regiones con mayores distancias y los vecinos con menores distancias al centro de la ciudad. De esta forma, se puede apreciar que las regiones en general presentan una correlación muy estrecha en términos de la distancia al centro, ya que los datos se concentran principalmente en los cuadrantes I y III, donde los rangos de distancia son muy similares. Vale la pena aclarar que los datos que aparecen en forma de rombo y con un número, corresponden a las regiones más dispersas o menos conectadas, y que se identifican con el código único ID. Con esto, se ejemplifica gráficamente la existencia de la zona de clustering de ocupación ilegal, incluyendo los nuevos y antiguos predios. tal como se aprecia en el mapa 6.

7.2. Nuevos Predios de Ocupación Ilegal

7.2.1. Comprobación por autocorrelación espacial

Con el objetivo de comprobar si la aparición de nuevos predios de ocupación ilegal a partir de junio de 2020, se encuentra relacionada con el asentamiento de otros predios en la zona de clustering en el pasado, se hace la estimación de la autocorrelación espacial tomando los datos de la variable ocupación ilegal en términos de ubicación; en coordenadas planas (valores métricos); distancia al centro de la ciudad en metros; y año de aparición. Para puntualizar en la aparición de nuevos puntos de ocupación ilegal a partir de junio de 2020, se utiliza una variable de control binomial o variable “dummy”, para diferenciar dichos predios y determinar estadísticamente si su aparición está auto correlacionada, o depende de forma directa o indirecta, de la localización de los predios con ocupación ilegal ubicados en la zona de aglomeración.

De esta manera, se hace necesario el uso la matriz de pesos espaciales utilizada anteriormente para los puntos de ocupación ilegal en cuestión, al igual que las regiones vectorizadas a través del método de interpolación de los polígonos de Thiessen. Consecuentemente, se realiza la prueba estadística del índice de Moran para verificar la hipótesis nula de que la correlación espacial es igual a cero, versus la hipótesis alterna de que la correlación espacial es diferente de cero;

Estadístico de Moran

Moran I statistic standard deviate = 1.7997,

p-value = 0.0719

alternative hypothesis: two.sided

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
0.0493931677	-0.0025706941	0.0008336407

Los resultados muestran un índice de Moran de 0.49, y un p-value menor a 0.1, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye la existencia de autocorrelación espacial entre las regiones de reciente aparición (variable de control “*Ocupación _nueva*”), y las regiones antiguas, con un 90% de confianza.

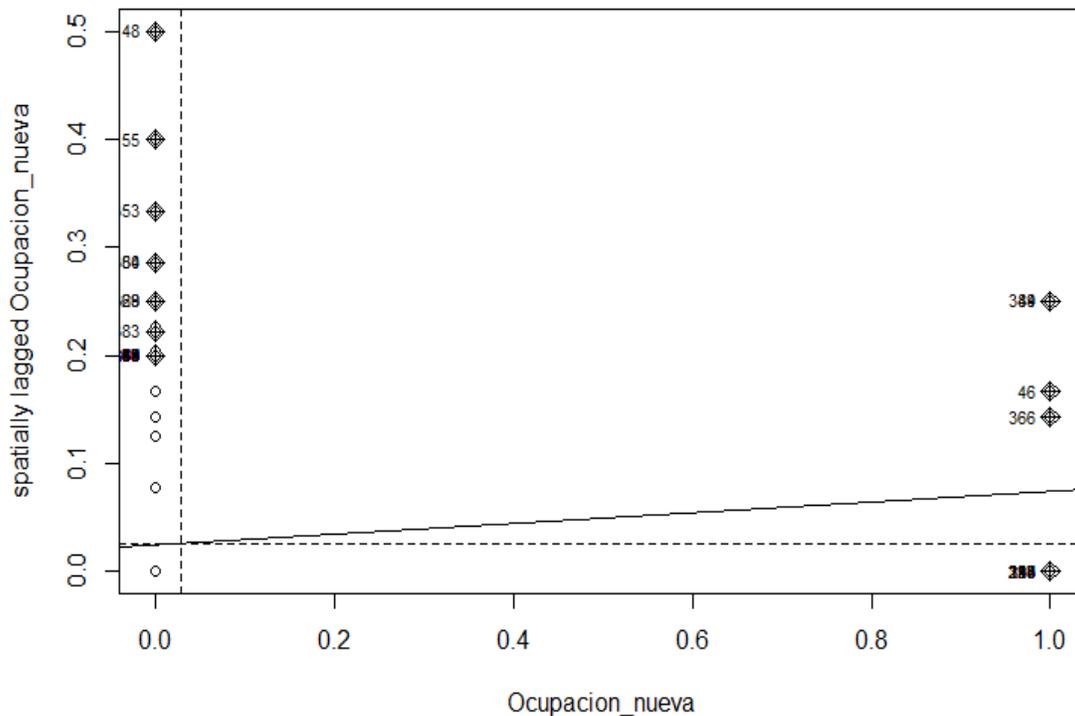


Gráfico 9. Diagrama de dispersión del índice de Moran para la variable *Ocupacion_nueva*.

