

OBSERVATORIO DINÁMICAS DEL TERRITORIO

Información para prever, analizar y planear el uso y la regulación del suelo

DETERMINANTES DEL CANON DE ARRENDAMIENTO DE VIVIENDA EN BOGOTÁ





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Determinantes del canon de arrendamiento de vivienda en Bogotá

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ

ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ
Gustavo Petro Urrego

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
Gerardo Ardila Calderón

SUBSECRETARÍA DE INFORMACIÓN Y ESTUDIOS ESTRATÉGICOS
Roberto Prieto Ladino

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS MACRO
Armando Palencia Pérez

INVESTIGADORES
Vanessa Cediél Sánchez
Jairo Francisco Chinchilla Castro

EQUIPO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS MACRO
SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
Armando Palencia Pérez, Director
Camilo Gaitán Victoria, Profesional
Carlos Velásquez Vega, Profesional
Isabel Cardona Balanta, Profesional
Paula González Vergara, Profesional
Nohora Durango Padilla, Profesional
Vanessa Cediél Sánchez, Profesional

Septiembre 2014

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA



Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
1. RENTA DEL SUELO	6
1.1. Teoría	6
1.2. Hechos estilizados	10
2. METODOLOGÍA	15
2.1. Análisis de datos espaciales	15
2.2. Modelo econométrico	17
3. RESULTADOS	20
3.1. Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE)	20
3.2. Modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (RGP)	33
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	58
A. Metodología de cálculo de las variables	58
B. Mapas de variables y análisis de patrones espaciales	61
C. Prueba de los residuos de los modelos econométricos	63

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es identificar los factores que determinan el valor que paga un hogar por vivir en alquiler, modalidad bajo la cual 'eligen' vivir más del 40% de las familias bogotanas, en particular las menos favorecidas, pues en estrato uno y dos más del 40% vive en arriendo, mientras que en los estratos cinco y seis esta proporción es del 20%.

Llama la atención que en estrato uno, el ochenta por ciento de los hogares que viven en arriendo están conformados principalmente por familias compuestas por padres e hijos; mientras que en estrato seis un poco más de la mitad de los arrendatarios son personas jóvenes, que aún no conforman un hogar, que viven solos, o con otras personas con las cuales no tienen una relación conyugal.

El estudio de mercado de vivienda se ha enfocado especialmente en el de vivienda nueva, segmento en el que se ha centrado la política de vivienda del gobierno nacional, debido al efecto que tiene el sector de la construcción sobre la economía y el empleo. Esto explica porque el mercado de vivienda usada y el de arriendo se han dejado de lado. Este documento aporta al conocimiento del mercado de la vivienda en alquiler, de manera que sirve como insumo para diseñar políticas públicas para las familias de menores recursos.

Para llevar a cabo el estudio se estima un modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (RGP), con información de la Encuesta Multipropósito para Bogotá (EMB) de 2011 y de las bases de datos geográficas de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP). El modelo RGP es una técnica estadística que se enmarca dentro de la econometría espacial, que permite tener en cuenta los efectos de heterogeneidad de los datos y de dependencia espacial de los residuos, dos características que no se pueden obviar cuando se trabaja con datos espaciales, pues su existencia no solo invalida las pruebas de hipótesis en un modelo econométrico, sino que ignora el planteamiento de la primera ley de la geografía: todo está relacionado con todo lo demás, pero cosas cercanas están más relacionadas que cosas distantes (Tobler, 1970).

La variable dependiente del modelo es el canon de arrendamiento y se incluyeron como variables independientes aquellas que permiten capturar factores generadores de renta como: capacidad de pago de los hogares; ubicación de la



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACION

vivienda; bondades del entorno, como fácil acceso a transporte público y proximidad a zonas de recreación; y externalidades negativas como, vivir en zonas inseguras y mal manejo de basuras.

Del estudio se concluye que los variables que determinan los valores de arriendo difieren según el segmento de población analizado. Se identificó que para los hogares de bajos ingresos, factores como la inseguridad, el mal manejo de basuras y los malos olores, si bien son importantes al momento de elegir vivienda, tienen una menor importancia frente a aspectos, como que las viviendas estén ubicadas en zonas de amenaza o en barrios de origen ilegal. Se encontró además que se privilegia la cercanía de las viviendas a estaciones de Transmilenio, parques y zonas verdes, frente a factores como vivir cerca al trabajo o a establecimientos financieros. Estos resultados reflejan que los hogares arrendatarios de bajos ingresos son familias con hijos que pagan bajos valores de alquiler y disfrutan de contar con zonas de recreación a sus alrededores.

A diferencia de los resultados observados para los hogares menos favorecidos, los hogares de altos ingresos, valoran vivir cerca al sitio de empleo, tener a sus alrededores establecimientos financieros, vivir en zonas seguras, sin problemas de malos olores y mal manejo de basuras. No valoran la cercanía a estaciones de Transmilenio, parques o zonas verdes. Con esto se evidencia que los hogares que viven en arriendo en los estratos altos son hogares sin hijos y de altos ingresos.

El documento tiene la siguiente estructura. En la primera parte se presenta un marco teórico sobre los determinantes de la renta del suelo; en la segunda parte se describe la metodología de análisis de datos espaciales; en la tercera parte se presentan los elementos que explican el valor de los arriendos de vivienda en la ciudad; y en la parte final se concluye.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA

1. RENTA DEL SUELO

1.1. Teoría

La renta de suelo es una porción de valor que, de manera periódica, recibe el dueño de la tierra por su propiedad. Además de la tasa de ganancia vigente en el mercado (o tasa de interés), la renta es uno de los componentes que interviene en el proceso de formación de los precios del suelo. De la capitalización de estos valores resulta el precio a través de la siguiente identidad:

$$\text{Precio de suelo} = \text{Renta} / \text{tasa de ganancia}$$

De esta identidad se desprende que el precio depende de la renta que de él se puede generar y de la relación inversa entre ésta y la tasa de ganancia, a menor tasa mayor precio de suelo y viceversa. De esta concepción se puede deducir que si se desean comprender los factores que explican los precios, la clave está en estudiar los mecanismos a través de los cuales se genera renta, y en entender el papel que juega la tasa de interés del mercado.

Teniendo en cuenta que con en el presente trabajo es busca explicar la renta del suelo, lo que sigue gira alrededor de los planteamientos teóricos relacionados con los factores generadores de dicha renta.

Von Thünen fue uno de los primeros interesados en analizar la renta del suelo. Se apoyó en el modelo de uso de la tierra agrícola, y se planteó dos preguntas: ¿qué se producirá y dónde? y ¿cuál será el precio de los terrenos? Para responderlas partió de una situación bajo las siguientes condiciones: la producción se desarrolla en un plano homogéneo que no tiene accidentes geográficos, la fertilidad es la misma en todo el plano, el lugar de mercado está en el centro del plano, y los costos de transporte son una función lineal de la distancia. Se producen dos bienes agrícolas: trigo y guisantes, cuyos costos de producción y rendimientos son diferentes.

Bajo estas condiciones, la producción que se llevará a cabo es aquella que permita obtener una renta que deberá ser transferida al dueño de la tierra, quien estará dispuesto a poner la tierra a disposición del productor siempre que éste le dé la mayor remuneración que se puede obtener en el mercado. Remuneración que dependerá de los precios de producción, los rendimientos de la tierra, los

precios de mercado y los costos de transporte, los cuales aumentan a medida que se aleja del centro de la ciudad.

A partir de este modelo se obtienen las siguientes conclusiones: se llevará a cabo la producción que genere renta, la cual será transferida al dueño de la tierra y la localización de la producción agrícola se ubicará alrededor de un núcleo urbano. Los terrenos no tienen precio por sí mismos, su valor surge únicamente porque es un insumo intermediario en la producción de bienes de consumo final. En este planteamiento, es la localización de los terrenos la principal fuente generadora de renta (Polese, 1998).

Fujita (1989) adoptó el modelo propuesto por Von Thünen y lo formalizó matemáticamente haciendo uso de la microeconomía moderna. Para este autor, el interés ya no es identificar los factores que determinan la localización de la producción agrícola, sino los factores que determinan la localización de la residencia. Así las cosas, Fujita (1989) planteó un modelo básico de selección residencial bajo los siguientes supuestos: la tierra es homogénea y tiene un único centro de tamaño fijo llamado Distrito Central de Negocios (DCN).

El sistema de transporte está libre de congestión, el único viaje que se realiza es el de los trabajadores entre su vivienda y lugar de trabajo, y se ignoran los viajes dentro del DCN. Se supone además que todos los terrenos son idénticos, están listos para uso residencial y no hay externalidades vecinales. La única característica espacial que le importa a los hogares es el viaje hacia el DCN. La utilidad de los hogares depende de un bien de consumo compuesto (incluye todos los bienes excepto la tierra) y del consumo de tierra, más concretamente del tamaño del lote de la vivienda.

El problema del hogar consiste en maximizar su utilidad sujeto a una restricción presupuestaria, la cual depende de los ingresos, que se gasta en el bien compuesto, tierra y transporte. La elección de residencia de un hogar está determinada por el *trade-off* entre el espacio para vivir y el acceso al trabajo. Acceder a una casa grande implica ubicarse lejos del centro de la ciudad, mientras que vivir cerca al sitio de trabajo requiere sacrificar espacio para vivir.

Del modelo básico de localización residencial se concluye que los hogares pobres y ricos con pocas personas dependientes (como solteros(as) y parejas de trabajadores con pocos niños) tenderán a vivir cerca al centro de la ciudad. Más allá de este límite, y hasta los suburbios, habitarán los hogares de ingresos medios con familias grandes; y más allá se ubicarán las familias ricas y numerosas.

Al incorporar otros factores al modelo básico surgen otras conclusiones. Mientras que el costo de transporte es independiente del nivel de ingreso, el hogar rico vive lejos del centro de negocios frente al menos rico. Los costos de transporte son cruciales para los hogares de bajos ingresos, en la medida que pierden salario por el tiempo que gastan en el viaje. Por esta razón, hogares de bajos ingresos tienden a localizarse cerca al centro. En la medida que el salario crece, los costos de transporte son menos importantes, por lo que los hogares de ingresos altos se localizan lejos del centro de negocios. Sin embargo, a una tasa de salario alta, el costo de oportunidad del tiempo que se gasta en el viaje se vuelve muy significativo. Estos hogares con altos ingresos tienden a regresar al centro de la ciudad. En resumen, aquellos hogares que ganan muy poco salario y los que ganan mucho salario tienden a localizarse cerca al centro de la ciudad. A estas conclusiones se debe añadir que en la medida que la tierra vale más mientras más cerca se encuentre del DCN, los pobres tendrán que desplazarse hacia la periferia.

El enfoque propuesto por Fujita (1989) destaca además la importancia, en las decisiones de localización residencial, de factores relacionados con los bienes públicos, y con las interacciones entre los hogares. Señala que los primeros generan externalidades positivas, por ejemplo parques, y los segundos externalidades negativas, por ejemplo congestión.

Desde la perspectiva marxista, como lo plantea Jaramillo (2009), los factores generadores de rentas del suelo urbano se clasifican en dos grupos: los que surgen por el proceso de construcción, denominadas rentas primarias, y los que surgen por el uso de las construcciones, denominadas rentas secundarias.

Hay tres tipos de rentas primarias: la renta que se genera por la calidad del suelo, que se denomina renta diferencial tipo 1; la que se genera por la mayor intensidad de capital aplicado a la tierra, que se denomina renta diferencial tipo 2; y la renta que se genera por la escasez de la tierra, que se denomina renta absoluta.

La renta diferencial tipo 1 se genera por dos factores: las características del terreno relacionadas con la constructibilidad y las relacionadas con la dotación de la infraestructura para la instalación de los servicios públicos. Los capitalistas que tienen acceso a los terrenos más favorecidos, ya sea en términos de constructibilidad o de dotación de infraestructura de servicios públicos, obtendrán ganancias extraordinarias, las cuales surgen de las diferencias en los costos con respecto a los constructores que producen en los terrenos menos favorecidos. Esta sobreganancia se convierte en renta debido a la competencia entre los

capitalistas por obtener el mejor terreno. Los precios del suelo se regulan por las condiciones de producción de los lotes menos favorecidos.

La renta diferencial tipo 2 se genera por la intensidad de capital aplicado a la tierra. Este factor generador de renta es de especial importancia en el suelo urbano debido a la construcción en altura. Se construye en altura siempre que el precio de venta sea lo suficientemente elevado para compensar los costos de construir en altura. El uso de esta técnica de construcción aumenta la sobreganancia más que proporcionalmente, y el precio del suelo sufre un impacto adicional al alza. “De esta manera, la relación entre costos de producción y precios de venta del espacio construido determina simultáneamente la densidad de construcción utilizada y el precio del suelo” (Jaramillo, 2009).

Aun cuando un terreno no cuente con una renta diferencial (tipo 1 ó tipo 2), tiene un precio y ese precio surge gracias a la renta que se genera como consecuencia de la escasez de la tierra. Según Jaramillo (2009), dicha escasez se debe a diversas razones: retención de la tierra por parte de los propietarios, factores geográficos, restricciones en la dotación de infraestructura para la instalación de servicios públicos, y reglamentaciones urbanísticas. En palabras de este autor, esta renta “constituye la base mínima sobre la cual escalonan las demás rentas diferenciales” (Jaramillo, 2009).

Las rentas secundarias surgen de las sobreganancias que se generan por la localización privilegiada del suelo; dicha sobreganancia se convierte en renta gracias a la competencia de los usuarios de la tierra por acceder a las mejores ubicaciones. Las rentas secundarias, a su vez, se clasifican en tres tipos: renta diferencial de comercio, renta de monopolio industrial y renta diferencial de vivienda; esta última se genera por lo que Jaramillo denomina renta de segregación socioespacial.

Debido a que este trabajo se concentra en la renta de la tierra para uso residencial, a continuación se describe solamente el factor generador de renta asociado a este uso. La renta por segregación socioespacial surge por la competencia entre los compradores de altos y bajos ingresos por el mejor espacio construido, lo cual lleva a que los compradores de mayores ingresos paguen un monto adicional por el espacio construido más favorecido, monto que no pueden pagar los compradores de menores ingresos, desplazando de esta manera a estos últimos. Este tipo de renta se extiende entre los diferentes sectores sociales, lo cual afecta -en el límite- a la clase social menos favorecida, pues no segrega sino que sufre la segregación. En términos de Jaramillo (2009), lo que genera este tipo de renta es la “privación del acceso a ciertos lugares de la ciudad a los grupos de

menores ingresos (particularmente, en términos de vivienda), lugares que son apropiados de manera exclusiva por los grupos más pudientes”.

En resumen, la renta del suelo, en particular del suelo para uso residencial, surge gracias a varios factores: capacidad de pago de los hogares (renta de segregación), ubicación de la vivienda (renta de localización), entorno (externalidades), construcción en altura (renta diferencial tipo II o edificabilidad) y escasez de la oferta (renta absoluta).

1.2. Hechos estilizados

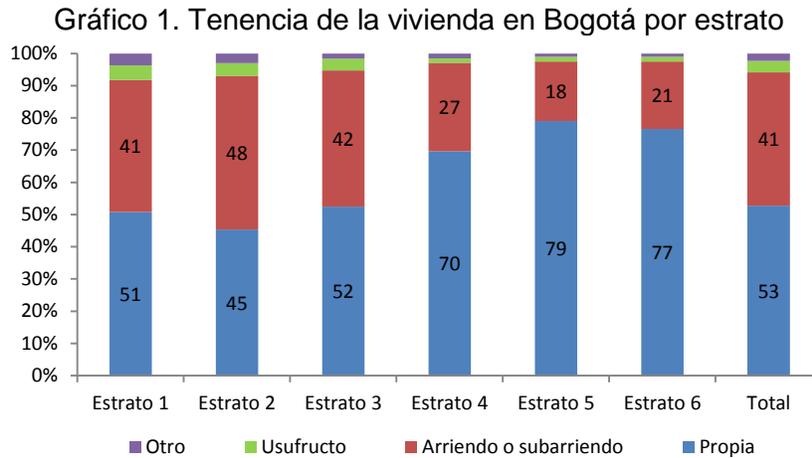
En el apartado anterior se describió el marco teórico sobre la renta del suelo, del cual se desprende como principal conclusión que el propietario de la tierra estará dispuesto cederla siempre que perciba una remuneración por ello, cuya magnitud depende de diversos factores como: la renta de segregación, la renta de localización, las externalidades, la renta diferencial tipo II y la renta absoluta.

Los anteriores planteamientos teóricos se pueden utilizar para analizar el mercado de vivienda en alquiler, pues las dinámicas son las mismas. Si el dueño del suelo es además dueño de una vivienda construida en dicho suelo, éste cede la construcción solo a cambio de un canon de arrendamiento, lo que no es más que la renta que genera dicho suelo, renta que dependerá de la capacidad de pago de los hogares (renta de segregación), de la ubicación de la vivienda (renta de localización), de las características tanto de la vivienda como de su entorno (externalidades), de que la vivienda se construya en altura (renta de edificabilidad) y de la escasez de la oferta (renta absoluta). Por esta razón, de aquí en adelante, se utilizará indistintamente el término canon o renta.

En Bogotá, el 41% de los hogares vive en arriendo (895 mil hogares). Esta “elección” de tenencia de vivienda responde a diversas circunstancias que están relacionadas no solamente con la capacidad de pago de los hogares, sino también con el tipo de hogar, el ciclo de vida de las personas, el tipo de empleo, entre otros.

En un estudio realizado recientemente sobre los determinantes de la tenencia de vivienda en Bogotá (SDP, 2014b), se identificó que son precisamente las familias de bajo y medio ingreso las que “eligen” vivir en arriendo. Esto es evidente cuando se observa la distribución de hogares según tenencia y estrato socioeconómico. A mayor estrato menor proporción de hogares arrendatarios. En estrato uno el porcentaje de inquilinos es de 41%, en estrato dos es de 48% y en estrato tres es

de 42%. En estrato cuatro la proporción es menos del 30%, en estrato cinco la proporción no alcanza el 20% y en estrato seis la proporción es de 21% (gráfico 1).



Fuente: EMB 2011. Cálculos DEM-SDP.

De acuerdo con el estudio mencionado, la principal razón por la cual los hogares de bajos ingresos deciden vivir en alquiler es la falta de recursos para comprar una vivienda. Cabe anotar que el tipo de hogar que demanda vivienda en arriendo en este segmento de la población es diferente al tipo de hogar que toma en arriendo una vivienda en estratos altos.

En estrato uno, más del 80% de los hogares están conformados por padres e hijos, mientras que en estrato seis más del 50% de los hogares arrendatarios son hogares unipersonales u hogares donde no existe una relación conyugal entre sus miembros. Estas características de los hogares arrendatarios de bajos ingresos se deben tener presente a la hora de analizar los determinantes de los valores de alquiler, pues es de esperar que el precio del arriendo capture las preferencias de estos hogares¹.

Al observar la proporción del canon de arrendamiento que paga un hogar frente al valor de la vivienda, se encuentra que para los dueños, arrendar una vivienda para el segmento de población de bajos ingresos es más rentable que arrendar una vivienda para el segmento de la población de ingresos medio y alto. Así lo mostró recientemente el Observatorio del Espacio Construido del CEDE de la Universidad de los Andes² al presentar una serie de rendimientos desde 1970 a 2013, donde

¹ Para ver el tema de las características de las hogares arrendatarios y de las implicaciones de política ver el documento "Determinantes de la tenencia de vivienda en Bogotá" publicado en el Boletín No 17 de la SDP.

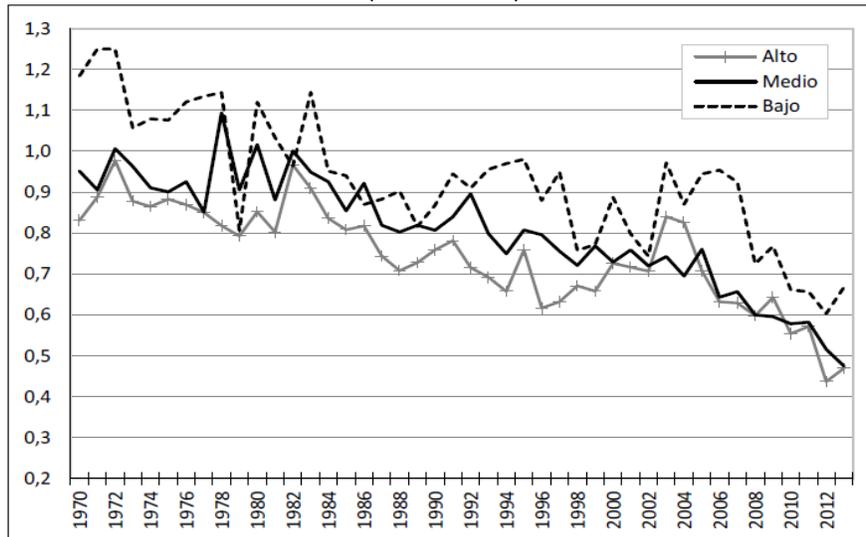
² Los datos se obtuvieron a partir de las ofertas publicadas en los periódicos.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

llama la atención la tendencia decreciente de las series para los tres segmentos de mercado analizado, vivienda de estratos alto, medio y bajo (Jaramillo, 2014) (gráfico 2).

