



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado



Universidad de Buenos Aires Facultad de Ciencias Económicas Escuela de Estudios de Posgrado

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

Regulación del uso del suelo: implicaciones frente al
precio del suelo en Bogotá

AUTOR: DIEGO FELIPE LÓPEZ OSPINA

TUTOR: CRISTHIAN ORTEGA ÁVILA

OCTUBRE, 2017

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi mamá, Martha Julieta, a mi papá, Julio, así como a mis hermanos, Julio César y Juan Carlos, por su apoyo invaluable y sacrificar su tiempo, nuestro tiempo, durante mi estudio y residencia en la mágica Buenos Aires. A Carolina, por su apoyo y motivación permanente en la construcción de esta tesis.

Agradecimientos

A quienes forman y formaron parte de la Maestría en Administración Pública, Gaby, Ariel y Sonia por su paciencia y amabilidad durante mi estancia en la UBA y en el apoyo luego de la cursada.

A la profesora Isabel Blanco, por su apoyo en búsqueda de mejorar cada vez más esta tesis.

A mis profesores, compañeros, en especial a mis amigos José, Ro, Lu e Iri de quienes aprendí muchas cosas a nivel profesional y personal e hicieron de este posgrado una experiencia inolvidable.

A José Darío y Viviana, quienes me recibieron, acompañaron y compartieron conmigo a lo largo de mi estancia en Buenos Aires.

A Fabián W, por su apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, y no menos importante, a Cristhian Ortega, por su confianza, guía y apoyo en esta tesis que mezcla elementos de la administración pública y economía urbana.

Resumen

En este estudio se analiza la incidencia del uso del suelo, elemento que regula el Distrito, en el precio del suelo de Bogotá. Partiendo de las manzanas de la ciudad, se identificaron los valores de referencia del suelo por metro cuadrado para ser utilizados en un modelo como variable dependiente; el estrato, el nivel de centralidad a la cual pertenece, la oferta de bienes públicos asociada a la manzana y el uso del suelo predominante, son las variables explicativas. En búsqueda de valores más detallados que un efecto general para la ciudad, se estimaron las diferencias que existen en cada una de las variables explicativas sobre precio del suelo de acuerdo a los tres niveles de centralidad existentes en el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital.

Aplicado un modelo log-lineal, se encuentra que el efecto sobre la variable dependiente del uso del suelo no es uniforme, presentándose variaciones de acuerdo al tipo de centralidad en la cual se encuentre localizada. Estas diferencias marcan una mayor importancia sobre el precio del suelo ante cambios en el uso en centralidades de tipo 1 o de integración nacional – internacional frente a las otras 2, de tipo local y regional.

De otra parte, se encuentra una variación positiva por cuenta del cambio en el estrato socioeconómico, medida proxy de las condiciones de poder adquisitivo de las familias predios residenciales; este resultado podría potenciar la posibilidad de la captura de valor a través de la participación en plusvalía de la administración distrital cuando, desde su facultad normativa, genere cambios a usos más rentables.

Palabras clave: modelos econométricos (R15), políticas reguladoras (R38), uso del suelo y otras regulaciones (R52).

Índice General

Glosario	8
1. Introducción.....	11
2. Planteamiento del tema.....	13
3. Marco teórico.....	16
3.1. Territorio y ciudad	16
3.2. Ordenamiento del territorio.	18
3.3. La renta del suelo: un abordaje teórico.....	22
3.4. La renta del suelo: desarrollos sobre lo urbano	26
3.5. El uso del suelo como generador de plusvalía	29
4. Metodología.....	31
4.1. Diseño de investigación.	31
4.1.1. Alcance y tipo de investigación.....	31
4.1.2. Fuentes, herramientas de recolección y procesamiento de datos	31
4.2. Método estadístico y econométrico	32
4.2.1. Análisis de componentes principales.....	32
4.2.2. Regresión Log-Lineal	33
5. Desarrollo	35
5.1. Bogotá: ubicación espacial y aspectos generales urbanos	35
5.2. Variables.	38
5.2.1. Precio del suelo.....	38
5.2.2. Uso del suelo	40
5.2.3. Centralidades	42
5.2.4. Estimación de un índice de oferta de bienes públicos.....	46
5.2.4.1. Análisis por componentes principales para la estimación del índice.....	48
5.2.5. Estrato socioeconómico	52
5.3. Análisis de correlación entre las variables.....	53
5.4. Aproximación al modelo de regresión.....	55
5.4.1. Cumplimiento de los supuestos en el modelo	59
5.5. Regresión con variables cruzadas	60
5.5.1. Análisis de resultados con variable cruzada centralidad nivel 1.	61
5.5.2. Análisis de resultados con variable cruzada centralidad nivel 2.	62
5.5.3. Análisis de resultados con variable cruzada centralidad nivel 3	63
5.5.4. Comparativo de cambios por nivel de centralidad.	63