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama del índice de Moran muestra que la mayor cantidad de datos encuentran en el cuadrante I y II. Este resultado debe ser observado con detenimiento ya que se trata de una variable de control que cuenta con dos únicos valores; 0 y 1, el primero, para describir las regiones con ocupación ilegal antiguas, y el segundo para describir las regiones nuevas de ocupación ilegal. Por tanto, la escala del gráfico se encuentra limitada a estos valores.

Los datos en el cuadrante I sugieren que 3 de las 11 nuevas ocupaciones ilegales

diferenciadas en el clustering, presentan conexiones con los rezagos espaciales, es decir, tienen relaciones de vecindad con otras ocupaciones de reciente aparición. Por otro lado, los cuadrantes II y IV permiten evidenciar el comportamiento de las 8 nuevas ocupaciones ilegales restantes, que no presentan conexión con alguna de las otras ocupaciones nuevas, pero si tienen relación vecinal con otras ocupaciones ilegales más antiguas del clustering.

7.3. Valor Comercial de Referencia

7.3.1. Comprobación por Autocorrelación Espacial

Dado que los datos del valor comercial de referencia se encuentran desagregados al nivel de manzana catastral, las cuales están distribuidas espacialmente en polígonos que no son contiguos, y teniendo en cuenta los requerimientos del software RStudio para el cálculo matemático de la matriz de pesos espaciales basado en los centroides, se hace necesario la obtención de los polígonos de Thiessen en esta variable objetivo. El mapa 7 muestra las regiones interpoladas de las manzanas en cuestión, que además hacen parte de la zona de influencia del clustering identificado previamente. También se evidencia el centroide de cada manzana (puntos amarillos), y el código único identificador de cada región u objeto espacial ID.



Mapa 6. Regiones de las manzanas catastrales vectorizadas con los polígonos de Thiessen en la zona de clustering en la Localidad de Kennedy.

Fuente: Elaboración propia.

Con la creación de las regiones contiguas, es posible plantear la relación de vecindad a través de la matriz de pesos espaciales. De esta manera, se ejecuta la matriz y se obtienen los siguientes resultados;

```

Characteristics of weights list object:
Neighbour list object:
Number of regions: 28
Number of nonzero links: 144
Percentage nonzero weights: 18.36735
Average number of links: 5.142857
1 least connected region:
1 with 3 links
1 most connected region:
17 with 9 links

```

De las 28 regiones estudiadas, se encontraron 144 enlaces de conexión entre ellas, de las cuales se tiene un promedio de 5.14 vínculos vecinales en cada una. La región con el ID 1 es la que tiene una menor conectividad con 3 enlaces vecinales. La región que mayor

conexión vecinal tiene es el número ID 17, con 9 enlaces de conectividad. En el gráfico 9 se puede observar la relación de vecindad entre las regiones interconectadas por sus centroides, sin embargo, no es posible identificar una zona de aglomeración definida entre los objetos espaciales.