Gráfico 2. Relación alquiler/precio de la vivienda según estrato (1970-2013)



Fuente: Observatorio del Mercado del Espacio Construido. Tomado del documento "Precios inmobiliarios de vivienda en Bogotá 1970-2013". CEDE-UNIANDÉS.

El hecho de que sea la población de bajos y medios ingresos la que demanda vivienda para arrendar, y que además sea cada vez menor la rentabilidad de la vivienda en alquiler, explica en parte porque la oferta de vivienda para arriendo está principalmente en manos de hogares. Hogares también pertenecientes a los segmentos menos favorecidos, para quienes el arriendo representa una parte importante de sus ingresos. En este mercado es común encontrar que tanto el arrendatario como el arrendador desconocen las normas legales relacionadas con el arriendo de vivienda. Así lo señalan estudios realizados por el CENAC (2007) y el CEDE (2002).

Recientemente se publicó un trabajo en el que se presentó una caracterización de la vivienda en alquiler para algunos países de América latina y el Caribe. Dicho documento entrega como uno de sus principales resultados que la oferta de vivienda en arriendo no es de mala calidad. Concretamente, para el caso colombiano, encuentra que las viviendas en arriendo presentan mejores condiciones en materia de infraestructura, que la vivienda propia, con y sin título de propiedad. En lo que respecta a las condiciones de los materiales de construcción y hacinamiento, se encontró que la vivienda en arriendo está mejor, sólo frente a la vivienda propia sin título (Blanco, Cibils, & Muñoz, 2014).

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA

A diferencia del caso colombiano, para el Distrito, las viviendas en arriendo no parecen ser de buena calidad. Esto es fácil de evidenciar si se observa el tipo de vivienda que se ofrece en arriendo. En la ciudad, del total de viviendas arrendadas, el 65% son de tipo apartamento, el 26,5% son casas, el 6,5% son cuartos de inquilinato y el 2,3% son cuartos en otro tipo de estructura.

A simple vista, la distribución de la vivienda en alquiler por tipo, pareciera indicar que una pequeña proporción de los hogares, menos del 10%, viven en malas condiciones, estos serían los hogares que residen en viviendas tipo cuarto. Sin embargo, al indagar las características de los apartamentos, que es el principal tipo de vivienda, se observa que un pequeño porcentaje se encuentra en conjuntos cerrados, lo que puede ser un indicador de mala calidad de las viviendas. Pues, sin duda, vivir en un conjunto cerrado ofrece mayores ventajas frente a vivir en una edificación que no lo esté. Entre las ventajas se encuentra disfrutar de vigilancia o seguridad, y de bienes colectivos como jardines, parques, gimnasio, salones de juegos y hasta piscina.

Al indagar sobre la proporción de hogares que viven en arriendo teniendo en cuenta el estrato, y si se encuentran o no en conjunto cerrado, se halló precisamente que los hogares que alquilan viviendas en los menores estratos lo hacen en edificaciones que no forman parte de conjuntos cerrados. En estrato uno, donde el 52% de las viviendas arrendadas son apartamentos, ninguno se encuentra en un conjunto cerrado. En estrato dos, donde el 61% de las viviendas arrendadas son apartamentos, sólo el 6,7% se encuentra en conjunto cerrado. En estrato tres, donde el 66% de las viviendas arrendadas son apartamentos, un 35% se encuentra en un conjunto cerrado. La mayoría de los apartamentos se encuentran en edificaciones que no superan los tres pisos. Estos datos, unido a que los principales oferentes de viviendas en arriendo son familias de bajos ingresos, pueden ser indicadores de la informalidad de las viviendas de estratos uno, dos y tres para arriendo en la capital.

Al consultar sobre estudios relacionados con los determinantes de los valores del alquiler en Bogotá se evidencia la falta de trabajos sobre el tema. Los estudios para la capital se han enfocado en analizar los factores que determinan los precios de las viviendas. Recientemente, para el Distrito, se elaboró un modelo de precio hedónico con información de diferentes fuentes: EMB para Bogotá 2011, base de datos catastrales y base de datos geográfica de la SDP (SDP, 2013). Teniendo en cuenta las diferencias entre los estratos, se estimaron tres modelos: uno para el grupo de viviendas de estratos 1 y 2, otro para las viviendas de estrato 3, y otro para el grupo de viviendas de estratos 4, 5 y 6. Se tomó como variable dependiente el avalúo catastral de la vivienda y como variables independientes el puntaje catastral, la vetustez, el área construida, el área de terreno, la propiedad horizontal, la capacidad de pago, el ruido, el exceso de anuncios, la inseguridad, la



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

contaminación del aire, los malos olores, la invasión de andes y calles, la cercanía a hospitales, CADE, CAI, parques, establecimientos privados, el estado de las vías y la distancia al trabajo. El estudio concluyó que las relaciones entre el precio y las variables explicativas difieren según el segmento analizado, lo que evidencia la importancia de la ubicación espacial de las viviendas y de las preferencias de los hogares.

La Lonja de Bogotá (2013) elaboró un modelo para el cual tomó como variable dependiente el precio del suelo en zonas residenciales, calculado por la misma entidad, y como variables independientes las densidades de establecimientos, de empleo, de población y la influencia de los Distritos Centrales de Negocios. A partir del modelo se concluyó que los hogares prefieren vivir lo más cerca posible de su lugar de trabajo, pero sin una gran cantidad de establecimientos alrededor de su lugar de residencia.

Con el objeto de aportar al entendimiento del mercado de vivienda en Bogotá, en particular el de vivienda en arriendo, en el presente estudio se estimará un modelo para identificar los factores que determinan los valores del alquiler a la luz de la teoría expuesta en esta sección. A continuación se describe la metodología utilizada para llevar a cabo este trabajo.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

2. METODOLOGÍA

2.1. Análisis de datos espaciales

Cuando se utilizan datos de corte transversal de hogares, ciudades o países, es frecuente encontrar que las variables relacionadas a estas unidades de estudio presenten grandes diferencias y algún tipo asociación. Por ejemplo, el canon de alquiler es una variable en la que se observan altos valores cuando corresponde al pago de alquiler de los hogares ricos, mientras que bajos valores cuando corresponde al pago de alquiler de los hogares pobres. Teniendo en cuenta que la elección de la vivienda en arriendo depende, entre otras variables, de la capacidad de pago de los hogares, con seguridad se encontrará que los hogares ricos se ubicarán en zonas a las que no pueden acceder los hogares pobres, esto llevará a que los familias ricas se concentren en las zonas más costosas de la ciudad y los familias pobres en las menos costosas.

Las grandes diferencias de magnitud entre las observaciones de estudio es lo que se llama heterogeneidad espacial, en el ejemplo, son las diferencias entre los valores de alquiler. Las asociaciones que se generan entre las observaciones es lo que se denomina dependencia espacial, en el ejemplo, son las asociaciones que se forman por la ubicación de los hogares de acuerdo a su capacidad de pago. Estas dos características de los datos se conocen como efectos espaciales³.

Ahora bien, la presencia de heterogeneidad espacial en un modelo econométrico se evidencia cuando el coeficiente de las variables independientes varía según la zona que se analice. Mientras que la existencia de asociación espacial se evidencia cuando no se cumple la independencia de los residuos.

En un modelo econométrico, por ejemplo, con variable dependiente “canon de arrendamiento” y con variable independiente “cercanía a transporte público”, la existencia de heterogeneidad significa que el efecto de vivir cerca de estaciones de transporte en una localidad como Usaquén es diferente al efecto que tiene en una localidad como Bosa.

Existen técnicas estadísticas para evaluar la presencia de cada uno de los dos efectos. La prueba utilizada para identificar la existencia de heterogeneidad es el test de Koenker, donde la hipótesis nula es que no existe heterogeneidad.

³ En econometría, la heterogeneidad espacial puede surgir por dos razones: inestabilidad estructural (o no estacionariedad) y heterocedasticidad. La presencia de heterogeneidad debida a inestabilidad estructural tiene como consecuencia que la forma funcional o los parámetros de una regresión varíen según la localización. La heterogeneidad relacionada con heterocedasticidad, debida a una mala especificación del modelo econométrico, genera como consecuencia problemas de errores de medida.

Con el objeto de incorporar la heterogeneidad de las variables en el modelo econométrico, Fotheringham *et al.* (1998) y Brudson *et al.* (1999) proponen estimar modelos de regresión denominados Regresiones Geográficamente Ponderadas⁴, RGP, (*Geographically Weighted Regressions, GWR*). Esta metodología consiste en estimar un vector de parámetros diferente para cada observación, a través del siguiente modelo (Moreno y Vaya, 2000):

$$y_i = \beta_{0i} + \beta_{1i}x_{i1} + \beta_{2i}x_{i2} + \dots + \beta_{pi}x_{ip},$$

$i = 1,2,3, \dots, N$, observaciones

$j = 1,2,3, \dots, p$, variables

Donde y_i es la variable dependiente, x_{ip} es la variable independiente p para la observación i . El modelo tiene p variables independientes y N coeficientes, uno para cada una de las observaciones. Una vez se cuenta con el vector de coeficientes, éstos se muestran en un mapa para cada una de las variables independientes, esto para ver cómo varían dichos coeficientes según la ubicación.

El otro efecto espacial, la dependencia, se evalúa a través del Índice I de Moran, el cual se utiliza para evaluar la hipótesis nula que plantea no dependencia espacial. Se pueden identificar tres de tipos de dependencia: positiva, negativa y cero⁵. La dependencia positiva se presenta cuando lo que ocurre en una zona se extiende a otras regiones que lo rodean. La dependencia negativa se presenta cuando lo que ocurre en una zona impide su aparición en las zonas vecinas. Y cuando lo que sucede en el espacio responde al azar, se dice que no hay dependencia espacial.

Después de encontrar la existencia y el tipo de dependencia⁶, se procede a identificar las asociaciones de los datos en el espacio –ya sea a nivel de puntos o áreas–; a esto es lo que se denomina identificación de patrones espaciales, los cuales pueden ser de tres tipos: al azar, disperso y agrupado (clusters).

El primero significa que cualquier punto es igualmente probable de ocurrir en cualquier sitio y la localización de cualquier punto no está afectada por la posición de cualquier otro punto. El segundo significa que cualquier punto está tan lejos de todos los vecinos como le sea posible. Y el tercero significa que muchos puntos están altamente concentrados y tan cerca los unos de los otros que existen grandes áreas que contienen muy pocos puntos. La herramienta de análisis de

⁴ El espacio en el modelo se incorpora con lo que se conoce como la matriz de distancias, la cual se construye en función de las distancias de la observación i hacia el resto de observaciones. Se da mayor peso a aquellas observaciones que se encuentren más próximas a i .

⁵ Un valor positivo en la zona de rechazo significa presencia de dependencia positiva, mientras que un estadístico negativo en la zona de rechazo significa dependencia negativa.

⁶ En el documento se utilizará como sinónimos dependencia y autocorrelación.

puntos calientes (Hot Spot Analysis) en ArGis permite identificar estadísticamente los clusters⁷.

Identificar si existe autocorrelación espacial, de qué tipo es y dónde están ubicadas las asociaciones en el espacio, es lo que se denomina Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE).

Después de un análisis exploratorio, la pregunta que surge es, ¿qué explica el comportamiento de los patrones creados por los procesos espaciales que operan en el área de estudio? Es aquí donde es útil la elaboración de un modelo econométrico, en particular, el modelo de RGP, de existir presencia de heterogeneidad, el cual además de incorporar la heterogeneidad espacial, generalmente contribuye a solucionar el problema de dependencia espacial de los residuos.

En resumen, la existencia de efectos espaciales significa que el valor de una variable en una zona no viene explicado únicamente por condiciones internas a la zona sino también por el valor de esa misma variable en otras zonas vecinas. Esto fue planteado por Tobler en 1970, con la primera ley de la geografía: todo está relacionado con todo lo demás, pero cosas cercanas están más relacionadas que cosas distantes.

2.2. Modelo econométrico

En la sección 1.1 se expusieron los argumentos teóricos relacionados con los factores generadores de renta de suelo: la renta de segregación, la renta de localización, las externalidades, la renta diferencial tipo II (edificabilidad) y la renta absoluta.

En esta sección se plantea un modelo econométrico para evaluar si hay evidencia estadística que respalde la existencia de los factores generadores de renta relacionados con la tierra para uso residencial. Para ello se elaboró un modelo econométrico donde la variable dependiente es el valor del arriendo (canon) de una vivienda y se incluyeron como variables independientes aquellas que permiten capturar cuatro de los factores generadores de renta: renta de segregación, renta de localización, externalidades y renta diferencial tipo II. Por las razones que se expusieron en la sección 2.1, se estima un modelo de RGP.

Cabe resaltar que el propósito de este trabajo es identificar y entender los determinantes de los valores de alquiler y no de los precios de la vivienda, por eso no se incluye en el modelo información relacionada con la tasa de ganancia del mercado y su relación con la renta del suelo.

⁷ zonas donde una variable toma valores altos (bajo) que están rodeadas por otras de valores altos (bajos)

Con el objeto de señalar las relaciones esperadas entre la variable dependiente del modelo (canon) y las variables independientes (factores generados de renta), a continuación se presentan los postulados teóricos que respaldan la inclusión de cada una de las variables.

El ingreso de los hogares se incluye como una variable proxy de la capacidad de pago, con lo cual se busca capturar el factor generador de renta denominado por Jaramillo renta de segregación. Según este autor, en la medida que algunos hogares estén dispuestos a pagar un monto adicional por vivir en ciertas zonas de la ciudad, se generará competencia entre ellos, lo que lleva a que dicho monto se convierta en renta, de la cual se apropia el dueño de la vivienda que se ofrece en arriendo. Esto es lo que permite que los hogares más adinerados logren arrendar las viviendas más costosas, razón por la cual se espera que a mayor ingreso, mayor canon de arrendamiento.

Von Thünen fue uno de los primeros en plantear que la ubicación de la tierra es un elemento diferenciador en la generación de renta del suelo. Este factor se conoce en la literatura como renta de localización. Para efectos de este trabajo, en el que se analiza el mercado de vivienda en arriendo, se plantea que mayor será el canon de alquiler mientras más cerca se encuentre la vivienda al centro de empleo. Este factor se captura en el modelo econométrico al incluir como variable independiente el tiempo que gasta un miembro del hogar para llegar a su sitio de trabajo; se considera que mientras mayor tiempo se tome un individuo para llegar a su trabajo, más distante se encuentra del centro de empleo, y por esta razón se espera que esta variable tenga un efecto negativo sobre el valor del alquiler.

Aun si la vivienda no se encuentra cerca al sitio de trabajo, es posible que se genere renta en la medida que los hogares cuenten con buenas vías y fácil acceso a transporte público, lo que aminoraría la “desventaja”⁸ de vivir lejos de los centros de empleo. Por esta razón, se espera que estas condiciones tengan un efecto positivo sobre los valores de alquiler. Para capturarlos se incluyeron en el modelo variables que dan cuenta del estado de las vías, la cercanía a estaciones de Transmilenio⁹, a los paraderos de las rutas alimentadoras¹⁰ y a otras estaciones de transporte público diferente a Transmilenio¹¹.

⁸ Se escribe entre comillas ya que vivir lejos de los centros de empleo no necesariamente es una desventaja para algunos hogares.

⁹ Se considera cerca una estación de Transmilenio si está hasta 1000 metros de la manzana donde está ubicada la vivienda.

¹⁰ Se considera cerca un paradero de ruta alimentadora de Transmilenio si está hasta 250 metros de la manzana donde está ubicada la vivienda.

¹¹ Se considera cerca un paradero de transporte público diferente a Transmilenio si está a 10 minutos de la manzana donde está ubicada la vivienda.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Los hogares, además de buscar una vivienda que se ajuste a sus capacidades y que esté bien ubicada, buscan que a sus alrededores no cuenten con entornos que pongan en riesgo la integridad de las personas, como vivir en sitios peligrosos, zonas de amenaza, o cerca de basureros, bares o prostíbulos, expendios de drogas, antenas y caños de aguas negras. Además evitan vivir en zonas que afecten la calidad de vida por efecto del ruido, del exceso de anuncios publicitarios, de la inseguridad, de la contaminación del aire, de los malos olores, del manejo inadecuado de basuras y de la invasión de andenes y calles. Estas condiciones, entre otras, fueron capturadas en el modelo a través de la inclusión de variables dummy donde uno significa que se presenta la situación y cero en otro caso. Se espera que estas condiciones tengan efectos negativos sobre el canon de arrendamiento.

Así como existen condiciones del entorno que puede generar externalidades negativas también existen condiciones que pueden generar externalidades positivas. En el modelo se incluyeron condiciones favorables para un hogar, como vivir cerca de parques y zonas verdes, colegios, jardines infantiles, centros de salud, estaciones de policía, bancos, tiendas y droguerías. Se espera que un entorno con estas características tengan un efecto positivo sobre los valores de alquiler. Estas condiciones fueron capturadas en el modelo a través de la inclusión de variables dummy, donde uno significa que se presenta la situación y cero en otro caso.

En particular, en las grandes ciudades, un factor generador de renta es la construcción en altura, lo que permite multiplicar la oferta de espacio construido, pero a mayores costos de construcción. Dados los costos asociados a esta técnica de construcción, lo normal es que se construya en altura en zonas donde se concentran hogares de altos ingresos, pues son los que están dispuestos a pagar altos valores por metro cuadrado, lo que permiten a los constructores cubrir los costos de construir en altura. Por esta razón se espera que mientras más alta sea la edificación mayor sea el canon de arrendamiento. A este factor generador de renta es lo que Jaramillo denomina renta diferencial tipo 2 y se captura en el modelo a través de la inclusión de la variable número de pisos de la edificación donde se encuentra ubicada la vivienda en arriendo.

En síntesis, la estructura del modelo econométrico propuesto tiene como variable dependiente el canon de arrendamiento en logaritmos y como variables independientes: ingresos de los hogares (renta de segregación), tiempo de recorrido al trabajo, cercanía a estaciones de transporte público (renta de localización), variables que capturan calidad del entorno y de la vivienda (externalidades) y número de pisos de la edificación donde se encuentra la vivienda (renta diferencial tipo II o edificabilidad).

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

3. RESULTADOS

3.1. Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE)

En esta sección se presentan los resultados del análisis exploratorio de datos espaciales para las principales variables del modelo econométrico: canon de arrendamiento, ingresos de los hogares, tiempo de recorrido al sitio de trabajo, condiciones del entorno y número de pisos de la edificación donde se encuentra la vivienda.

Con el objeto de visualizar las variables espacialmente, se georreferenciaron los datos a nivel de manzana, después, como se expuso en la sección 2.1, se evaluó la presencia de dependencia espacial con la estadístico I de Moran y, de hallar existencia de asociación, se procedió a identificar los clusters a través de la herramienta Hot Spot Analysis de ArGIS.

Canon de arrendamiento

En el mapa 1 se presenta el valor de canon de arrendamiento mensual. El color azul oscuro representan las manzanas donde el valor de una vivienda en alquiler no supera los 230 mil pesos, el azul claro representa las manzanas donde el valor oscila entre 230 y 300 mil pesos, el color verde claro representa las manzanas con valores que oscilan entre 300 y 450 mil pesos, el color amarillo representa las manzanas con valores que oscilan entre 450 y 700 mil pesos, y el color rojo representan las manzanas con valores de alquiler que superan los 700 mil pesos.

Al analizar la distribución espacial del canon de arrendamiento de las viviendas en Bogotá, se identifica claramente que hay zonas donde se concentran altos valores de alquiler y otras donde se concentran bajos valores de alquiler. Estas concentraciones revelan que sí se está ubicado en una zona con un alto canon de arriendo, es muy probable que el valor del arriendo del vecino sea igualmente alto, igual situación se observa en zonas de bajos valores de alquiler.

Al realizar la prueba I de Moran se confirma la existencia de dependencia espacial de la variable canon de arrendamiento¹², lo que quiere decir que el canon de arrendamiento de una vivienda está influenciado por los valores del canon de arrendamiento de las viviendas vecinas.