6. Conclusiones.....	68
7. Referencias bibliográficas	70

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1. Localización espacial de Bogotá en el país.	35
Ilustración 2. Área urbana, rural y de expansión en Bogotá.....	36
Ilustración 3. Manzanas en ámbito urbano de Bogotá.....	37
Ilustración 4. Distribución espacial del valor de referencia del suelo en Bogotá, 2015.....	40
Ilustración 5. Usos del suelo dominantes por manzana.	42
Ilustración 6. Centralidades de Bogotá de acuerdo al POT.....	43
Ilustración 7. Centralidades por niveles en Bogotá.	44
Ilustración 8. Centralidades con manzanas pertenecientes y próximas en Bogotá.	46
Ilustración 9. Índice de oferta de bienes públicos en Bogotá.	51
Ilustración 10. Estrato dominante por manzanas en Bogotá.	53

Índice de tablas.

Tabla 1. Estimadores resultantes modelo general para Bogotá.....	33
Tabla 2. Descriptivos de valores de referencia del suelo para el año 2015.....	38
Tabla 3. Condiciones de clasificación del uso del suelo dominante por manzana.....	41
Tabla 4. Número de manzanas y peso por tipo de uso dominante.	41
Tabla 5. Manzanas por pertenencia y proximidad a centralidades.....	45
Tabla 6. Sistema de equipamientos en Bogotá.	47
Tabla 7. Descriptivos de distancia en red a equipamientos seleccionados y parques	48
Tabla 8. Matriz de correlación entre variables seleccionadas	49
Tabla 9. Prueba KMO y Bartlett.....	49
Tabla 10. Varianza total explicada y autovalores iniciales.	49
Tabla 11. Matriz de componentes para construcción del índice.	50
Tabla 12. Estadísticos descriptivos del índice de oferta de bienes públicos.	51
Tabla 13. Manzanas por estrato dominante y participación sobre Bogotá.....	52
Tabla 14. Cuadro de correlaciones.	54
Tabla 15. Resultados regresión log-lineal general.....	57
Tabla 16. Resultados regresión log-lineal con variables cruzadas	61

Tabla 17. Cambio en el precio del suelo de acuerdo al uso por nivel de centralidad.....	64
Tabla 18. Cambio en el precio del suelo de acuerdo al estrato por nivel de centralidad.....	65

Índice de gráficos.

Gráfico 1. Crecimiento poblacional en Bogotá 2005 - 2015.....	13
Gráfico 2. Histograma y barras del valor de referencia del suelo año 2015.....	39
Gráfico 3. Variación porcentual del precio del suelo respecto a usos por nivel de centralidad.	65
Gráfico 4. Variación porcentual del precio respecto a estrato por nivel de centralidad.....	66

Índice de ecuaciones.

Ecuación 1. Modelo aplicado para generar el índice de oferta de bienes públicos.	50
Ecuación 2. Modelo general log-lineal.....	56
Ecuación 3. Modelo log-lineal con variables cruzadas por localización según nivel de centralidad.	60

Índice de esquemas.

Esquema 1. La intervención urbanística estatal.....	20
Esquema 2. Instrumentos de acción colectiva urbana	21

Glosario

- Ordenamiento del territorio.

Proceso y estrategia de planificación de carácter técnico-político, a través del cual se pretende configurar en el corto, mediano y largo plazo, una organización de uso y ocupación del territorio, acorde con las potencialidades y limitaciones del mismo, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos sectoriales de desarrollo. (Palacio-Prieto et al., 2004)

- Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

Instrumento técnico y normativo de planeación y gestión de largo plazo; es el conjunto de acciones y políticas, administrativas y de planeación física, que orientarán el desarrollo del territorio municipal por los próximos años y que regularán la utilización, ocupación y transformación del espacio físico urbano y rural. Un POT es en esencia, el pacto social de una población con su territorio. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004)

- Renta del suelo

Tomando el abordaje de Jaramillo (2012), la renta del suelo es un valor que surge cuando un propietario o poseedor controla una parte del suelo y, a partir de esta condición jurídica, participa del valor generado del proceso productivo que pueda generarse en ese suelo. De esta forma, la renta sobre la tierra se configura a partir de la necesidad de su uso para la producción.