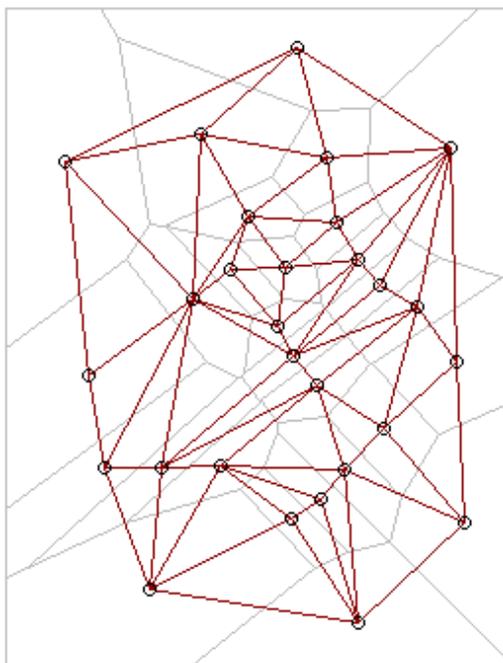


Gráfico 9. Relaciones vecinales entre los centroides de los objetos espaciales de las manzanas catastrales vectorizadas con los polígonos de Thiessen.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se debe realizar la prueba estadística del índice de Moran para determinar si existe autocorrelación espacial entre los valores comerciales de referencia de las manzanas catastrales que se encuentran en la zona de clustering. De esta forma, los resultados de la validación mostrarán el valor del índice, y la probabilidad de aceptación o rechazo para la hipótesis nula de que la autocorrelación es igual a cero, o la hipótesis alterna de que no lo es. A continuación, se muestran los resultados;

Estadístico de Moran

Moran I statistic standard deviate = 2.2205,

p-value = 0.02638

alternative hypothesis: two.sided

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
0.20556686	-0.03703704	0.01193685

El índice de Moran arroja un valor de 0.2, y el p-value un valor > 0.05 , por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay evidencia de autocorrelación espacial entre el valor comercial de referencia de las manzanas catastrales de la zona de clustering, con un nivel de confianza del 95%.

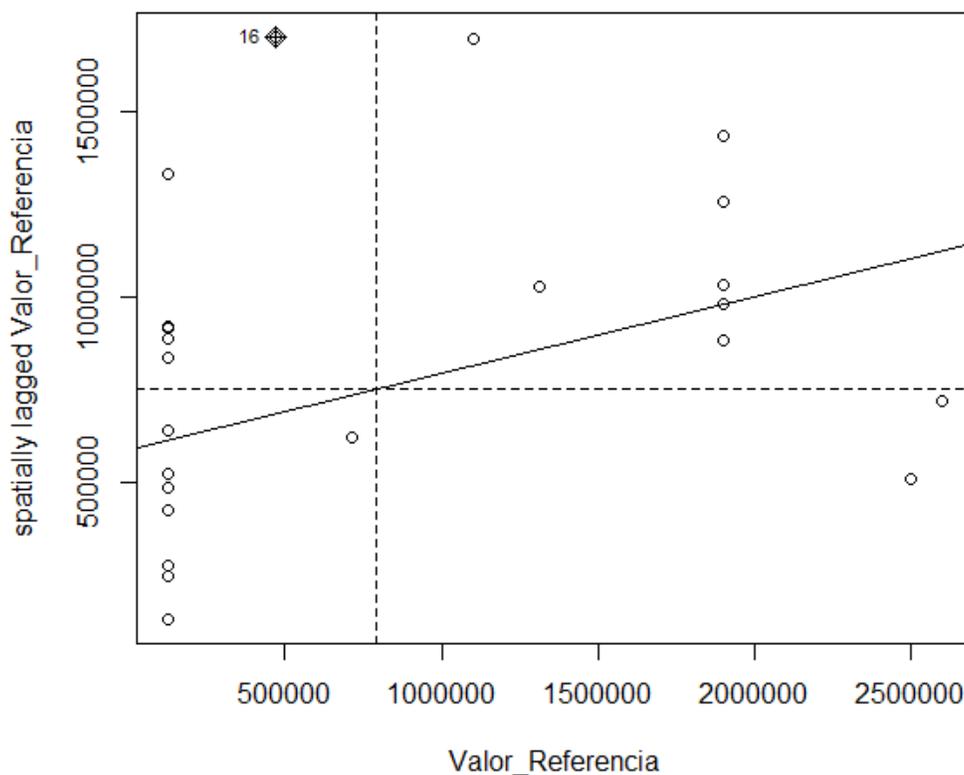


Gráfico 10. Diagrama de dispersión del índice de Moran para la variable *Valor_referencia*.
Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de dispersión del índice de Moran para la variable *Valor_referencia* observada en el gráfico 10, muestra que la mayoría de los datos se ubican en los cuadrantes I, y III. En el primero, se observa que las manzanas con valores más altos se rodean de manzanas catastrales que también poseen valores altos, según lo demuestra el rezago espacial. El cuadrante número II contiene las regiones con valores de referencia bajos, pero con vecinos que tienen valores más altos. El tercer cuadrante por su parte señala los objetos espaciales con valores de referencia bajos en ellos y en sus vecinos contiguos. Por último, los datos del cuadrante IV identifican las manzanas vectorizadas en regiones que tienen altos valores de referencia, pero con vecinos con bajos valores. Estos resultados del diagrama permiten observar que, en términos generales, los valores comerciales de referencia por metro cuadrado muestran dependencia espacial entre regiones.