Una vez se confirma la existencia de dependencia espacial de la variable “canon de arrendamiento” se procede a identificar dónde se presentan las asociaciones o

¹² Se rechaza la hipótesis nula en la que se plantea que los datos del valor del arriendo están distribuidos aleatoriamente, y se encuentra evidencia estadística de dependencia espacial positiva



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

patrones espaciales. En el mapa 2 se presenta lo que se conocen como mapas de manchas calientes, las zonas de color azul oscuro representan zonas donde se concentran valores bajos de la variable analizada y las zonas de color rojo representan las zonas donde se concentran los valores altos de la variable analizada.

En el mapa de manchas calientes (mapa 2) se observa con mayor nitidez que las zonas que concentran los mayores valores de alquiler en la ciudad se encuentran en Usaquén, Chapinero, algunas zonas de Barrios Unidos, Teusaquillo y Fontibón. En estas localidades el arriendo oscila entre los 700 mil y 6 millones de pesos mensuales, pesos de 2011.

Los hogares que menos pagan por arriendo por una vivienda se encuentran ubicados en las localidades de Bosa, Ciudad Bolívar, Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal y Usme, donde el valor del alquiler no supera los \$230 mil pesos.

Este análisis exploratorio de la variable canon de arrendamiento arroja resultados que no son desconocidos, el norte y el centro son las zonas más costosas para vivir de la ciudad, y el sur la zona menos costosa.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



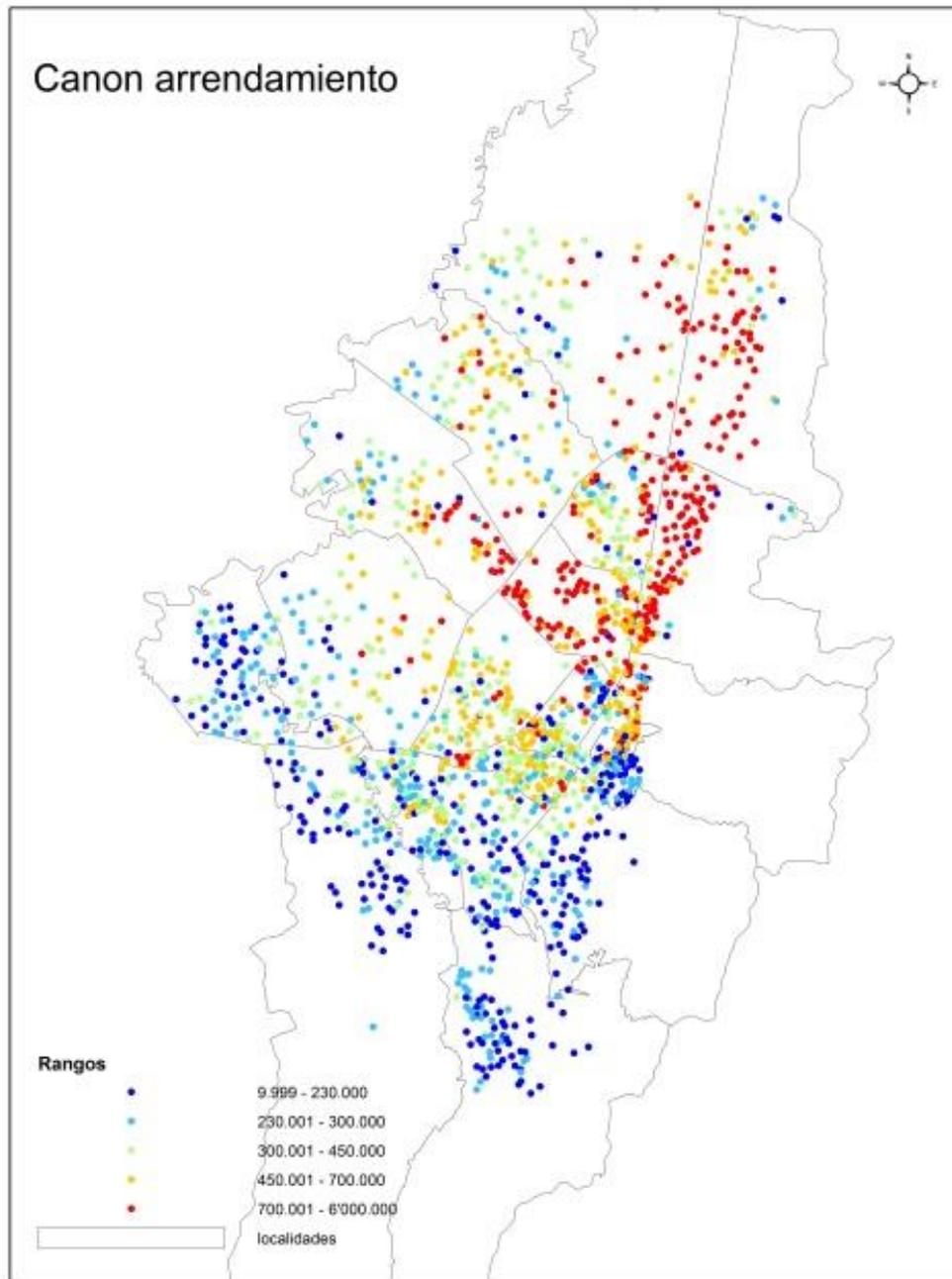
GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Mapa 1.



Fuente: EMB 2011- SDP

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



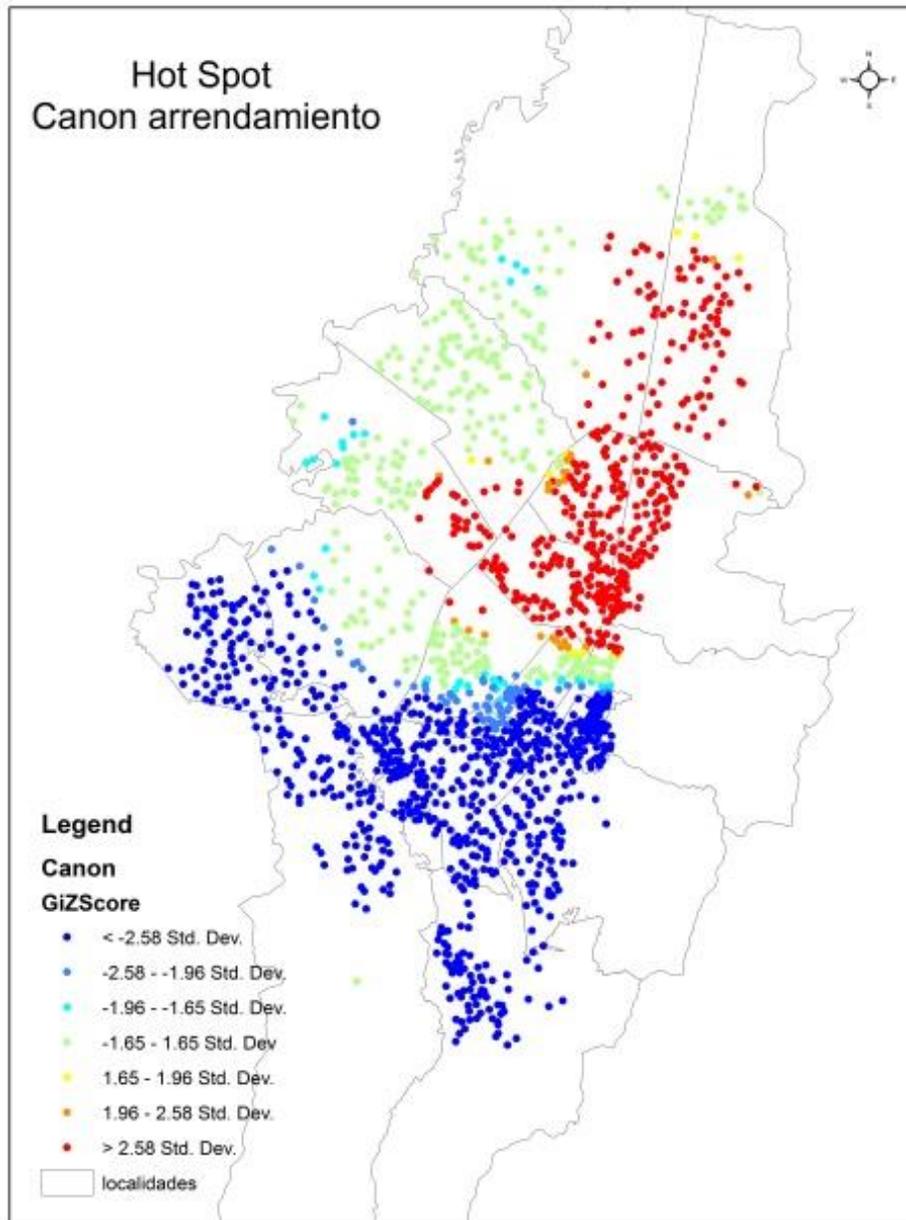
GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Mapa 2.



Fuente: EMB 2011- SDP

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA

Ingresos del hogar

En el mapa 3 se presenta la georreferenciación de la variable ingresos del hogar. El color azul oscuro representa las manzanas donde el ingreso mensual de los hogares no supera los 800 mil pesos, el color azul claro representa las manzanas donde el ingreso de los hogares oscila entre 800 mil y 1,2 millones de pesos, el color verde representa las manzanas donde los ingresos del hogar oscila entre 1,2 millones y 1,7 millones de pesos, el color amarillo representa las manzanas donde el ingreso del hogar oscila entre 1,7 millones y 3,2 millones de pesos, y el color rojo representa las manzanas donde los ingresos del hogar supera los 3,2 millones de pesos.

Al comparar el mapa de ingresos del hogar (mapa 3) con el mapa de canon de arrendamiento (mapa 1) se observa que la distribución en el espacio de ambas variables presenta una gran similitud. Lo que muestra esto es que las zonas que concentran los hogares de mayores ingresos son precisamente las zonas donde el arriendo es el más costoso, mientras que las zonas que concentran los hogares de menores ingresos son las zonas donde el canon de arrendamiento es el más bajo. Esto se confirma al comparar los patrones espaciales encontrados en la variable “canon de arrendamiento” (mapa 2) con los patrones espaciales de los datos de ingresos de los hogares (mapa 4).

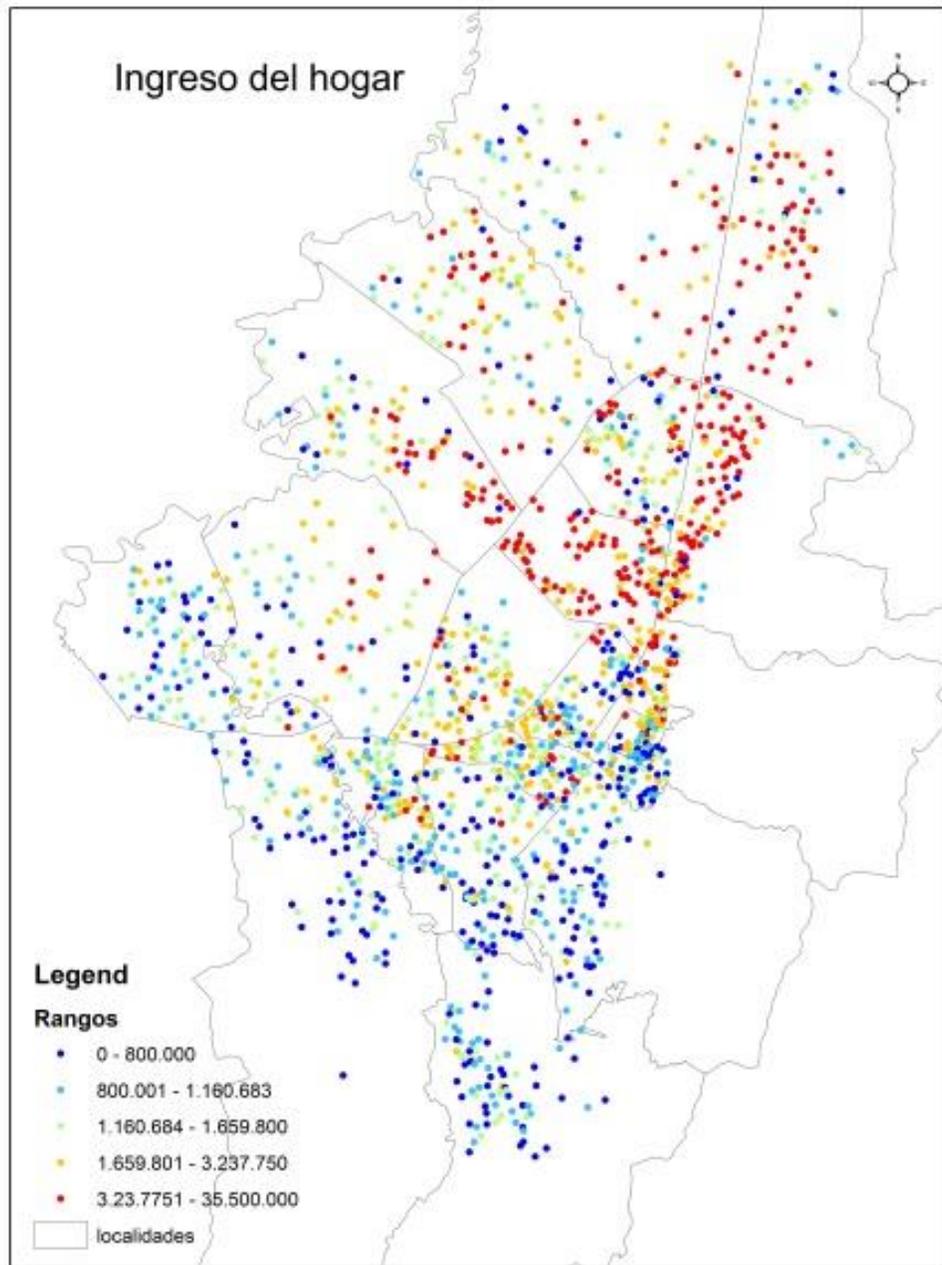
No es una coincidencia que altos valores de canon de arrendamiento sean cobrados a hogares de altos ingresos, esto tiene una explicación desde el punto de vista teórico. En la medida que hogares de altos ingresos paguen un monto adicional por la vivienda más favorecida, valor que no pueden pagar los compradores de menores ingresos, ese valor adicional se convierte en renta gracias a la competencia de los hogares, renta de la cual se apodera el arrendador, a esto es lo que se denomina renta de segregación.

Desde el punto de vista económico se dice que hay segregación en el espacio cuando existe baja mezcla de hogares con condiciones disímiles y no hay segregación cuando existe mezcla de hogares heterogéneos. En el caso de los hogares arrendatarios se confirma la existencia de segregación económica, pues los hogares de altos ingreso que viven en alquiler están rodeados de hogares igualmente ricos, mientras que los hogares de bajos ingresos viven junto a hogares también de bajos recursos (mapa 4).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACION

Mapa 3.



Fuente: EMB 2011- SDP

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



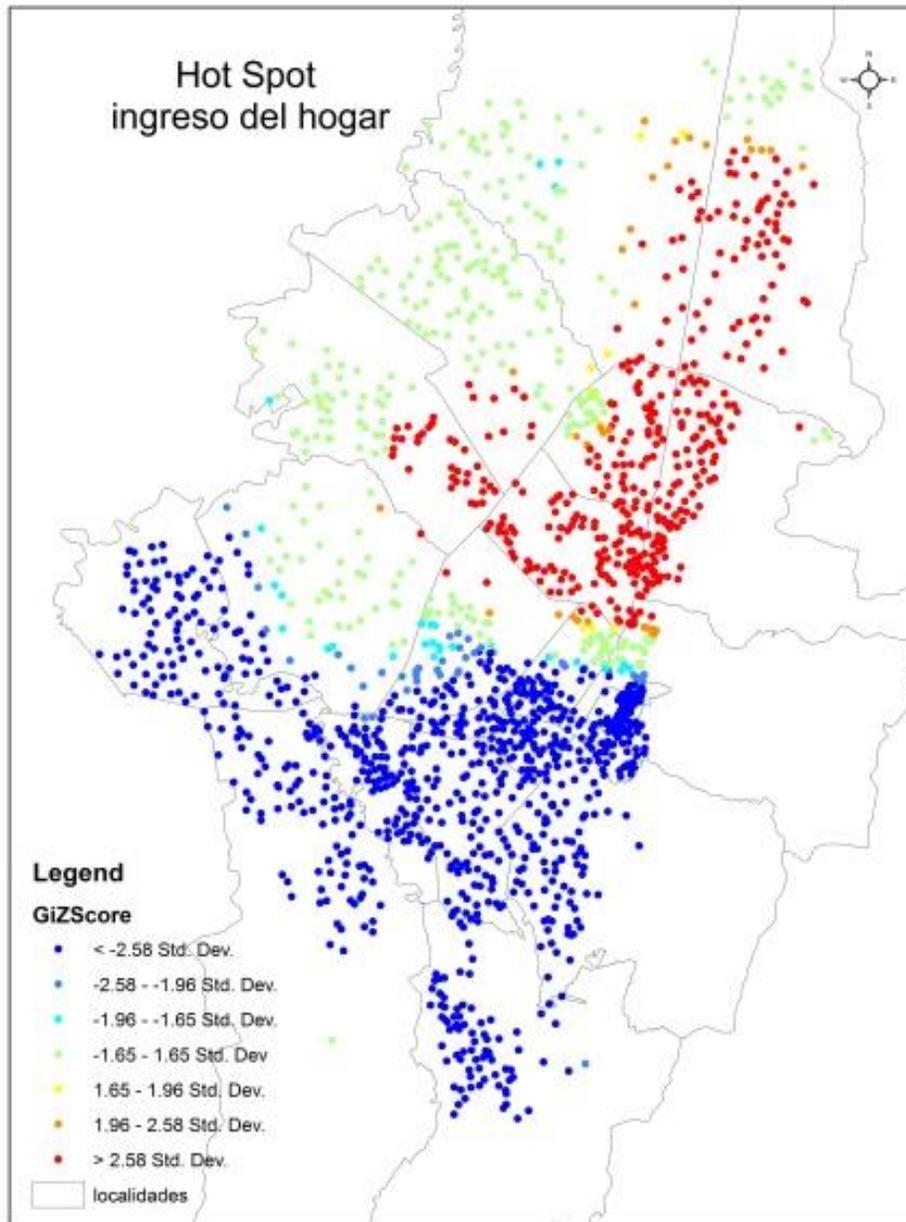
GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Mapa 4.



Fuente: EMB 2011- SDP

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA

Tiempo de recorrido para llegar al sitio de trabajo

Al momento de elegir dónde vivir, los hogares, además de tener en cuenta su capacidad de pago, buscan una buena ubicación de la vivienda, ya sea porque se encuentre cerca a los centros de empleo o porque cuente con vías en buen estado y fácil acceso a transporte público. Desde el punto de vista teórico, estos son factores que generan renta, renta de localización. Con el objeto de visualizar en que zonas de la ciudad las personas que viven en arriendo se ubican cerca a sus sitios de empleo, se georreferenció la variable número de minutos que gasta una persona para llegar a su sitio de trabajo.

En el mapa 5 se presenta los datos de la variable tiempo de recorrido al trabajo, el color verde representa las manzanas donde viven personas que gastan hasta veinte minutos para llegar al trabajo, el color azul representa las manzanas donde viven personas que gastan entre veinte y cuarenta minutos para llegar al trabajo, el color amarillo representa las manzanas donde viven personas que gastan entre cuarenta y sesenta minutos para llegar al trabajo, el color naranja representan las manzanas donde viven personas que gastan entre sesenta y noventa minutos para llegar al trabajo, y el color negro representa las manzanas donde viven personas que gastan más de noventa minutos para llegar al trabajo.