7.4. Modelo de regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios

Un segundo insumo para la validación estadística de las variables estudiadas es la utilización de un modelo de regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Para esto, se tiene como referente conceptual los supuestos presentados en el marco teórico, así como las suposiciones validadas previamente acerca de la zona de aglomeración o clustering, y la autocorrelación existente en los nuevos predios (vectorizados en regiones) de ocupación ilegal, y también del valor comercial de referencia de las manzanas catastrales en la zona descrita. La construcción del modelo consiste entonces, en plantear inicialmente la función lineal, y luego proceder a ejecutar el modelo por el método de MCO.

7.4.1. Ocupación Ilegal

$$\text{Ocupación nueva} = \beta_1 + \text{Distancia}_{\text{centro}}\beta_2 + \epsilon$$

Donde;

- *Ocupación nueva*: variable de control binomial tipo “Dummy”, que contiene la información de los predios de reciente aparición identificados con el número 1, y los predios antiguos identificados con el número 0.
- *Distancia centro*: variable que contiene la información de la distancia de los puntos de ocupación ilegal al centro geográfico de Bogotá en metros.
 - β_1 : es el intercepto de Y.
 - β_2 : es el coeficiente de la variable *Distancia centro*.
 - ϵ : errores residuales de la regresión.

A continuación, se presentan los resultados del modelo, para el conjunto de los 390 datos espacializados con 388 grados de libertad;

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.06378	-0.03803	-0.02828	-0.01705	0.98469

Coefficients:

Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
----------	------------	---------	----------

```
(Intercept)      -2.2156688  1.3026110  -1.701  0.0898
Distancia_Centro 0.0002451  0.0001423   1.723  0.0858
```

Signif. codes:

```
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 0.1654 on 388 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.00759, Adjusted R-squared: 0.005032

F-statistic: 2.967 on 1 and 388 DF, p-value: 0.08575

El intercepto de Y, β_1 tiene un valor de -2.21 y un p-value < 0.1. El coeficiente β_2 para la variable *Distancia centro*, tiene un valor de 0.000245 y un p-value < 0.1. Estas cifras son estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 90%. De igual manera, el modelo tiene significancia global dado que se rechaza la hipótesis nula de que el valor de la variable Y es igual a 0, contra la alterna de que es diferentes de 0, con un 90% de confianza, o un 10% de probabilidad de error.

7.4.1.1. Prueba de Autocorrelación espacial (Estadístico Moran de los residuales del modelo por MCO)

Luego de realizar el modelo de regresión lineal por mínimos cuadrados, es necesario realizar la comprobación de la existencia de autocorrelación espacial, teniendo en cuenta que los datos utilizados para la regresión lineal se encuentran espacializados, según se ha descrito previamente. En este orden de ideas, se utiliza nuevamente el índice de Moran para verificar el supuesto, sin embargo, esta prueba estadística se realiza con los residuales del modelo por MCO, por lo que los insumos serán el modelo realizado con anterioridad, y la matriz de pesos espaciales denominada “*wqueens*”;

```
Global Moran I for regression residuals
```

```
model: lm (formula = Ocupacion_nueva ~ Distancia_Centro, data =
ocup.ilegal)
weights: wqueens
```

```
Moran I statistic standard deviate = 1.5623,
p-value = 0.05911
```

```
alternative hypothesis: greater
```

```
sample estimates:
```

```
Observed Moran I      Expectation      Variance
0.0417465105      -0.0050415510      0.0008969456
```

Los resultados de la prueba global de autocorrelación espacial para los residuales de la regresión lineal arrojan un valor del índice de Moran de 0.041, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que I de Moran es igual a 0, y se acepta la hipótesis alterna de que es mayor que 0, con un p-value < 0.1, es decir, con un nivel e confianza del 90%.

7.4.2. Valor Comercial de Referencia

$$\text{Valor de referencia} = \beta_1 + \epsilon$$

Donde;

- *Valor de referencia*: variable que contiene el valor comercial de referencia del terreno por metro cuadrado desagregado al nivel de manzana catastral.
- β_1 : es el intercepto de Y.
- ϵ : errores residuales de la regresión.

A continuación, se presentan los resultados del modelo de regresión lineal por mínimos cuadrados, para el conjunto de 28 datos con 27 grados de libertad;

```

Residuals:
Min      1Q  Median      3Q      Max
-663165 -663165 -663165 1109135 1809135

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   790865     167005   4.736 6.2e-05 ***

Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 883700 on 27 degrees of freedom

```

El intercepto de Y, β_1 tiene un valor de 790865 y un p-value < 0.01. Este resultado de la estimación para el modelo con un único coeficiente es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 99%. De igual manera, es importante señalar que, en el presente modelo analizado no se pretende obtener proyecciones a corto, mediano o largo plazo, ya que la estimación no contiene valores del coeficiente β_2 . Por lo tanto, el cálculo de este

solo contiene fines de validación estadística de la relación espacial entre los objetos estudiados.

7.4.2.1. Prueba de Autocorrelación espacial (Estadístico Moran de los residuales del modelo por MCO)

Al igual que con la variable *Ocupación ilegal* se hace necesario la validación del modelo de regresión por MCO teniendo en cuenta la extensión espacial de los datos. Así, se aplica la prueba estadística del Índice de Moran para determinar la existencia de autocorrelación o dependencia espacial entre los objetos espaciales de la variable determinados por el valor comercial de referencia por metro cuadrado de las manzanas catastrales en la zona de clustering;

```
Global Moran I for regression residuals

data:
model: lm(formula = Valor_Referencia ~ 1, data =
var.ref)
weights: wqueens_2

Moran I statistic standard deviate = 2.2585,
p-value = 0.01196
alternative hypothesis: greater
sample estimates:
Observed Moran I      Expectation      Variance
0.20556686      -0.03703704      0.01153905
```

Los resultados muestran un valor del índice de Moran de 0.20, y un p-value < 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que el índice es igual a 0, y se acepta la hipótesis alterna de que el valor del índice es mayor que 0. De esta manera se demuestra la existencia de autocorrelación espacial global en el modelo, según los residuales de la regresión y la matriz de pesos espaciales obtenida previamente.

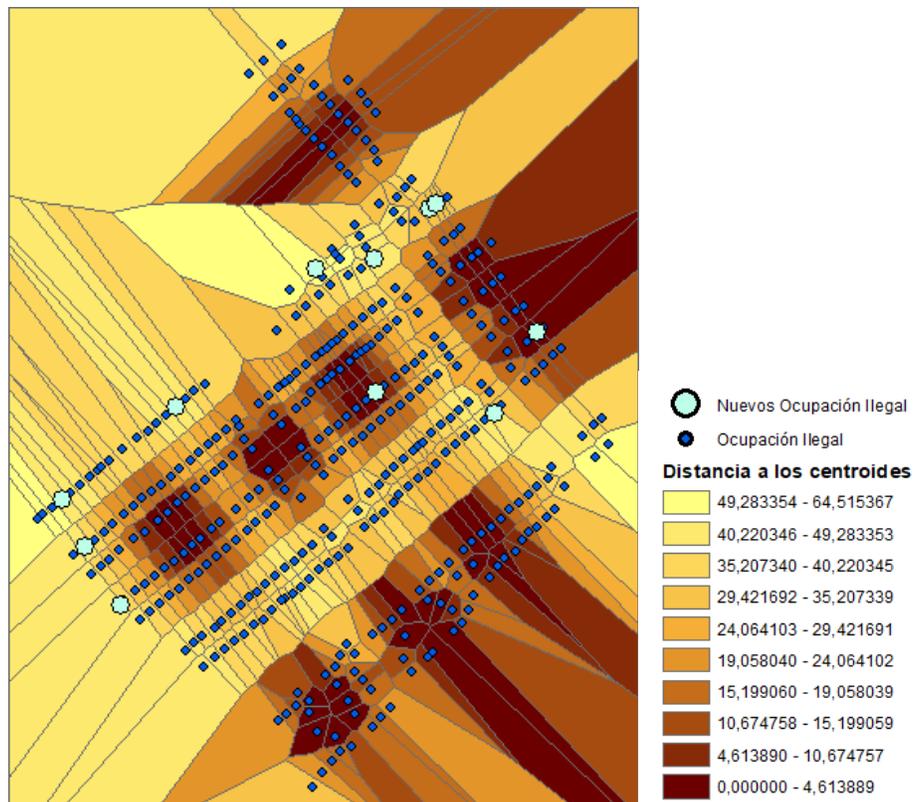
8. Análisis de resultados

Luego de superar la etapa de validación empírica de los datos recolectados, al igual que el análisis y descripción de la información encontrada, es preciso realizar el análisis económico de los resultados encontrados. En primer lugar, cabe resaltar que los efectos económico-espaciales surgidos a raíz de la pandemia por covid-19, los cuales son el

principal objetivo del presente trabajo investigativo, se basan en los datos reales obtenidos de fuentes oficiales, de los cuales, solo fue posible encontrar dos variables al nivel de desagregación de manzana catastral; predios de ocupación ilegal y valor comercial de referencia del terreno. Por esta razón, el análisis se centra en el comportamiento de estas variables en el espacio.

Si bien, ubicar la zona de aglomeración de los nuevos predios de ocupación ilegal en el mapa 4 resulta ser relativamente sencillo, la validación estadística ayuda a confirmar esta premisa para llegar a tener algunas deducciones al respecto. La más importante, es que las personas que se ubicaron allí a partir de mitad del año del 2020, lo hicieron influenciadas por la proximidad de las ocupaciones ilegales antiguas, que sumadas superan las 350 unidades. También, en la tabla 2 se observa una aparente tendencia a la disminución de estos predios de ocupación ilegal, especialmente, para los años 2020 y 2021. Este comportamiento podría explicarse como un efecto del asilamiento por Covid-19, sin embargo, no es un dato concluyente por sí mismo, ya que se requiere más información al respecto.