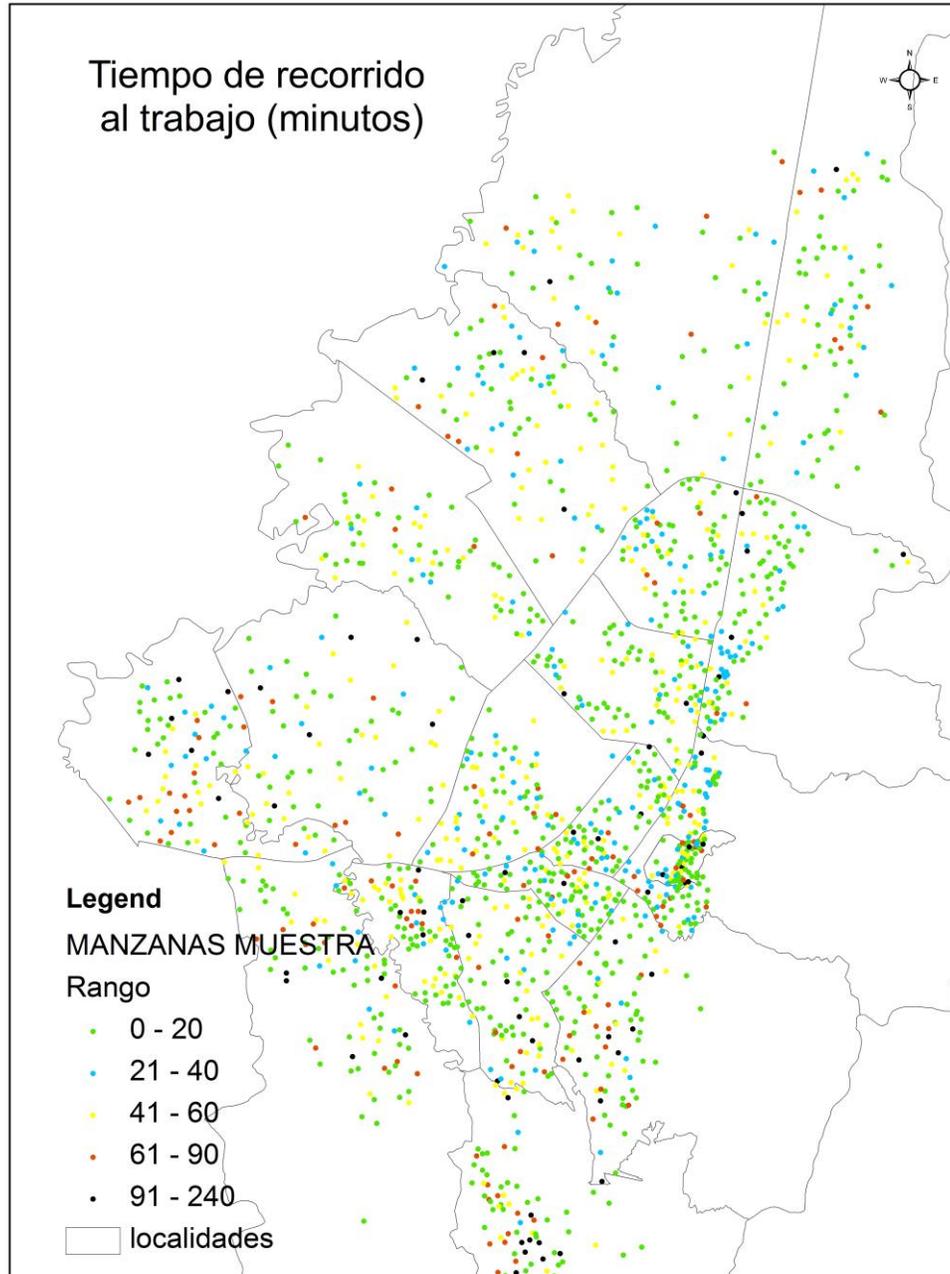
A simple vista se observa que la mayoría de las personas que toman en alquiler una vivienda viven cerca de su sitio de trabajo, pues el color verde se muestra expandido en toda la ciudad, categoría en la que se identifican las personas que no gastan más de veinte minutos para llegar a su empleo. Sin embargo, después de hacer la prueba de independencia se evidencia la existencia de asociación espacial positiva, lo que significa que hay zonas en la ciudad donde se concentran hogares que viven cerca a sus sitios de empleo y otros que viven lejos. Con el objeto de identificar estos patrones espaciales, en el mapa 6 se presentan el mapa de manchas calientes de la variable “tiempo de recorrido al trabajo”.

Al comparar los patrones espaciales del canon de arrendamiento con los patrones espaciales de los datos de tiempo que gasta una persona al sitio de trabajo, se observa que los hogares que pagan altos cánones de arrendamiento gastan menos tiempo para llegar a su sitio de trabajo, esto en algunas zonas de las localidades de Usaquén, Chapinero y Teusaquillo. Mientras que en algunas zonas de las localidades de Bosa, Tunjuelito y Usme, donde se pagan valores bajos de arrendamiento, es mayor el tiempo que gasta un individuo del hogar para llegar a su trabajo. Esto es consistente con el establece la teoría, mientras más cerca del DCN se encuentre la vivienda, mayor será la renta por localización, y mientras más lejos menor será la renta por localización.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Mapa 5.



Fuente: EMB 2011- SDP

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292

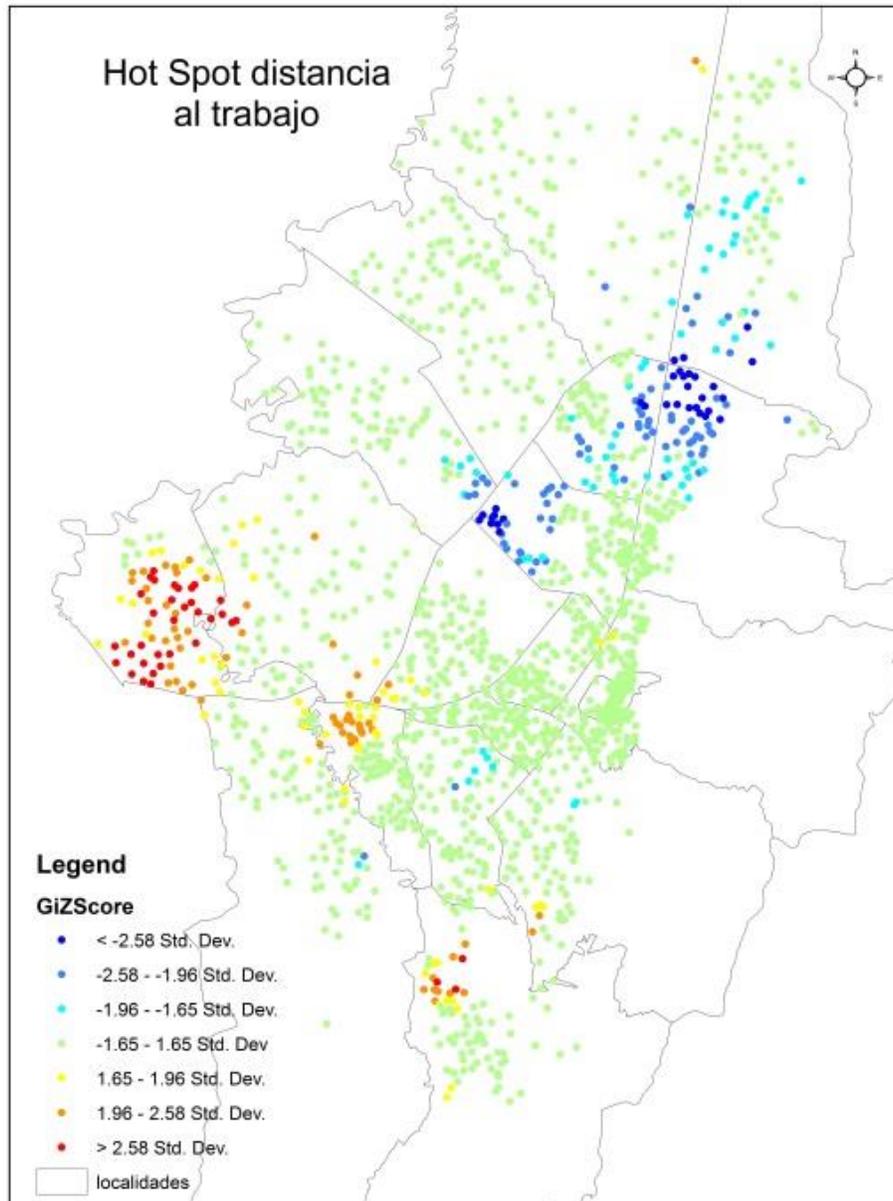


GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA



Mapa 6.



Fuente: EMB 2011- SDP

Condiciones del entorno

A la hora de elegir una vivienda en arriendo, los hogares, además de tener en cuenta su capacidad de pago y la ubicación de las viviendas, se interesan por aspectos relacionados con su entorno.

Condiciones del entorno como vivir cerca zonas que presenten problemas de inseguridad, malos olores, manejo inadecuado de basuras, o en zonas de amenaza y barrios de origen ilegal, con seguridad son condiciones que se valoran de forma negativa (externalidades negativas).

En el anexo C se presentan los mapas de las variables anteriormente señaladas, de los cuales se pueden sacar algunas conclusiones. En Bogotá, las zonas más inseguras se localizan en Bosa, Ciudad Bolívar, Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal y Usme. Las zonas que presentan problemas por malos olores se ubican en las localidades de Bosa, Ciudad Bolívar, Tunjuelito, Usme, y, en menor medida, en zonas de las localidades de Kennedy, Fontibón y Suba. Las zonas que presentan problemas por mal manejo de basuras se encuentran en Usme, Los Mártires, Santa Fe y La Candelaria. Y las zonas afectadas por amenazas de riesgo por inundación y remoción se encuentran en Ciudad Bolívar, Usme, San Cristóbal, Bosa, Kennedy y Engativá.

Claramente, el sur y las periferias de la ciudad son las zonas más afectadas por las problemáticas señaladas, no es extraño entonces que estas zonas concentren los valores más bajos de alquiler.

Construcción en altura

En el mapa 7 se presenta la georreferenciación de la variable número de pisos de la edificación donde se encuentra la vivienda. El color azul oscuro representa las manzanas donde la edificación no supera los dos pisos, el color azul claro representa las manzanas donde la edificación tiene entre tres y cinco pisos, el color amarillo representa las manzanas donde la edificación tiene entre seis y diez pisos, y el color rojo representa las manzanas donde la edificación tiene más de diez pisos.

Al comparar la distribución de los datos de la variable número de pisos (mapa 7) con los mapas de distribución espacial de canon de arrendamiento (mapa 1) e ingreso de los hogares (mapa 3), se observa que la distribución es similar en las tres variables. Con esto se corrobora la coincidencia de los patrones espaciales identificados en las tres variables.

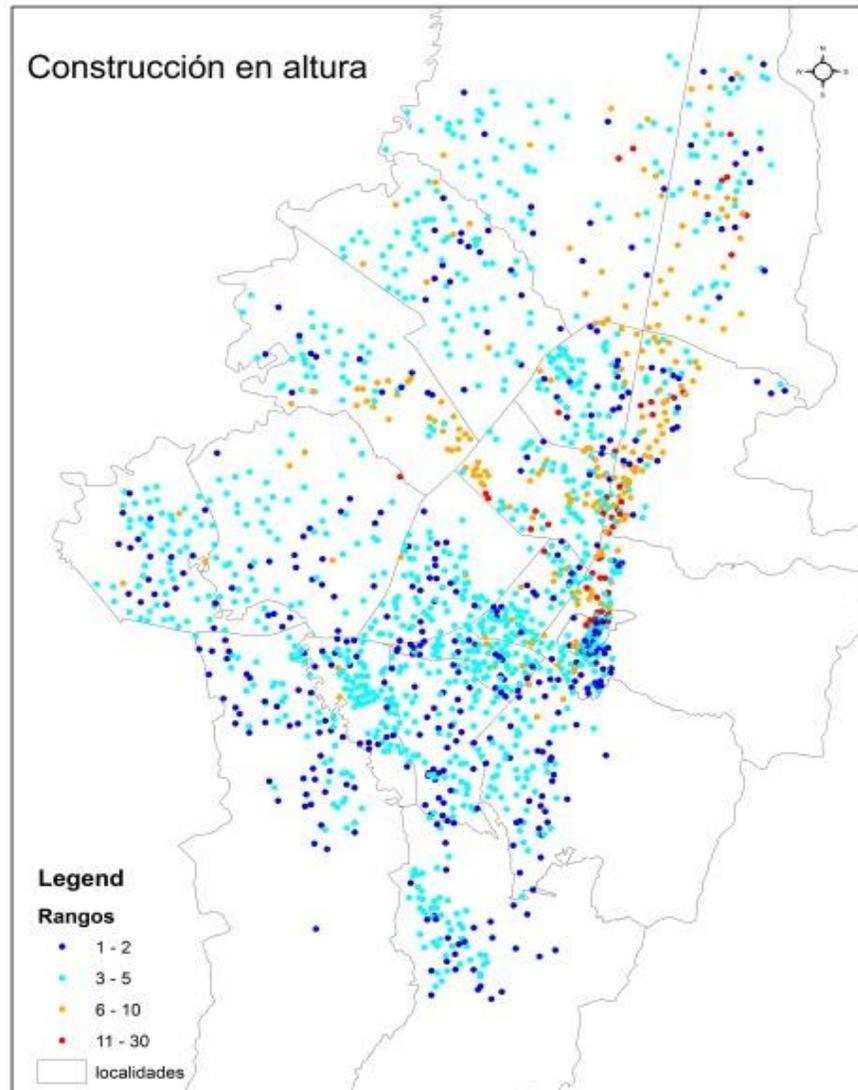
De lo anterior se desprende que las zonas donde se construye en altura son precisamente las zonas donde se concentran los hogares de mayores ingresos y



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

los valores más altos de alquiler. Como se anotó en la sección 2.1, la construcción en altura implica mayores costos de construcción, lo cual hace que los constructores decidan construir hacia arriba solo si logran compensar dichos costos a través de mayores precios de la vivienda, que con seguridad solo pueden pagar los hogares de altos ingresos. Esto explica la coincidencia entre las tres variables.

Mapa 7.



Fuente: EMB 2011- SDP

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



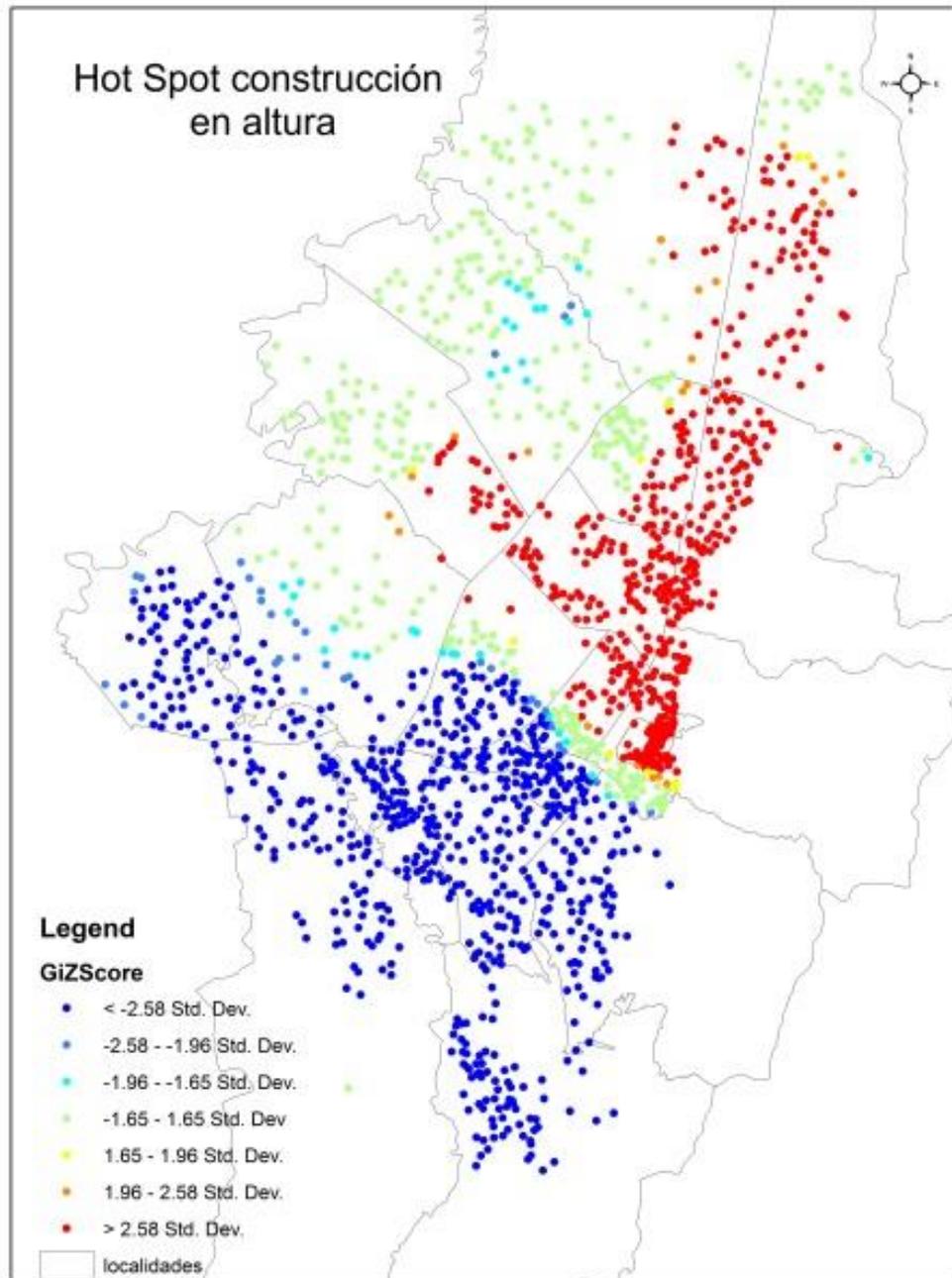
GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Mapa 8.



Fuente: EMB 2011- SDP

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA

3.2. Modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (RGP)

El objetivo del trabajo es identificar si los factores generadores de renta desde el punto de vista teórico inciden en los valores de alquiler de vivienda en Bogotá. Para ello se estimó un modelo econométrico donde se tomó como variable dependiente el canon de arrendamiento mensual de una vivienda en la ciudad, y se incluyeron como variables independientes: a) el ingreso de los hogares como variable proxy de la capacidad de pago, para para capturar la renta de segregación; b) el tiempo que gasta una persona para llegar a su sitio de trabajo, el estado de las vías y acceso a transporte público, para capturar la renta de localización; c) variables dummy relacionadas con el entorno y las características de la vivienda, para capturar las externalidades, y d) el número de pisos de la edificación donde se encuentra la vivienda, para capturar la renta diferencial tipo II.

En la tabla 1 se presentan los resultados de una regresión convencional, como era de esperar, presenta problemas de dependencia y heterogeneidad espacial¹³. Como se anotó en la sección 2.2, debido a la existencia de estos efectos espaciales es necesario estimar un modelo de RGP.

Tabla 1. Modelo de Regresión Convencional

Renta	VARIABLES	Coefficiente	Robust_SE	Robust_t	Probability	VIF
	Constante	5.486798	0.021800	251.685006	0.000000***	-----
Segregación	Ingresos hogar	0.000042	0.000005	8.749628	0.000000***	1.240636
Localización	Distancia al trabajo	-0.000493	0.000127	-3.874274	0.000121***	1.026460
	Buen estado vías	0.022934	0.010551	2.173608	0.029869**	1.087375
	Transmilenio	0.028440	0.012740	2.232359	0.025716**	1.076693
	Paraderos alimentadores	-0.037066	0.011816	-3.136980	0.001753***	1.038541
Externalidades	Zonas de amenaza	-0.063408	0.013707	-4.626101	0.000006***	1.232582
	Barrio origen ilegal	-0.136424	0.013216	-10.322856	0.000000***	1.446325
	Inseguridad	-0.051627	0.012735	-4.053777	0.000060***	1.119958
	Malos olores	-0.035688	0.012880	-2.770750	0.005660***	1.149844
	Basuras	-0.044860	0.016224	-2.764979	0.005760***	1.160571
	Recreación	0.040641	0.011364	3.576413	0.000373***	1.112857
	Bancos	0.047065	0.014690	3.203868	0.001398***	1.242088
Edificabilidad	Número pisos	0.018258	0.002297	7.949102	0.000000***	1.221283
	Observaciones	1585				
	R-Cuadrado ajustado	0.531980				
	AIC	-438.5947				
	Koenker (Pvalor)	0.000007*				
	Global Moran's	0.000000*				
	JarqueBera(Pvalor)	0.000000*				

Fuente: Cálculos propios. DEM-SDP.

Nota: Errores estándar robustos *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

¹³ La dependencia espacial se confirma con el Índice de Moran y la heterogeneidad con el test de Koenker. Ver anexo C las pruebas de validación del modelo.

Al comparar los resultados de la regresión convencional con los del modelo de RGP, según el criterio de información de Akaike (AIC) y el coeficiente de determinación, el modelo de RGP es el mejor y además no presenta problemas de dependencia espacial de los residuos¹⁴.

La presencia de heterogeneidad espacial en este modelo econométrico significa que, sin bien, son varios los factores que tiene en cuenta un propietario a la hora de determinar el canon de arrendamiento de su vivienda, sin duda también tiene en cuenta el valor que se cobra por las viviendas vecinas y su entorno. Esto explica porque los coeficientes de las variables independientes del modelo varían según la ubicación.

Para ver como varía el efecto de las variables explicativas sobre el canon de arrendamiento de acuerdo con la ubicación, de aquí en adelante los resultados de los coeficientes de cada una de las variables independientes se presentan espacialmente, en un mapa.