La zona de clustering identificada en el mapa 7, muestra las zonas de calor (en color café oscuro), donde se concentra la mayor cantidad de predios en proximidad a otros predios con características similares. Este comportamiento permite validar el modelo de sistema ciudad de Masahisa & Krugman adaptado al caso de estudio, donde los predios de ocupación ilegal funcionan como la fuerza centrípeta que impulsa las concentraciones. Así entonces, uno de los efectos identificados es el surgimiento de nuevos predios de ocupación ilegal ocasionados por la aglomeración de asentamientos con las mismas características, que se puede explicar por el hecho de encontrarse ubicados en uno de los límites periféricos de la ciudad, en zonas urbanas de vivienda residencial de estratos socioeconómicos bajos, según lo identificado en la caracterización.



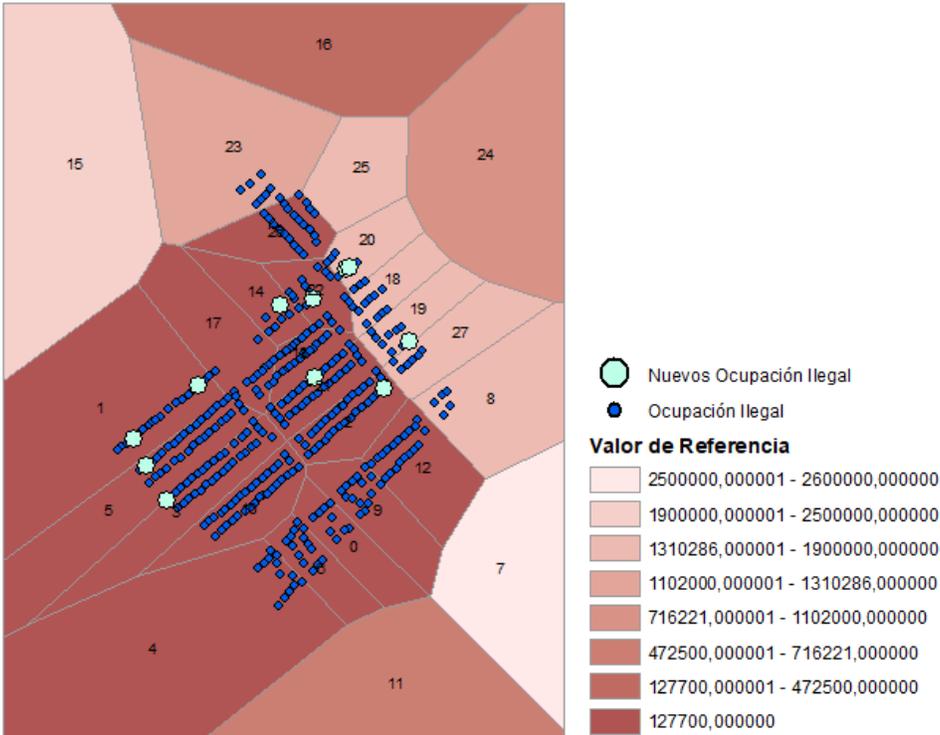
Mapa 7. Zona de clustering de ocupación ilegal en la Localidad de Kennedy.
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el valor comercial de referencia del terreno brinda información valiosa del comportamiento del precio del suelo en la zona de interés, la tabla 3 muestra una elevada variación de los precios generales en la localidad de Kennedy entre finales del año 2019 y finales del 2020, hecho que resulta interesante para el presente trabajo investigativo. Sin embargo, para las manzanas catastrales que abarcan la zona de influencia del clustering, la moda de la variación es del 0.84% entre 2019 y 2020, lo que significa alrededor de 24 de las 28 unidades analizadas, por lo que los demás se consideran datos atípicos. Con esto, es posible interpretar que la variación de los precios en esta zona se torna diferente al comportamiento general de la localidad.

Aun así, la variación positiva en el valor comercial de referencia del suelo, valida la premisa planteada en la gráfica 6 sobre el modelo de sistema ciudad adaptado al caso de estudio, donde la variable descrita se comporta como una fuerza centrípeta que se impulsa hacia afuera al incrementar el valor de los predios en la periferia, e incentiva a las personas a adquirir predios hacia los límites de la ciudad, generando así, nuevos procesos de

expansión urbana. De esta manera, la comprobación estadística de autocorrelación espacial entre los objetos demuestra que el valor comercial del terreno de los predios se explica, en gran medida, por el valor de los predios vecinos, siendo este, un factor importante a la hora de ocupar un nuevo predio de manera ilegal.

En este orden de ideas, un segundo posible efecto económico-espacial derivado de las consecuencias por la pandemia de Covid -19, tiene que ver con la variación positiva del valor comercial de los predios, que, para la localidad de Kennedy asciende a más del 230% (en comparación con los últimos 8 años donde la variación fue del 15.57% en promedio), y para la zona de clustering, se estima alrededor del 1.44% en promedio. Pero también, se puede hablar de un tercer efecto derivado de los dos primeros, el cual hace referencia a la disminución de la cantidad de predios de ocupación ilegal en la zona de clustering, basado en el bajo aumento del valor del suelo, teniendo en cuenta la dependencia de los precios entre las diferentes mazanas que presentan relaciones de vecindad, tal como se observa en el mapa 8.