Se debe tener presente que a la hora de interpretar los resultados de los coeficientes de las variables explicativas, éstos se deben multiplicar por 100, ya que la variable dependiente está en logaritmos, así los resultados del modelo se analizan en términos porcentuales.

Renta de segregación

En el mapa 9 se presentan los coeficientes de la variable ingreso de los hogares, el color azul oscuro representa las zonas en la ciudad donde por un incremento en un peso del ingreso, el canon de arrendamiento se incrementa entre 0,0022% y 0,0031%; el color azul claro representa las zonas donde el incremento está entre 0,0032% y 0,004%; el color verde representa las zonas donde el incremento está entre 0,0041% y 0,0056%; el color amarillo representa las zonas donde el incremento está entre 0,0057% y 0,078%; y el color rojo representa las zonas donde el incremento está entre 0,079% y 0,0176%.

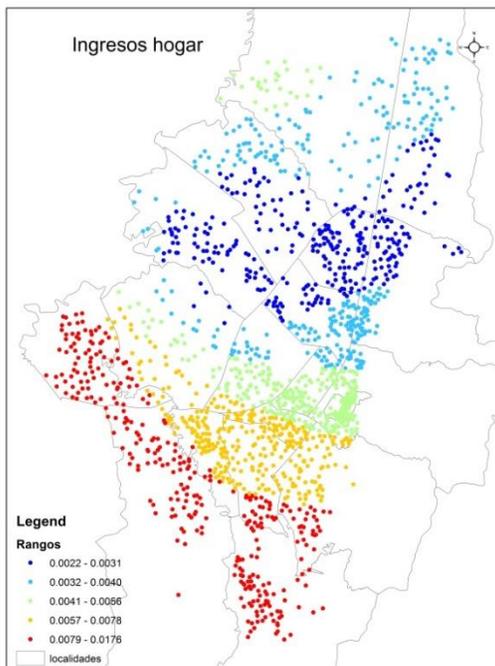
De estos resultados se desprende que, independientemente de la zona en la que se encuentre la vivienda, a mayor ingreso del hogar, mayores son los valores de alquiler. Esto significa que hogares de altos ingresos pagan altos valores de arriendo, lo que, como se observó en el mapa de manchas calientes de la variable canon de arrendamiento (mapa 10), lleva a que estos hogares se concentren en las zonas más costosas de la ciudad, a las que no pueden acceder los hogares de menores ingresos, lo que a su vez conlleva a la segregación de estos últimos. Este resultado no es más que la confirmación de que la capacidad de pago es un factor generador de renta y además de segregación.

¹⁴ Ver anexo C, resultados del modelo RGP

Se debe resaltar que si bien el efecto de una mayor capacidad de pago son mayores valores de alquiler, la magnitud de dicho efecto no es el mismo en toda la ciudad. Las localidades más sensibles a aumentos en la capacidad de pago son Bosa, Ciudad Bolívar y Usme, mientras que las localidades menos sensibles son Usaquén, Chapinero, Barrios Unidos, Teusaquillo, parte de Fontibón y Engativá.

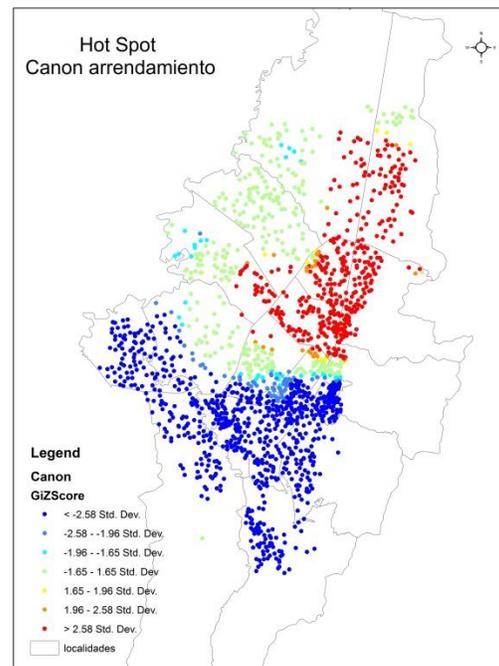
En las zonas más sensibles un incremento en \$200 mil en los ingresos del hogar, manteniendo todo lo demás constante, aumenta el canon de arrendamiento en 3,5%; el mismo incremento en los ingresos en las zonas menos sensibles se traduce en un aumento en el canon de arrendamiento de 0,4%¹⁵ (mapa 9).

Mapa 9. Coeficiente ingresos de los hogares



Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 10. Hot Spot canon de arrendamiento



Fuente: EMB 2011- SDP

Llama la atención que las zonas donde es mayor el efecto de un incremento en la capacidad de pago, sean las zonas donde precisamente se concentran los hogares de menores ingresos, mientras que las zonas donde es menor el efecto,

¹⁵ Los incrementos en el ingreso se deben hacer en miles de pesos, pues el ingreso de los hogares fue incluido en el modelo en miles de pesos.

sean las zonas donde se encuentran los hogares de mayores ingresos de la ciudad.

Una posible explicación frente al resultado de que los valores de alquiler más costosos de la ciudad son los menos sensibles a incrementos en la capacidad de pago de los hogares que demandan dicha viviendas, es que tanto arrendatarios como arrendadores, hogares especialmente de altos ingresos, conocen y cumplen las normas que regulan el mercado de arrendamientos, en las que se establecen que el canon como porcentaje del valor de la vivienda tiene un límite -no debe superar el 1%-, y que el valor del alquiler solo se incrementa anualmente con el Índice de Precios del Consumidor (IPC). A diferencia del segmento de mercado de altos ingresos, en el de bajos ingresos, tanto oferentes como demandantes, con frecuencia desconocen y/o no aplican las normas. Como se señaló en párrafos anteriores, esto ya se ha evidenciado en estudios del CENAC y del CEDE.

El hecho de que los valores de alquiler sean más sensibles a incrementos en el ingreso de los hogares de menores ingresos tiene importantes implicaciones de política. Por ejemplo, subsidiar el pago del arriendo es una medida que, de acuerdo con los resultados de este estudio, no solamente tendrá el efecto de mejorar la capacidad de pago de las familias, sino que también se reflejará en mayores valores de alquiler, especialmente en las viviendas que se ofrecen en arriendo para hogares de menores ingresos. Esto sucede cuando los estímulos a la demanda no van acompañados de estímulos a la oferta. Blanco, Sivils y Muñoz (2014), citando a O'Sullivan (2009), señalan que esto fue precisamente lo que sucedió en Estados Unidos, pues el efecto de la implementación de subsidios directos a la demanda aumentó los valores de alquiler en los segmentos de bajos ingresos hasta en un 16%.

Cabe resaltar que la variable ingreso de los hogares tiene un efecto bastante superior frente al resto de variables explicativas¹⁶. De aquí la importancia de tener en cuenta los efectos de medidas como el subsidio al arriendo para los hogares de bajos ingresos, pues quizá lo más problemático del subsidio, siguiendo nuevamente a O'Sullivan (2009), es que las familias que no reciben dichos beneficios se verían doblemente castigados, por no tener el subsidio y tener que pagar valores más altos de alquiler.

Renta de localización

De los resultados anteriores se puede concluir que la elección de una vivienda en alquiler depende de la capacidad de pago de los hogares, pero sin duda hay otras variables que se tienen en cuenta al momento de elegir una vivienda, por ejemplo,

¹⁶ Esto se evidencia al observar el coeficiente de determinación del modelo, pues está sola variable explica el 35% de variaciones en el canon de arrendamiento, el cual se incrementa al 53% cuando se incluyen el resto de variables al modelo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACION

la ubicación. Se considera que una vivienda bien ubicada es aquella que se encuentra cerca a los centros de empleo, de manera que los miembros del hogar no tendrían que gastar mucho tiempo desplazándose de su casa a su sitio de trabajo. Con el objeto de incorporar este elemento en el modelo se incluyó la variable “tiempo que gasta una persona para llegar a su trabajo”.

Con los resultados del modelo se corrobora la importancia que tiene para los hogares vivir cerca al sitio de trabajo, al encontrar estadísticamente significativa la relación inversa entre la variable “tiempo de recorrido para llegar al trabajo” y los valores de alquiler. Con esto se confirma que una buena ubicación de las viviendas genera renta por localización.

En el mapa 13 se presentan los coeficientes de la variable “tiempo de recorrido para llegar al sitio de trabajo”. El color rojo representa las zonas donde un incremento de un minuto en el tiempo que gasta una persona en desplazarse a su trabajo, manteniendo todo lo demás constante, reduce los valores de alquiler entre 0,069% y 0,098%; el color amarillo representa las zonas donde la reducción es de 0,051% y 0,069%; el color verde representa las zonas donde la reducción es de 0,035% y 0,051; el color azul claro representa las zonas donde la reducción es máximo 0,035%; y el color azul oscuro representa las zonas donde el valor del alquiler se incrementa hasta en 0,004%.

El signo negativo de los coeficientes significa que los hogares valoran vivir cerca de su trabajo, mientras que el signo positivo significa que lo hogares no lo valoran. Como se puede observar en el mapa 13, en toda la ciudad, salvo en la localidad de Usme, lo hogares arrendatarios valoran no tener que gastar mucho tiempo desplazándose a sus trabajos.

Los hogares que más valoran arrendar una vivienda cerca al trabajo viven en las localidades de Chapinero, Teusaquillo, Barrios Unidos y Suba, esto se corrobora al observar los patrones espaciales de la variable tiempo de recorrido al trabajo (mapa 14), pues en tres de estas localidades (Teusaquillo, Barrios Unidos y Chapinero) es donde precisamente se concentran los hogares que menos tiempo gastan para llegar a su trabajo. No es coincidencia que los hogares que habitan en estas zonas sea la población de mayores ingresos, que es la que puede pagar altos valores de alquiler por vivir cerca de sus trabajos. Esto refleja el alto costo de oportunidad para estos hogares de gastar tiempo en el desplazamiento.

Llama la atención que los hogares que no valoran arrendar una vivienda cerca de los centros de empleo vivan en Usme, que es precisamente una de las localidades donde residen las personas que más tiempo requieren para llegar a sus trabajos. Como se verá más adelante para los hogares que viven en esta localidad pesan más otros factores como contar con vías en buen estado y tener fácil acceso al sistema de Transmilenio.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

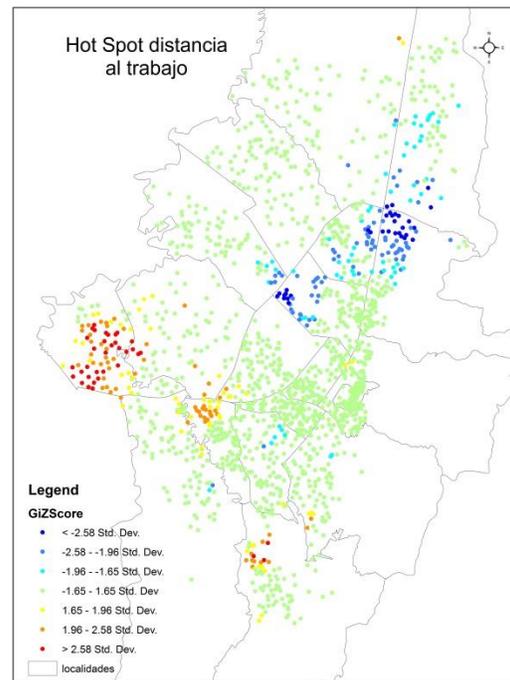
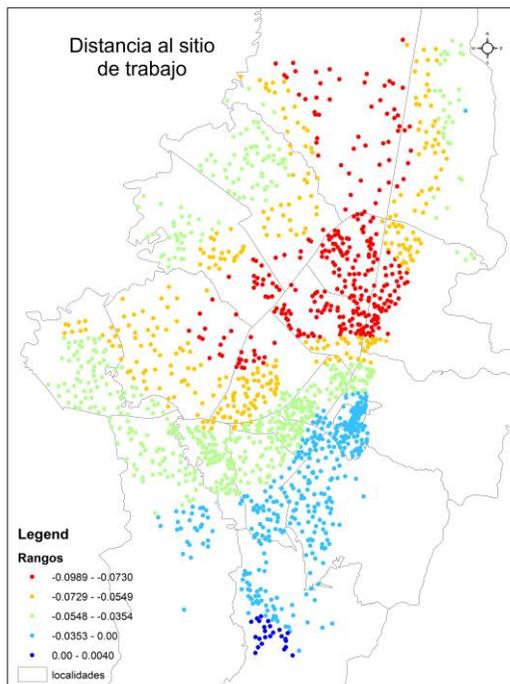
BOGOTÁ
HUMANANA

También es llamativo el caso de La Candelaria, porque es una localidad que se reconoce como uno de los principales centros de empleo de la ciudad, razón por lo cual se esperaba que en esta zona se concentrara uno de los clusters de hogares que menos tiempo gastan para llegar su sitio de trabajo.

El resultado de los patrones espaciales de la variable “tiempo de recorrido para llegar al trabajo” (mapa 14) sugiere que las personas que allí trabajan no viven cerca pero tampoco lejos. Como se verá más adelante, esta localidad es además una de las zonas de la ciudad donde los hogares señalan que se presenta un manejo inadecuado de las basuras, que puede ser una de las razones por las cuales La Candelaria no concentra hogares arrendatarios que viven cerca su sitio de trabajo. Estos dos resultados explican en parte que los hogares que viven en el centro son los que menos valoran vivir cerca de sus trabajos.

Mapa 13. Coeficientes distancia al trabajo

Mapa 14. Hot Spot distancia al trabajo



Fuente: EMB 2011- SDP

Fuente: EMB 2011- SDP

Aun cuando en algunas partes de la ciudad la distancia al trabajo no es un factor importante en la determinación de los alquileres, contar con buenas vías sí lo es. Con el objeto de incluir este factor en el modelo, se incluyó una variable dummy donde uno es que la vivienda cuenta con vías en buen estado y cero en otro caso.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

En el mapa 15 se presentan los coeficientes de la variable. El color azul oscuro representa las manzanas donde contar con un buen estado de las vías incrementa los valores de alquiler entre 4,6% y 10,9%; el color azul claro representa las manzanas donde el incremento está entre 2,8% y 4,7%; el color verde representa las manzanas donde el incremento está entre 1,8% y 2,8%; el color amarillo representa las manzanas donde el incremento no supera el 1,8%; y el color rojo representa las manzanas donde un buen estado de las vías reduce el valor del alquiler en 4%.

El signo positivo que acompaña a los coeficientes de la variable “buen estado de las vías” significa que los hogares valoran contar con buenas vías y el signo negativo significa que los hogares no valoran estas condiciones.

Como era de esperar, un buen estado de las vías se valora en casi toda la ciudad, especialmente en las localidades de Usaquén, Chapinero, Barrios Unidos, Suba y Usme. Las únicas localidades en la que los hogares no lo valoran son Bosa y La Candelaria, donde su efecto es nulo o incluso negativo, pues el valor del alquiler es menor hasta en 4%, pese a ser zonas que no cuentan con un buen estado de las vías, como se puede apreciar en el mapa de manchas calientes de la variable esta variable (mapa 16).

Del mapa de manchas calientes se evidencia, además, que las zonas que concentran las mejores vías se encuentran en localidades como Usaquén, Chapinero, Teusaquillo, lo que no es extraño, pues estas son zonas donde viven los hogares de más altos ingresos. Lo única localidad que concentra hogares de bajos ingresos que cuenta con un buen estado de las vías es Tunjuelito.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



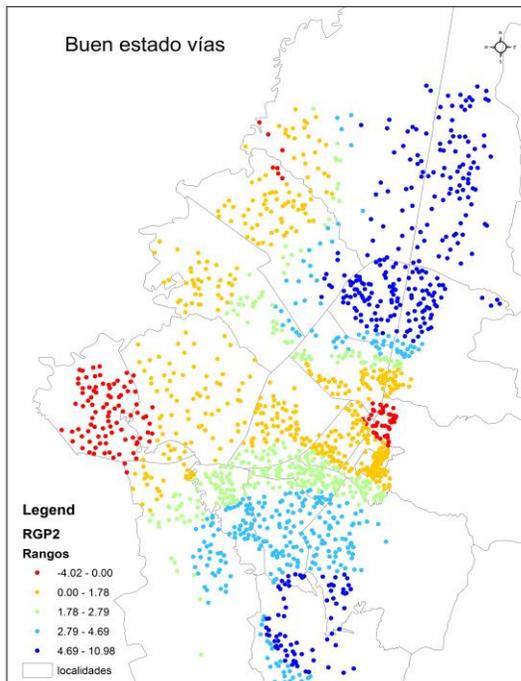
CO-SC-CER259292



GP-CER259293

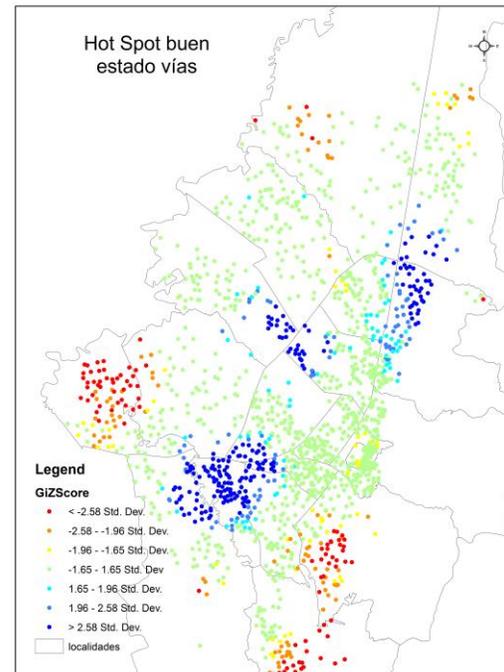
BOGOTÁ
HUMANANA

Mapa 15. Coeficientes buen estado vías



Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 16. Hot Spot buen estado vías



Fuente: EMB 2011- SDP

Si la cercanía al sitio de trabajo y el buen estado de las vías son factores importantes para un hogar a la hora de elegir la vivienda, es de esperar que el fácil acceso a transporte público también lo sea. Por esta razón, en el modelo se incluyeron variables para capturar la cercanía al sistema de Transmilenio y a otros modos de transporte público. Dado que esta última no resultó significativa la variable se excluyó del modelo.

Al igual que otros estudios, los resultados del ejercicio econométrico confirman que el sistema de transporte Transmilenio tiene un impacto sobre los inmuebles residenciales, que varía según la población beneficiaria (Bocarejo, Portilla & Pérez, 2013). Perdomo *et al.* (2007) encontraron que las propiedades residenciales localizadas en el área de influencia de Transmilenio disfrutaban de un “premio” que se refleja en su valor, pues es superior entre 5,8% y 17%, frente a las construcciones alejadas del sistema.

Para captar el efecto de la proximidad a Transmilenio, en el modelo econométrico, inicialmente, se incluyó una variable dummy en la que 1 representa la vivienda que está a diez minutos de una estación de Transmilenio o de un paradero de ruta alimentadora, y 0 si está a más de diez minutos. Dichos datos fueron reportados



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

por los mismos miembros del hogar en la Encuesta Multipropósito de Bogotá (EMB) 2011. La variable resultó estadísticamente significativa pero con signo negativo. Dado que este resultado no era el esperado ni consistente con otros estudios, se optó por estudiar el fácil acceso a Transmilenio analizando de forma separada la cercanía a una estación y la cercanía a un paradero de ruta alimentadora¹⁷, de manera que se pueda identificar qué es lo que realmente no valoran del sistema los hogares bogotanos.

Ambas variables resultaron estadísticamente significativas y los valores de los coeficientes se presentan en los mapas 17 y 18. En el primero se presentan los coeficientes de la dummy de proximidad a las estaciones, y en el segundo los coeficientes de la dummy de proximidad a los paraderos de las rutas alimentadoras.

El signo negativo de los coeficientes significa que los hogares no valoran la cercanía ya sea a la estación o al paradero de la ruta alimentadora, mientras que un signo positivo significa que sí lo valoran.

En el mapa 17, el color azul oscuro representa las manzanas donde por la cercanía a una estación los valores de alquiler son superiores entre 4,9% y 10,3% frente a las manzanas distantes de una estación; el color azul claro representa las manzanas donde el incremento está entre 3,5% y 4,9%; el color verde representa las manzanas donde el incremento está entre 2,6% y 4,5%; el color amarillo representa las manzanas donde el incremento no supera el 2,6%; y el color rojo representa las manzanas donde la cercanía a una estación de Transmilenio reduce los valores de alquiler hasta en 10,4%.

Estos resultados muestran que los hogares que más valoran tener cerca una estación de Transmilenio son precisamente los que viven en las localidades más alejadas del centro de la ciudad como Bosa y Usme. Las localidades donde no se valora son Usaquén, Chapinero y Barrios Unidos, lo cual no es coincidencia pues en estas zonas de la ciudad se concentran los hogares de mayores ingresos, que con seguridad no requieren usar este servicio, pues cuentan con sus propios vehículos para realizar los viajes que deseen, como se puede evidenciar en el mapa 19 donde se muestran la tasa de viajes de transporte privado por persona; es precisamente en estas zonas donde se generan la mayor cantidad de viajes en vehículos privados.

¹⁷ Teniendo en cuenta que esta información no se encuentra en la EMB, fue necesario crear las variables de proximidad a partir del geoprocésamiento de las estaciones y de los paraderos. Con ayuda de la herramienta de ArcGIS se calculó la distancia que se debe recorrer teniendo en cuenta la malla vial para llegar al punto de interés (estación o paradero). Se considera que una vivienda tiene cerca una estación si se encuentra a una distancia de no más de 1000 metros, y se considera que una vivienda tiene cerca un paradero, si se encuentra a no más de 250 metros.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



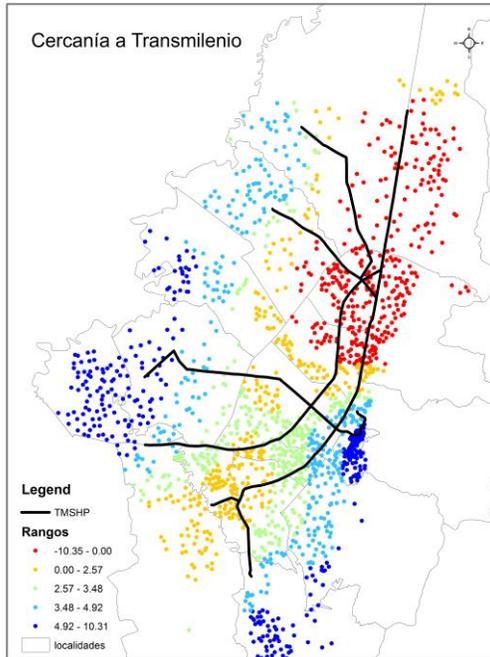
CO-SC-CER259292



GP-CER259293

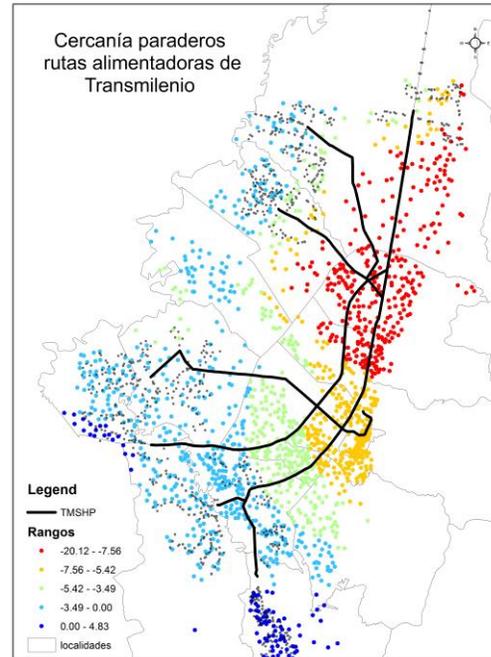


Mapa 17. Coeficientes estaciones Transmilenio



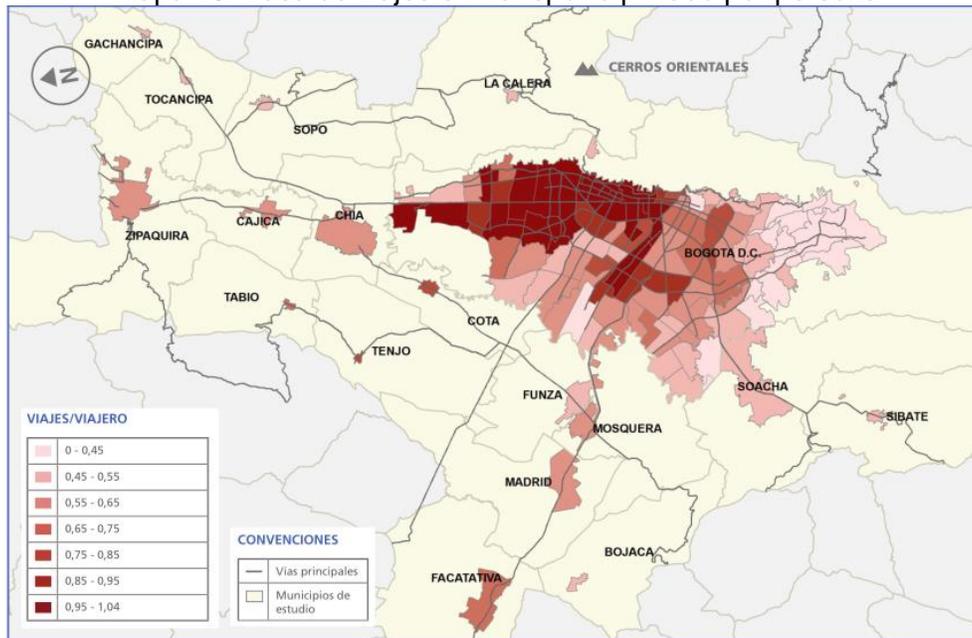
Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 18. Coeficientes paraderos rutas alimentadoras



Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 19. Tasa de viajes en transporte privado por persona



Fuente: Encuesta de Movilidad 2011.

En el mapa 18 se presentan los coeficientes de la variable cercanía a los paraderos de las rutas alimentadoras de Transmilenio. El color azul oscuro representa las manzanas que tienen cerca paraderos, y por lo cual los valores de alquiler son superiores hasta en 4,8% frente a las manzanas que no cuentan con paraderos en sus proximidades. El color azul claro representa las manzanas donde la cercanía a los paraderos reduce los valores de alquiler hasta en 3,5%; el color verde representa las manzanas donde los valores se reducen entre 3,5% y 5,4%; el color amarillo representan las manzanas donde los valores se reducen entre 5,4% y 7,6%; y el color rojo representa las manzanas donde los valores se reducen entre 7,6% y 20%.

La distribución de los coeficientes permiten ver que no se valora contar con paraderos cerca, salvo en Bosa y Usme, localidades donde además se valora la cercanía a estaciones de Transmilenio. Estos resultados no sorprenden, pues tiene sentido que los hogares que gastan más tiempo para llegar a sus sitios de trabajo, y que además no cuentan con buen estado de las vías, aprecien contar un sistema de transporte público que les permita desplazarse sin mayores inconvenientes hacia los centros de empleo.

La desagregación entre estaciones y paraderos de las rutas alimentadoras permitió evidenciar que el efecto negativo encontrado cuando se incluyó en una sola variable el sistema de Transmilenio se debe a los paraderos, pues mientras las estaciones generan un efecto positivo sobre los valores de alquiler (en algunas zonas de la ciudad), la proximidad a paraderos de ruta alimentadoras generan el efecto contrario, esto en toda la ciudad, menos en las localidades de Usme y Bosa. Lo que reflejan estos resultados es que los hogares prefieren vivir cerca de una estación y no a un paradero de ruta alimentadora, lo cual tiene sentido ya que estar cerca de los paraderos significa estar lejos de Transmilenio.

Ahora, en un estudio reciente, Bocarejo *et al.* (2013) encuentran evidencia estadística que respalda que Bogotá ha sufrido un proceso de densificación en áreas específicas y que Transmilenio ha contribuido a esta mayor densidad. Muestran que especialmente en la periferia de la ciudad, donde se tiene acceso a las rutas alimentadoras, es donde se han observado los mayores crecimientos en comparación con las zonas que no tienen acceso al sistema. Los efectos negativos de vivir en una zona densa es otra posible explicación del por qué la cercanía a los paraderos de rutas alimentadoras tiene un efecto nulo o incluso negativo sobre los valores de alquiler de las viviendas.

La significancia estadística de las variables “tiempo que gasta una persona para llegar a su sitio de trabajo”, “buen estado de las vías” y “fácil acceso a Transmilenio”, permiten concluir que un factor determinante en los valores de alquiler es la renta de localización.

Externalidades

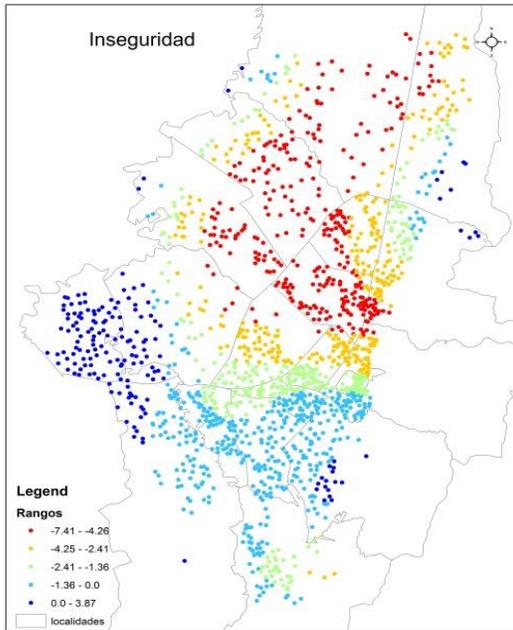
Además de la capacidad de pago de los hogares y de la ubicación de las viviendas, el entorno es otro de las variables importantes a la hora de elegir dónde vivir. Al indagar sobre varios aspectos no deseados de las condiciones del entorno, se encontró que los problemas que más pesan son: vivir en zonas inseguras, los malos olores, mal manejo de basuras, zonas de amenaza y barrios de origen ilegal.

Frente al tema de inseguridad, al examinar los patrones espaciales de esta variable (mapa 21), se identifica que las localidades más afectadas por esta problemática son Santa Fe, La Candelaria, San Cristóbal, Tunjuelito, Usme, Ciudad Bolívar y Bosa. Sin embargo, al observar los coeficientes de la variable inseguridad (mapa 20) se evidencia que son estas las zonas menos sensibles a este problema, pues, si bien tiene un efecto negativo sobre los valores de alquiler, su magnitud es la menor en comparación a la observada en el resto de la ciudad, salvo en Bosa, donde, por vivir en zonas inseguras, los valores de arriendo pueden ser superiores hasta en 4% frente a zonas seguras. Una posible explicación a este resultado es que, por la inseguridad de la zona, los valores de alquiler son baratos, dada las limitaciones de ingresos de los hogares que ahí viven; precisamente los bajos valores de arriendo son la razón por la cual viven en zonas inseguras. Como se verá más adelante, para los hogares de bajos ingresos es más grave vivir en una zona de amenaza o en un barrio de origen ilegal, que vivir en una zona insegura.

Localidades como Usaquén, Chapinero, Barrios Unidos y Teusaquillo, se encuentran entre las que menos problemas de inseguridad presentan (mapa 21). Sin embargo, los hogares de altos ingresos que habitan en esas zonas, y que pagan altos valores de alquiler, son los que más valoran vivir en una zona segura, lo que tiene todo el sentido, pues a pesar de vivir en las zonas más seguras de la ciudad, por sus altos ingresos, estos hogares tienen mayor cuidado con sus pertenencias.

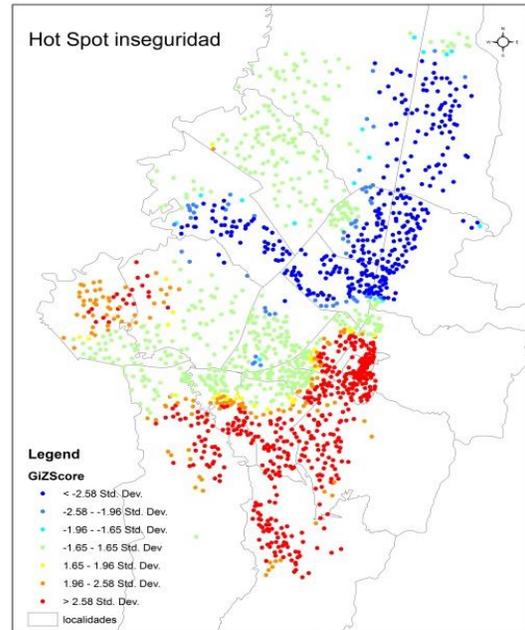


Mapa 20. Coeficiente inseguridad



Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 21. Hot Spot zonas inseguras



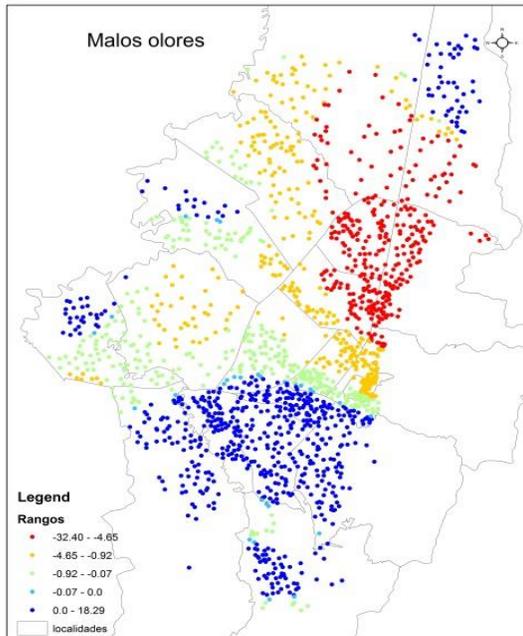
Fuente: EMB 2011- SDP

Al analizar los patrones espaciales de la variable “malos olores” se identifica que las localidades más afectadas son Bosa, Ciudad Bolívar, Tunjuelito y Usme (mapa 23). Sin embargo, al observar los coeficientes de la variable, se evidencia que son las zonas donde este tipo de problemas no se les da mayor importancia, al igual que sucede con el tema de la inseguridad, esto refleja precisamente que por estas condiciones se cobran bajos valores de alquiler, lo que le permite a los hogares de bajos ingresos acceder a las viviendas en arriendo en esas zonas.

Entre las localidades que menos inconvenientes tienen por los malos olores son Usaquén, Chapinero y Barrios Unidos, pero son las zonas que más valoran vivir en zonas sin problemas de malos olores (mapa 22), pues si pagan altos valores de alquiler, esperan que el entorno de las viviendas debe contar con buenas condiciones ambientales.

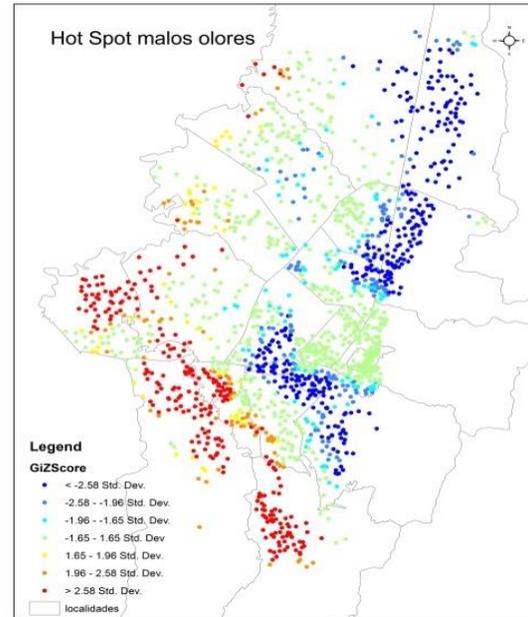


Mapa 22. Coeficiente malos olores



Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 23. Hot Spot malos olores

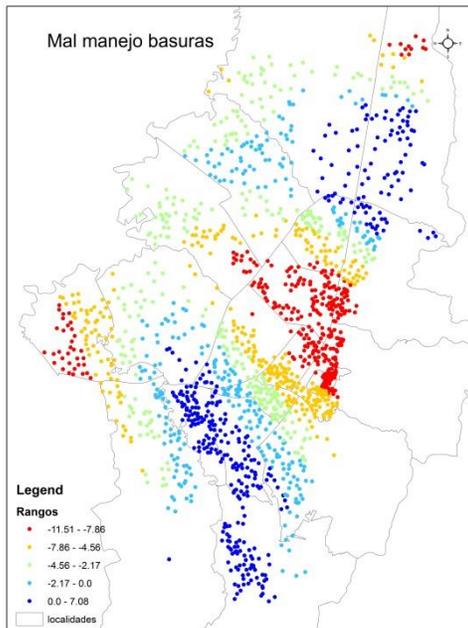


Fuente: EMB 2011- SDP

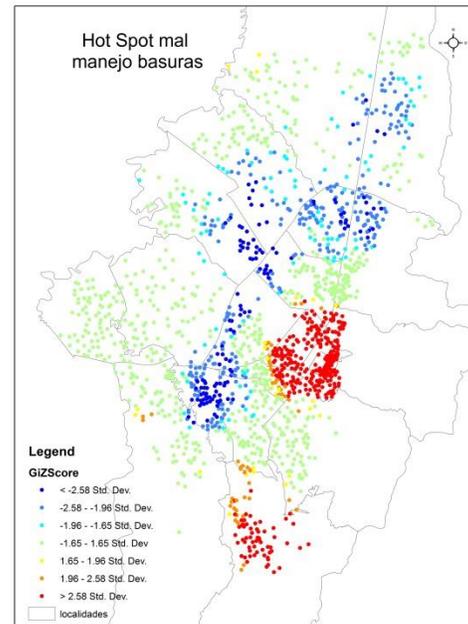
Frente al tema de mal manejo de las basuras, al observar los patrones espaciales (mapa 25), se identifica que las localidades más afectadas son Santa Fe, La Candelaria y Los Mártires, lo que explica porque estas son las zonas más sensibles a este problema, y esto se refleja en un valor del arriendo entre 8% y 11% menor frente a zonas que no presentan inconvenientes con la recolección de basuras (mapa 24).

Mapa 24. Coeficiente mal manejo basuras

Mapa 25. Hot Spot mal manejo basuras



Fuente: EMB 2011- SDP

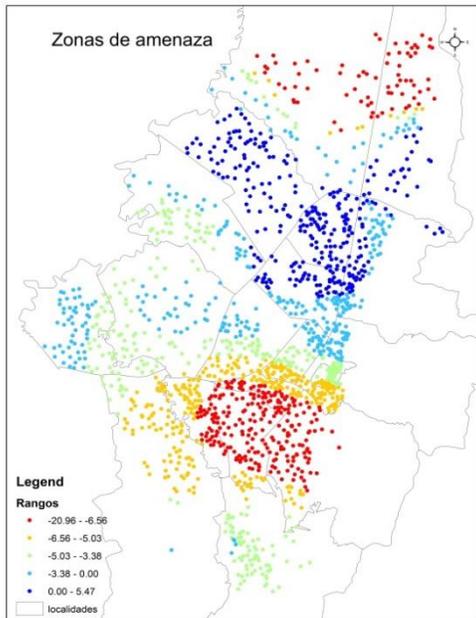


Fuente: EMB 2011- SDP

Al comparar el efecto de los coeficientes de la variable “zonas de amenaza” con el de las variables “inseguridad”, “malos olores” y “mal manejo de las basuras”, se evidencia que en el sur se considera más grave vivir en una zona de amenaza, ya sea por inundación o remoción de medio y alto impacto, que por los problemas mencionados. Arrendar una vivienda en una zona de amenaza reduce el valor del arriendo entre 6,5% y 21% (mapa 26).

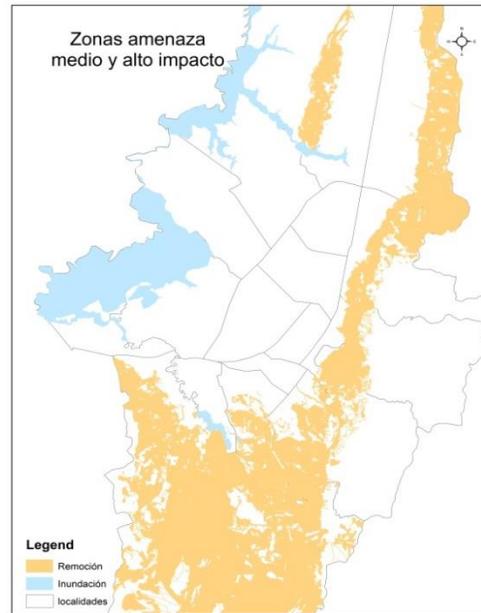
Del análisis de los coeficientes de la variable “barrios de origen ilegal” (mapas 28 y 29), se concluye que vivir en barrios que empezaron de forma ilegal en Bosa y Usme no es un tema problemático, como sí lo es en las localidades de Suba, Engativá y Fontibón. Lo que pueden estar mostrando estos resultados es que, debido al origen ilegal de los barrios, éstos no ofrecen las mismas condiciones que un barrio desarrollado bajo las normas urbanísticas con las que se busca que la ciudad cuente con los requerimientos de espacio público y equipamientos, entre otras condiciones necesarias para el bienestar de la población.