Mapa 8. Zona de clustering de ocupación ilegal en la Localidad de Kennedy, con valor de referencia por metro cuadrado en regiones vecinales.

Fuente: Elaboración propia.

9. Conclusiones

Con base en las interpretaciones realizadas en el proceso de caracterización, es posible concluir en primer momento, que la localidad de Kennedy tiene una importante concentración de viviendas con destino residencial en los estratos socioeconómicos 2 y 3, además, la distribución espacial de las mismas, permite evidenciar una jerarquización en términos de la proximidad al centro de la ciudad, donde los estratos más bajos se agrupan en las zonas periféricas, y los más altos en las zonas centrales. Con estas particularidades, se omiten las implicaciones sociales que puedan presentar las variables estudiadas en el análisis, dado que, para el presente trabajo, se tomó como punto principal de referencia la dimensión comercial, teniendo en cuenta las restricciones de obtención de información.

Por otro lado, los resultados de la validación empírica sugieren la existencia de tres efectos económico-espaciales, de los cuales solo dos están relacionados con las consecuencias derivadas por el Covid-19. El primero tiene que ver con la autocorrelación entre los predios de ocupación ilegal nuevos y antiguos, la cual sugiere que la aparición reciente de ocupaciones ilegales se explica por el hecho de estar cerca de ocupaciones en la misma condición. El segundo, hace mención en la fuerte variación positiva del valor comercial de referencia del terreno encontrada en la estadística descriptiva, en noviembre de 2020 comparado con el mismo mes en 2019, y el promedio de los últimos 8 años. El tercero y más importante, es una combinación de los diferentes resultados encontrados, donde se concluye que existe una disminución significativa de nuevas ocupaciones ilegales en la zona de custering desde marzo de 2020, explicada por la información de los precios de los predios cercanos y las ocupaciones antiguas.

10. Recomendaciones Finales.

Finalmente, se recomienda profundizar en el tema estudiado y extender la investigación en términos del análisis de los resultados, y obtención de variables que incluyan la dimensión social, para esto, será necesario la realización de encuestas a una muestra poblacional, donde se cuente con información relevante sobre diferentes campos relacionados con la vivienda y las dinámicas del sector inmobiliario, tales como el arriendo, la incidencia del género, precios, inversión, entre otros. También, se pueden utilizar los

resultados de la validación empírica aquí expuestos, así como los modelos y técnicas, para la realización de investigaciones futuras sobre temas relacionados.

11. Bibliografía

Agudelo, G. A., Franco, L. C., Franco, L. E., & Agudelo, J. E. (2016). Impacto del barrio vecino en los cánones de arrendamiento mediante precios hedónicos y econometría espacial. *Revista Espacios*.

Anselin, L. (1988). "Spatial Econometrics: Methods and Models". Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Baronio, A., Vianco, A., Rabanal, C. (2018). Una Introducción a la Econometría Espacial. Cátedra de econometría. Universidad Nacional de Río Cuarto.

Becerra, V, L. (2013). Aproximaciones Microeconómicas En La Teoría De Los Lugares Centrales De Christaller. *Ensayos Sobre Política Económica*, 31(Spe70), 67-120.

Becerra, L. G. (2012). Aproximaciones microeconómicas en la Teoría de los Lugares Centrales de Christaller. *Ensayos sobre POLÍTICA ECONÓMICA*, 31(70), 69-120.