Mapa 26. Coeficientes zona amenaza



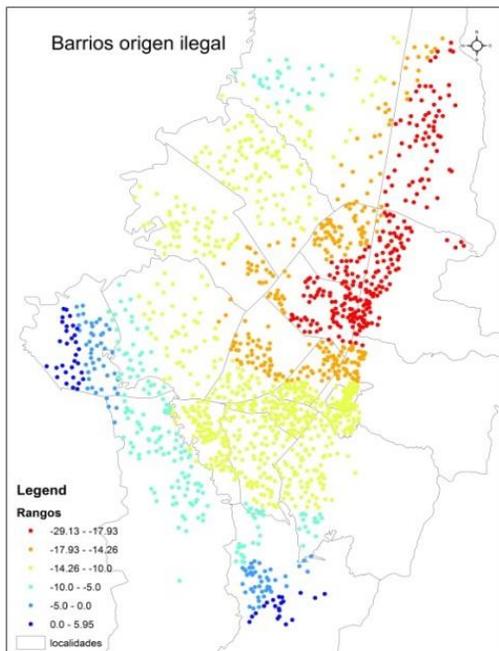
Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 27. Zonas de amenaza



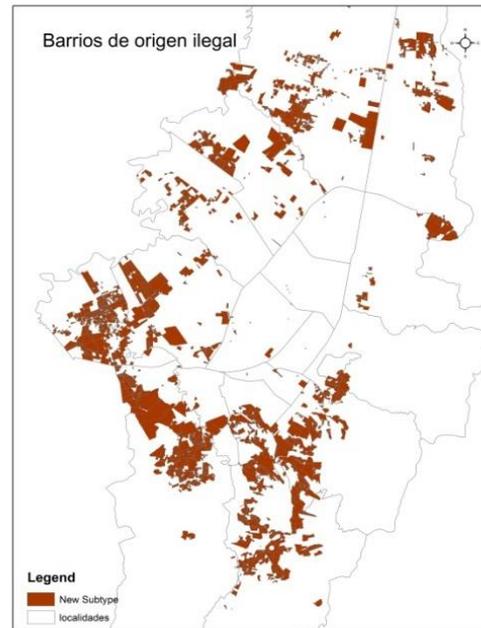
Fuente: SDP

Mapa 28. Coeficientes barrios origen ilegal



Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 29. Barrios origen ilegal



Fuente: Legalización y mejoramiento integral de barrios (SDP)



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACION

Así como existen condiciones del entorno que ponen en desventaja ciertas zonas de la ciudad, también existen condiciones que se pueden considerar bondades del entorno. En este trabajo se evaluaron algunas de ellas, como cercanía a parques o zonas verdes y cercanía a bancos.

En el mapa 30 se presentan los coeficientes de la variable “cercanía a bancos”. De estos resultados se desprende que los hogares valoran tener fácil acceso al sistema financiero casi en toda la ciudad, como era de esperar, especialmente en las localidades donde se concentran los hogares de más altos recursos, pues con seguridad son los que más requieren de estos servicios. Las localidades donde no se valora se localizan en el sur de la ciudad, habitadas por hogares de menores ingresos.

Al comparar el mapa de coeficientes de la variable “cercanía a un banco” (mapa 30) con el mapa de coeficientes de cercanía a zonas de esparcimiento como parques y zonas verdes (mapa 31), se evidencia que para los hogares de altos ingresos que viven en arriendo en localidades como Usaquén y Chapinero es más importante vivir cerca de un banco que vivir cerca de parques o zonas verdes. No sucede lo mismo en localidades del sur de la ciudad, como Bosa, Kennedy, Ciudad Bolívar y Puente Aranda, donde vivir cerca de este tipo de zonas de recreación tiene un efecto positivo sobre el alquiler.

Como se mostró en párrafos anteriores, los hogares arrendatarios de bajos ingresos están compuestos principalmente por padres e hijos. Es de esperar entonces que para estas familias contar con parques y zonas verdes sea de gran utilidad para el esparcimiento con los hijos, más que contar con bancos cerca a sus viviendas.

En el norte de la ciudad, donde se concentran hogares de altos ingresos, hogares en su mayoría unipersonales u hogares donde no existe una relación conyugal entre los miembros, tiene sentido que, para este tipo de hogares, no les sea útil un parque o una zona verde, pero si fácil acceso a una oficina bancaria.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



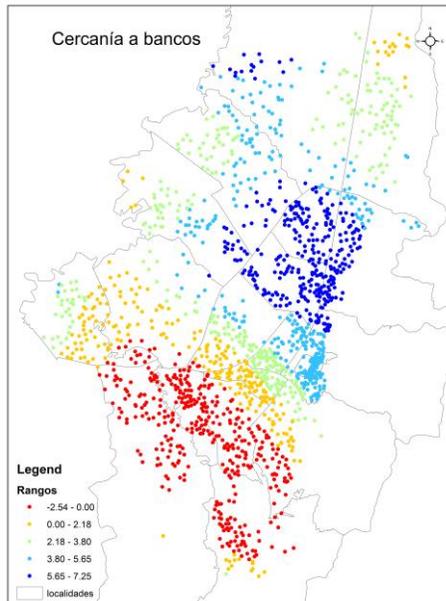
CO-SC-CER259292



GP-CER259293

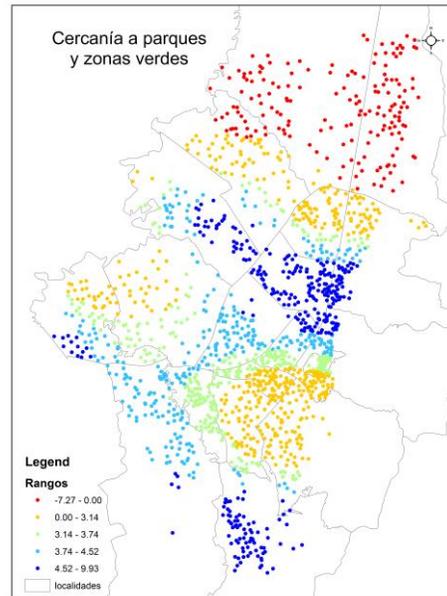
BOGOTÁ
HUMANANA

Mapa 30. Coeficientes cercanía a bancos



Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 31. Coeficientes cercanía zonas de recreación



Fuente: EMB 2011- SDP

Renta diferencial tipo II

Se evaluó el factor generador de renta asociado a la construcción en altura al incorporar en el modelo el número de pisos de la edificación donde se encuentra la vivienda en arriendo. Se encontró que es una variable estadísticamente significativa, con signo positivo y cuyos coeficientes se presentan en el mapa 32. El color azul oscuro representa las zonas en la ciudad donde un piso adicional de la edificación, manteniendo todo lo demás constante, se refleja en un incremento en los valores de alquiler entre 0,31% y 1,15%; el color azul claro representa las zonas donde el incremento está entre 1,15% y 1,29%; el color verde representa las zonas donde el incremento está entre 1,29% y 1,4%; el color amarillo representa las zonas donde el incremento está entre 1,4% y 1,75%; y el color rojo representa las zonas donde el incremento está entre 1,75% y 7,78%.

Estos resultados muestran que a mayor altura de la edificación mayores valores de alquiler en toda la ciudad, pero el efecto es diferente según la zona que se analice. Las localidades donde el canon de arrendamiento es más sensible a la construcción en altura son Usme, Bosa, Kennedy, Fontibón, Engativá y Suba, donde el canon de alquiler se incrementa entre 1,8% y 7,8% por un piso adicional en la edificación. Las localidades menos sensibles son Chapinero, Ciudad Bolívar

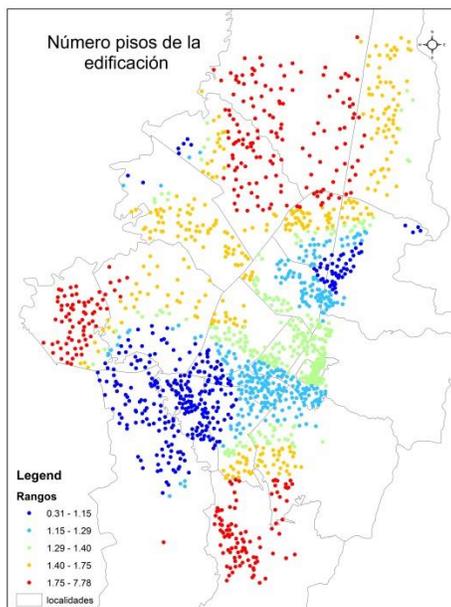


y Tunjuelito, donde el canon se incrementa entre 0,3% y 1,2% por un piso adicional (mapa 32).

Al comparar el mapa de coeficientes de la variable “construcción en altura” (mapa 32) con el mapa de patrones espaciales de la misma variable (mapa 33), llama la atención que las zonas más sensibles, son aquellas donde se presentan los menores índices de edificabilidad. Una posible explicación a este resultado es que la construcción en altura es costosa pero más aún cuando la oferta está en manos de hogares de bajos ingresos, para quienes es común construir una segunda planta en su misma vivienda y arrendar una de ellas.

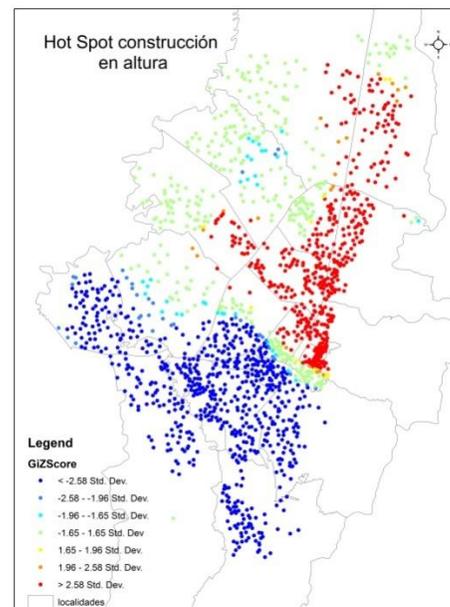
También llama la atención que en localidades como Chapinero y Teusaquillo, donde se encuentran muchas de las edificaciones más altas de la ciudad, así como también hogares de altos ingresos, sean de las zonas menos sensibles a la construcción en altura. Este resultado se puede explicar por el hecho de que, gracias precisamente por la construcción en altura, se cuenta con una importante oferta de viviendas en dichas localidades lo que reduce los valores de alquiler.

Mapa 32. Coeficientes número de pisos de la edificación



Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 33. Hot Spot número de pisos de la edificación



Fuente: EMB 2011- SDP

El papel del estrato

Con el objeto de evaluar el efecto del estrato en los valores de alquiler, al modelo econométrico se adicionaron cinco variables dummy¹⁸ para capturar la clasificación de los predios, la cuales presentaron problemas de multicolinealidad, lo que evidencia que la incorporación del estrato no aporta información adicional, a la que aportan variables como el ingreso y las características del entorno de las viviendas.

No es extraño que algunos hogares estén dispuestos a pagar precios diferentes por viviendas con características físicas y de ubicación similares, pero con diferente estrato. Esto sucede en casos como el siguiente: un hogar que habite en una vivienda de menor estrato, paga un menor valor por servicios públicos frente a una vivienda de un estrato mayor. Así, si la única diferencia entre las viviendas es el diferencial en el pago de servicios, habrá una disputa por los hogares demandantes por tomar en arriendo la vivienda de menor estrato.

El hogar que logra acceder a la vivienda será aquel que pague un mayor valor por ella. Este mayor valor genera una sobreganancia que eventualmente se convierte en renta, de la cual se apodera el dueño de la propiedad. Esta es una situación que se puede presentar en algunas zonas de la ciudad, donde se encuentran viviendas similares, pero unas de estrato 4 y otras de estrato 5, por ejemplo, Ciudad Salitre. De acuerdo a lo lógica señalada, las viviendas de estrato 4 se arrendaran por un valor superior a las viviendas de estrato 5.

Con el objeto de probar este planteamiento, se incluyó en el modelo una variable dummy de estrato que tomó el valor de 1 si la manzana se encuentra clasificada como estrato cuatro y 0 en caso contrario. Se encontró que la dummy fue estadísticamente significativa con signo positivo¹⁹. Esto indica que el arriendo de una vivienda de estrato cuatro es superior frente a los otros estratos, 1, 2, 3, 5 y 6.

Al observar como varía el coeficiente según la ubicación (mapa 34), se encuentra que el arriendo de una vivienda de estrato cuatro en las localidades de Teusaquillo y Fontibón, zonas principalmente de estrato 4 con algunas manzanas de estrato 5, el canon de alquiler puede ser superior entre 7% y 12% frente a viviendas de estrato 5 en la zona. En las localidades de Suba y Usaquén, el valor del arriendo de una vivienda de estrato 4 puede ser superior hasta en 7% frente a una vivienda de estrato cinco en esas localidades. Esto permite concluir que cuando se analiza el canon de arrendamiento de viviendas de iguales características pero con estrato diferente, se encuentra que las viviendas de menor estrato generan una renta que,

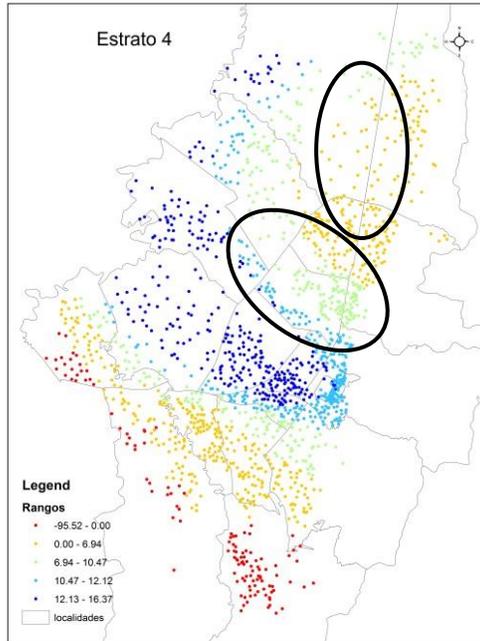
¹⁸ Como son seis estratos se incluyeron 5 variables dummy.

¹⁹ Al evaluar los resultados del modelo con la nueva variable se constata la presencia de heterogeneidad y la no dependencia espacial de los residuos. Ver el anexo C los resultados de las pruebas.



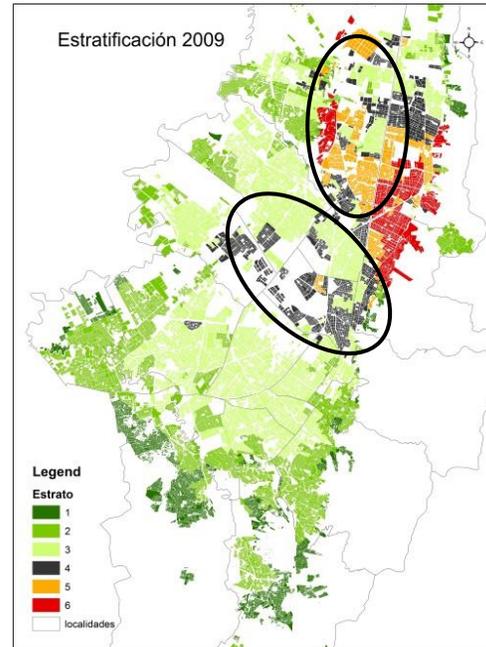
como resultado de la competencia de los hogares por la vivienda de menor estrato, es apoderada por el arrendador.

Mapa 34. Coeficientes estrato 4



Fuente: EMB 2011- SDP

Mapa 35. Estratificación



Fuente: Estratificación 2009- SDP

Para concluir, cabe recordar que el coeficiente de determinación del modelo de RGP es 60%, esto quiere decir que el 60% de las variaciones del canon de arrendamiento se explican por factores como: ingreso de los hogares, distancia al sitio de trabajo, condiciones del entorno y construcción en altura. El otro 40% de las variaciones se debe a factores que no fueron incluidos en el modelo, como los gastos de mantenimiento de la vivienda y los periodos de vacancia, costos que con seguridad llevan a incrementos de los valores del canon de arrendamiento.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista teórico se pueden identificar varios factores que permiten que los dueños de la tierra obtengan un ingreso por su propiedad. Estos factores se conocen como: renta de segregación, renta de localización, externalidades, renta diferencial tipo II y renta absoluta.

En este trabajo se estimó un modelo econométrico para evaluar el efecto que sobre el canon de arrendamiento de las viviendas en Bogotá tiene cuatro de los factores generadores de renta: la capacidad de pago de los hogares (renta de segregación), la ubicación de las viviendas (renta de localización), entorno de la vivienda (externalidades) y la construcción en altura (renta diferencial tipo II).

Con el objeto de indagar sobre la capacidad de pago de los hogares, se analizó el ingreso del hogar y se encontró que fue la principal variable en la determinación de los valores de alquiler. Se evidenció que los hogares de más altos ingresos viven en las zonas de la ciudad donde se pagan los arriendos más costosos, mientras que los hogares de bajos ingresos viven en las zonas más baratas. Este resultado muestra que, desde el punto de vista económico, hay segregación en Bogotá, pues los hogares ricos viven con los ricos y los pobres con los pobres. Resultado con el que se demuestra la importancia de la renta de segregación.

Se encontró que la ubicación es un factor importante a la hora de elegir donde vivir, especialmente para los hogares más adinerados, quienes pagan altos valores de alquiler por vivir cerca a sus empleos. No sucede igual en el caso de los hogares menos favorecidos. Si bien se confirmó que las familias más pobres gastan más tiempo para llegar a su sitio de trabajo, estos hogares, más que vivir cerca a los centros de empleo, prefieren contar con vías en buen estado y fácil acceso al transporte público, en particular a Transmilenio.

Al analizar variables relacionadas con entornos no deseados de las viviendas, como inseguridad, malos olores y mal manejo de basuras, se encontró que estas situaciones, que enfrentan principalmente los más pobres, son los factores que menos importan a estas familias, si se comparan con vivir en zonas de amenaza o en barrios de origen ilegal. Estos resultados tampoco sorprenden. Para un hogar que solo puede pagar bajos valores de alquiler, con seguridad es más grave vivir en zonas que ponen en riesgo sus vidas que vivir cerca de un basurero. Esta es la realidad de los hogares de bajos ingresos en Bogotá.

Así como hay características del entorno que se valoran de forma negativa, también hay factores que se valoran positivamente. Como por ejemplo vivir cerca



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

de parques y zonas verdes; especialmente para los hogares de bajos ingresos, no así para los hogares de altos ingresos que valoran más tener cerca un banco.

Se encontró que vivir en edificaciones altas es más costoso que vivir en edificaciones de menos de tres pisos, lo que no es un resultado asombroso pues las zonas donde se pagan los valores más altos de alquiler es donde se construyen las edificaciones más altas, que es donde viven los hogares de mayores ingresos. Se comprobó además que el valor del arriendo es más sensible a incrementos en la capacidad de pago de los hogares bajos ingresos, que frente a mejoras de los ingresos de los hogares más adinerados.

Finalmente, se evidenció que cuando se compara el canon de arrendamiento de viviendas con estratos diferentes pero características similares de construcción y ubicación, las viviendas de menor estrato generan una renta de la cual se apoderada el arrendador.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

Bocarejo, J. P., Portilla, I. & Pérez, M. A. (2013). Impact of Transmilenio on density, land use, and land value in Bogotá. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 78-86.

Blanco, A. G., Cibils, V. F. & Muñoz, A. F. (2014). Se busca vivienda en alquiler. Banco Interamericano de Desarrollo.

Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano Regional (CENAC) (2007). Caracterización del mercado de arrendamientos urbano para el segmento de la población de bajos ingresos. Bogotá: CENAC.

Fujita, M. (1989). *Urban economic theory: land use and city size*. Cambridge University Press.

Jaramillo, S. (2014). Precios inmobiliarios de vivienda en Bogotá 1970-2014. Universidad de los Andes-CEDE.

_____ (2009). Hacia una teoría de la renta del suelo urbano. Universidad de los Andes-CEDE.

_____ (2002). Elementos para orientar una política estatal sobre alquiler de vivienda urbana en Colombia. Universidad de los Andes-CEDE.

Lonja de Bogotá D.C. (2013). Determinantes del valor del suelo urbano residencial: una aproximación socioeconómica y geográfica de Bogotá. Bogotá: La Lonja.

Perdomo Calvo, J. A., Mendoza, C., Mendieta, J. C. & Baquero, A. (2007). Study of the effect of the Transmilenio mass transit project on the value of properties in Bogotá, Colombia. Lincoln Institute of Land Policy

Polese, Mario, (1998), *Economía urbana y regional: introducción a la relación entre territorio y desarrollo*.

Secretaría Distrital de Planeación (SDP) (2014a). *Aglomeración y condiciones de vida en Bogotá D.C.* Bogotá: SDP.

_____ (2014b). Determinantes de la tenencia de vivienda en Bogotá D.C. *Boletín No 17*.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

_____ (2013). Segregación socioeconómica en el espacio urbano de Bogotá D.C. Bogotá: SDP.

Serrano, R. M., & Valcarce, E. V. (2000). Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: la econometría espacial (Vol. 44). Ediciones Universitat Barcelona.

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



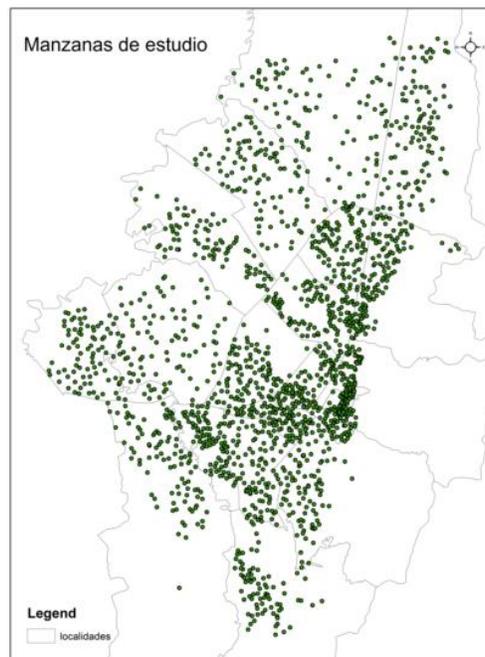
GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA

ANEXOS

A. Metodología de cálculo de las variables

Los datos utilizados para el estudio provienen de diferentes fuentes, pero fue de la Encuesta Multipropósito de Bogotá (EMB) 2011 de donde se tomó la información de los hogares arrendatarios. Para georreferenciar estos hogares fue necesario trabajar con los datos de la encuesta por manzanas. En la EMB se identificaron 1789 manzanas, de las cuales 1616 tenían por lo menos un hogar arrendatario, y de éstas en 1585 fue posible identificar el ingreso del hogar. Así las cosas, las manzanas del estudio sumaron 1585 casos, distribuidas en la ciudad como se observa en el siguiente mapa.



Dado que mucha de la información requerida para el modelo no se encontró en la EMB, fue necesario utilizar la base de datos geográfica de la SDP para levantar información de cercanía a colegios, jardines infantiles, centros de salud, estaciones de Transmilenio y paraderos de las rutas alimentadoras, zonas de riesgo y barrios de origen ilegal. Con el objeto de determinar la proximidad de la manzana a estos puntos de interés se utilizó la herramienta ArGIS.

Para el cálculo de estas distancias se crearon polígonos (áreas de servicio) que representan la distancia que se puede alcanzar a pie desde un punto determinado para unos rangos de trayectoria especificados. Cabe resaltar que las distancias halladas se



obtuvieron teniendo en cuenta la malla vial de la ciudad, de tal manera que las trayectorias recorridas realmente se pueden hacer, es decir, se trabajó con las distancias Manhattan.

En la siguiente tabla se describe la forma de cálculo y fuente de cada una de las variables incluidas en el modelo econométrico.

Variable	Calculo de la variable	Fuente
Canon arrendamiento	logaritmo del canon de arrendamiento mediana de la manzana	EMB
Ingreso hogar	Ingreso mediano de las manzanas en miles de pesos	EMB
Distancia al trabajo	Número de minutos que se gasta para llegar al trabajo, mediana de la manzanas	EMB
Estación de Transmilenio	Dummy igual a 1 si la estación se encuentra hasta 500 metros de la manzana (cerca) y dummy igual a 0 si la estación se encuentra a más de 1000 metros de la manzana	Transmilenio
Paradero ruta alimentadora	Dummy igual a 1 si el paradero se encuentra hasta 100 metros de la manzana (cerca) y dummy igual a 0 si el paradero se encuentra a más de 250 metros de la manzana	Transmilenio
Estación transporte diferente a Transmilenio	Dummy igual a 1 si está a 10 minutos y dummy igual a 0 si está a más de 10 minuto	EMB
Construcción en altura	número de pisos de la edificación más alta de la manzana	EMB
Colegios	Dummy igual a 1 si un colegio se encuentra hasta 100 metros de la manzana (cerca) y dummy igual a 0 si un colegio se encuentra a más de 100 metros de la manzana (lejos)	Base datos geográfica SDP
Jardines infantiles	Dummy igual a 1 si un jardín infantil se encuentra hasta 100 metros de la manzana (cerca) y dummy igual a 0 si un jardín infantil se encuentra a más de 100 metros de la manzana (lejos)	Base datos geográfica SDP
Centros de salud	Dummy igual a 1 si un centro de salud se encuentra hasta 100 metros de la manzana (cerca) y dummy igual a 0 si un centro de salud se encuentra a más de 100 metros de la manzana (lejos)	Base datos geográfica SDP
Zonas de amenaza	Dummy igual a 1 si están en zona de amenaza y dummy igual a 0 en caso contrario	Base datos geográfica SDP
Barrios de origen ilegal	Dummy igual a 1 si están en barrio de origen ilegal y dummy igual 0 caso contrario	Base datos geográfica SDP
parques y zonas	Dummy igual a 1 si está a 10 minutos y dummy	EMB



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACION

verdes	igual a 0 si está a más de 10 minuto	
Estaciones de policía	Dummy igual a 1 si está a 10 minutos y dummy igual a 0 si está a más de 10 minuto	EMB
Bancos	Dummy igual a 1 si está a 10 minutos y dummy igual a 0 si está a más de 10 minuto	EMB
Tiendas	Dummy igual a 1 si está a 10 minutos y dummy igual a 0 si está a más de 10 minuto	EMB
Droguerías	Dummy igual a 1 si está a 10 minutos y dummy igual a 0 si está a más de 10 minuto	EMB
Fábricas	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Aeropuertos	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Basureros	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Plazas de mercado	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Terminales de buses	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Bares o prostíbulos	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Expendios de drogas	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Sitios peligrosos	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Antenas	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Caños de aguas negras	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Ruido	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Exceso de anuncios publicitarios	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Inseguridad	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Contaminación del aire	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Malos olores	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Manejo inadecuado de basuras	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Invasión de andenes y calles	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Grietas en paredes o pisos	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Humedad en paredes o pisos	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Hundimiento de la estructura	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB
Fallas en tubería, cañerías o desagües	Dummy igual a 1 sí y dummy igual a 0 no	EMB

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



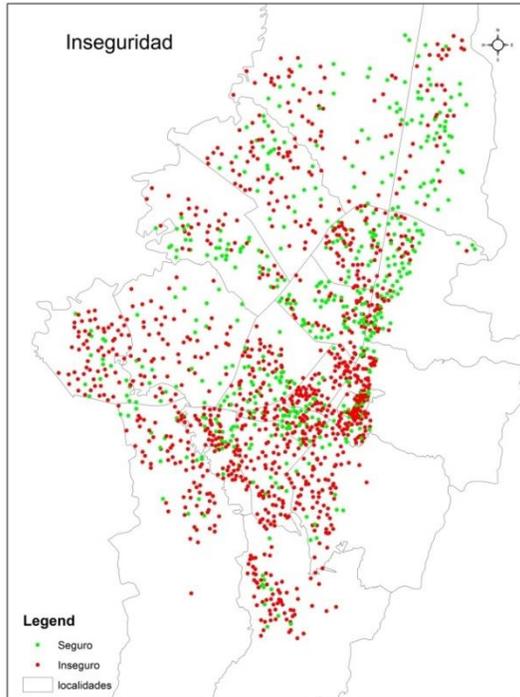
GP-CER259293

BOGOTÁ
HUMANANA

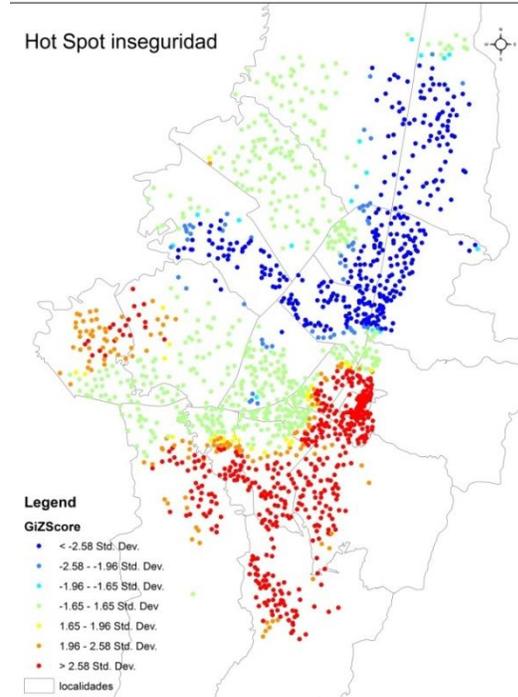


B. Mapas de variables y análisis de patrones espaciales

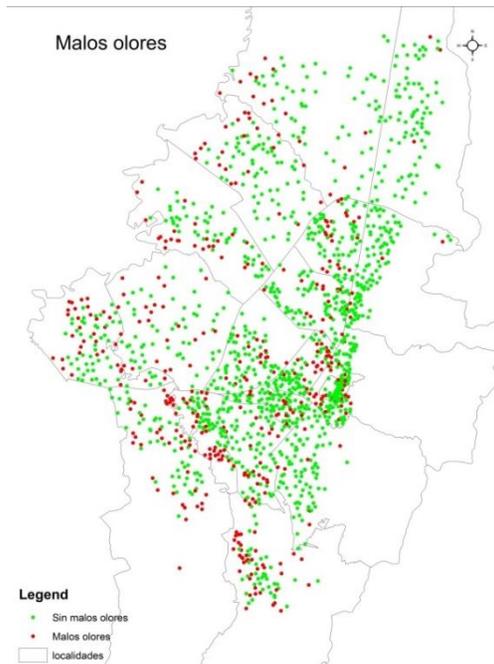
Mapa 1



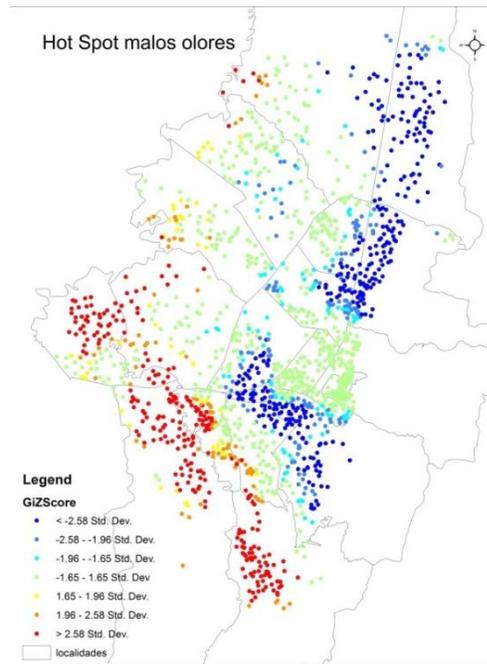
Mapa 2



Mapa 3

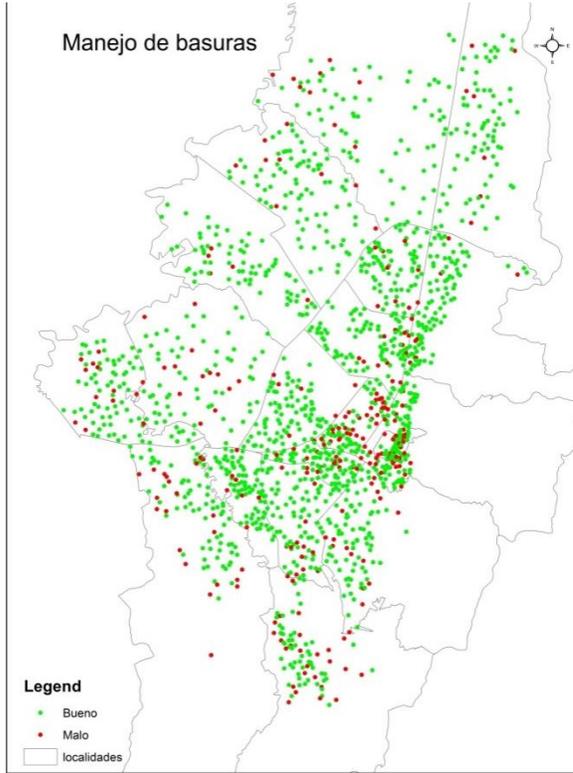


Mapa 4

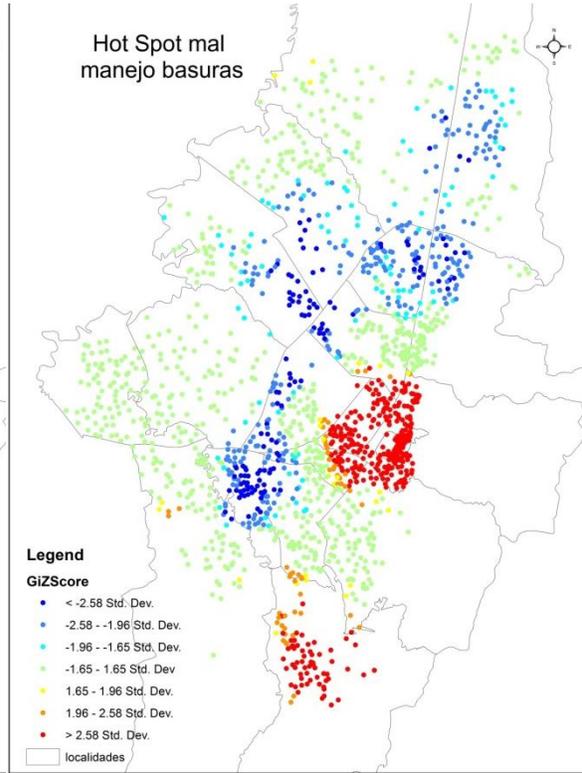




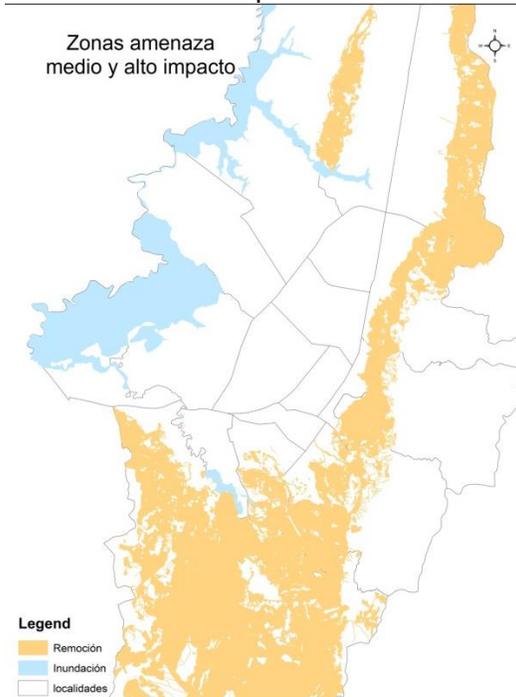
Mapa 5



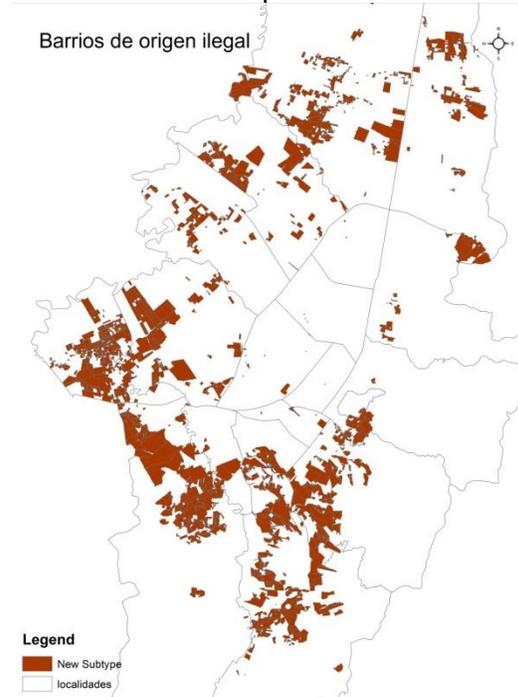
Mapa 6



Mapa 7



Mapa 8



C. Prueba de los residuos de los modelos econométricos

1. Resultados método MCO sin estrato 4

Number of Observations:	1585	Number of Variables:	14
Degrees of Freedom:	1571	Akaike's Information Criterion (AIC) [2]:	-438.594719
Multiple R-Squared [2]:	0.535821	Adjusted R-Squared [2]:	0.531980
Joint F-Statistic [3]:	139.497479	Prob(>F), (13,1571) degrees of freedom:	0.000000*
Joint Wald Statistic [4]:	1627.437921	Prob(>chi-squared), (13) degrees of freedom:	0.000000*
Koenker (BP) Statistic [5]:	47.739802	Prob(>chi-squared), (13) degrees of freedom:	0.000007*
Jarque-Bera Statistic [6]:	19426.750029	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom:	0.000000*

Global Moran's I Summary

Moran's Index:	0.040793
Expected Index:	-0.000631
Variance:	0.000009
z-score:	13.770028
p-value:	0.000000

2. Resultados del modelo de RGP sin estrato 4

Bandwidth:	4197.4766620650726
ResidualSquares:	53.450838345114086
EffectiveNumber:	150.49137832575127
Sigma:	0.1930303860469291
AICc:	-637.95454180259321
R2:	0.64113281361654306
R2Adjusted:	0.6037349552016289

Global Moran's I Summary

Moran's Index:	-0.000983
Expected Index:	-0.000631
Variance:	0.000009
z-score:	-0.117326
p-value:	0.906602

3. Resultados método de MCO con estrato 4

Variables	Coficiente	Robust_SE	Robust_t	Probability	VIF
Constante	5.480771	0.021295	257.370017	0.000000	-----
Amenaza	-0.063869	0.013556	-4.711523	0.000004	1.232618
Legalizado	-0.132869	0.013085	-10.154338	0.000000	1.448487
Transmilenio	0.021541	0.012319	1.748589	0.080565	1.084762
Paraderos alimentadores	-0.029953	0.011654	-2.570187	0.010247	1.043245
Ingresos hogar	0.000039	0.000005	8.262515	0.000000	1.318000
Número pisos	0.015318	0.002210	6.931366	0.000000	1.285033
Estrato 4	0.112047	0.020510	5.463142	0.000000	1.336389
Inseguridad	-0.039658	0.013001	-3.050411	0.002336	1.147210
Malos olores	-0.034385	0.012763	-2.694169	0.007129	1.150120
Basuras	-0.041477	0.016318	-2.541703	0.011117	1.161948
Buen estado vías	0.024128	0.010377	2.325074	0.020179	1.087662
Recreación	0.040599	0.011175	3.633103	0.000303	1.112857
Bancos	0.041299	0.014576	2.833351	0.004669	1.247820
Distancia al trabajo	-0.000452	0.000127	-3.553010	0.000407	1.028371



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE PLANEACION

Number of Observations:	1585	Number of Variables:	15
Degrees of Freedom:	1570	Akaike's Information Criterion (AIC) [2]:	-478.571140
Multiple R-Squared [2]:	0.547952	Adjusted R-Squared [2]:	0.543921
Joint F-Statistic [3]:	135.934658	Prob(>F), (13,1571) degrees of freedom:	0.000000*
Joint Wald Statistic [4]:	1936.101575	Prob(>chi-squared), (13) degrees of freedom:	0.000000*
Koenker (BP) Statistic [5]:	47.468634	Prob(>chi-squared), (13) degrees of freedom:	0.000016*
Jarque-Bera Statistic [6]:	21631.240033	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom:	0.000000*

Global Moran's I Summary

Moran's Index:	0.036900
Expected Index:	-0.000631
Variance:	0.000009
z-score:	12.479617
p-value:	0.000000

4. Resultados del modelo de RGP con estrato 4

Bandwidth:	5701.4110048684324
ResidualSquares:	56.339519914469506
EffectiveNumber:	98.628758884315673
Sigma:	0.19468967674806528
AICc:	-638.78257260637497
R2:	0.62173829971838857
R2Adjusted:	0.59689307982282247

Global Moran's I Summary

Moran's Index:	0.004624
Expected Index:	-0.000631
Variance:	0.000009
z-score:	1.751182
p-value:	0.079915

Carrera 30 N. 25 - 90
Código Postal 111311
Pisos 1,5,8 y 13
PBX 335 8000
www.sdp.gov.co
Info.: Línea 195



SC-CER259292



CO-SC-CER259292



GP-CER259293