Cabrera, J., & Moreno, N. (2014). Teoría De La Ubicación De Alfred Weber Y Su Aplicación En Los Ingenios Del Cluster Azucarero Del Valle Del Cauca. Santiago De Cali: Universidad Autónoma De Occidente Facultad De Ciencias Económicas Y Administrativas.

Christaller, W. (1933). *Die Zentralen Orte in Süddeutschland*. Gustav Fischer Verlag, Jena. English translation: *The central places of southern Germany* (1966). Prentice-Hall, Englewood Cliffs N.J.

Dane , (2021). Índice de Precios de Vivienda Nueva. Bogotá D.C. Departamento Administrativo Nacional De Estadística.

Dane. (2018). Censo Nacional De Población Y Vivienda. Bogotá, D.C.: Departamento Nacional De Estadística.

Dane. (2019). Metodología Déficit De Vivienda. Obtenido De <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/deficit-habitacional>

De Lucio, J. J. (1997). *Geografía Económica: Aglomeración, Localización y Externalidades*. Madrid: Federación de Estudios de Economía Aplicada (FEDEA).

Facultad de Estudios Superiores Acatlán- Universidad Nacional Autónoma de México. FES Acatlán UNAM. (12 de marzo de 2016). Capítulo 14. Econometría espacial, aplicaciones con R. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=XhfInXGex8Q>

Hartomo, K. D., & Rizaldhi, D. (2020). A New Model of Landslide Prone Map Using a Combination of Scoring and Polygon Thiessen Methods. 2020 International Seminar on

Application for Technology of Information and Communication (ISemantic), Application for Technology of Information and Communication (ISemantic), 2020 International Seminar On, 417–424.

Krugman, P. (1991a). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*. 99: 483–499

Lozano. I & Ricciulli. R, (2017). "¿Está Afectando el Impuesto Predial el Precio de la Vivienda en Bogotá? Un Análisis Basado en la Econometría Espacial," Borradores de Economía 1016, Banco de la República de Colombia.

Masahisa, F. & Krugman, P, (2004). La nueva geografía económica: pasado, presente y futuro. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, (4), 177-206. [fecha de Consulta 14 de Octubre de 2021]. ISSN: 1695-7253. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28900409>

McCarty, H., & Lindberg, J. (1970). *Introducción a la geografía económica*. Barcelona: Fondo de Cultura Económica.

Minvivienda. (2020). Vis Y Vip. Obtenido De <https://www.Minvivienda.Gov.Co/Viceministerio-De-Vivienda/Vis-Y-Vip>

Moran, P. A. (1948). "The Interpretation of Statistical Maps." *Journal of the Royal Statistical Society B (Methodological)* 10 (2): 243-251. doi: 10.1111/j.2517-6161.1948.tb00012.x.

Niño, J. V. (2007). *Política De Vivienda, Alcances Y Perspectivas*. Alcances Y Perspectivas U Rosario, 1-11.

Paelinck, J. Y Klaassen, L. (1979): "Spatial Econometrics". Farnborough, Saxon House.

Siabato, W., Guzmán. J. (2019). "La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 28 (1): 1-22. doi: 10.15446/rcdg.v28n1.76919

Trávez, J. (2004). *Economía Espacial: una disciplina en auge*. ESTUDIOS DE ECONOMÍA APLICADA, 22(3), 409-429.

von Thünen, J. H. (1826). Traducido al inglés: *The Isolated State*. Oxford: Oxford: Pergamon Press (1966).

Weber, A. (1909). *Ueber den Standort Der Industrien*, Tübingen: J.C.B Mor. Traducido al inglés, *The Theory of the Location of the Industries*. Chicago University Press (1929).

Yrigoyen, C. C. (2003). *Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos microterritoriales*. Dirección General de Economía y Planificación.