- Precio del suelo

De acuerdo a las características del suelo (uso, edificabilidad, localización, entre otros) cada unidad permite capturar mayores o menores rentas, relacionado con la actividad económica que allí se lleve a cabo. Por lo anterior, Jaramillo (2012) define al precio del suelo como una capitalización de la renta que el suelo genera.

- Plusvalía (urbana)

Mayor valor sobre el precio del suelo que se genera a partir acciones que regulan o modifican la utilización del suelo y el espacio aéreo urbano, permitiendo incrementar su aprovechamiento y generando beneficios para el propietario del suelo.

- Uso del suelo

En el ordenamiento del territorio, el suelo de las ciudades cuenta con diferentes clases de suelo; existe suelo urbano, suelo de expansión (que lo conforman áreas que en el futuro pueden utilizarse para usos urbanos), suelo rural y suelo de protección (contenido por zonas de preservación, conservación, restauración y de uso sostenible). De acuerdo a la clase de suelo, existen unos usos que determinan el tipo de actividad económica que puede llevarse a cabo sobre el mismo. Por lo anterior, el uso del suelo corresponde a una indicación normativa sobre la actividad que se puede desarrollar en un determinado espacio geográfico de conformidad con lo planificado y reglamentado. En general sobre suelo urbano existen usos para actividades residenciales, dotacional, comercial, servicios, industriales.

- Equipamientos urbanos

Son componentes esenciales del territorio, sobre los cuales se llevan a cabo actividades y/o servicios de orden cultural, educativo, deportivo, lúdico, de salud, entre otros. Por lo anterior, se constituyen en espacios públicos que cumplen una doble función pues, además de proveer servicios esenciales, contribuyen en la construcción y en el fortalecimiento de la vida colectiva. (Franco y Zabala, 2012)

- Centralidad urbana

Son espacios dentro las ciudades en donde, por elementos de concentración de actividad económica y cierto nivel de productividad sectorial, se consideran unidades espaciales de importancia para el empleo y cuya calidad y tamaño da una relación sobre el crecimiento económico del territorio. (Secretaría Distrital de Planeación, 2011)

- Estrato socioeconómico

Es una medida de clasificación de viviendas y predios en los ámbitos rurales y urbanos que sirve como instrumento para aplicar subsidios en servicios público, entre otros. Clasifica los domicilios o inmuebles residenciales con base en las características físicas y de entorno, denotando diferentes capacidades económicas de sus habitantes. (Alzate, 2006)

1. Introducción

En Colombia, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) es el principal instrumento de planificación de un territorio. La Ley 388 de 1997, o ley de desarrollo territorial, define que la estructura de un POT tiene 4 grandes componentes, a saber: general, urbano, rural y programa de ejecución. El primero tiene una vigencia de largo plazo y aplica para todo el territorio; los dos siguientes tienen una vigencia de corto y mediano plazo, sobre el cual se dan unas normas generales y complementarias sobre los límites urbanos y rurales. El plan de ejecución define las actuaciones sobre el territorio, asignando responsables, actividades y recursos.

Sobre el determinante urbano, éste considera en su desarrollo normas urbanísticas generales y complementarias. Las generales establecen, entre otros, usos e intensidades del suelo, delimitación de zonas de renovación, localización y afectación de suelos para equipamientos colectivos de interés público o social, espacios libres y zonas verdes. Las complementarias identifica y declara suelos e inmuebles de desarrollo o construcción prioritaria y da norma específica para planes parciales y otras operaciones, entre otros elementos.

La determinación, a través del componente general urbano, de usos e intensidades del suelo tiene una gran importancia; sus componentes, de nivel urbano y de expansión¹, cuentan en general con 5 categorías de usos: residencial, dotacional, comercial, servicios e industrial. El establecimiento de una normativa de uso urbano permite el desarrollo de actividades más rentables que otras a lo largo de la ciudad. Cada uno de los mencionados usos del suelo urbano se agrupan en escalas de acuerdo al impacto que generan a nivel local y sobre cada uno se genera unos requerimientos mínimos para su desarrollo.

La propuesta de ocupación y asignación de los usos de acuerdo con las condiciones que establece la administración distrital o municipal es determinante. El proceso de creación de un POT implica la participación de varias instituciones, así como de la ciudadanía. En su formulación, la administración municipal o distrital, con participación de la ciudadanía, genera los diagnósticos y formula el POT. Luego de ello, concerta con la autoridad ambiental

¹ El suelo de expansión son áreas con condiciones de urbanizar durante la vigencia de un POT, que se podrá realizar de acuerdo con necesidades de vivienda producto de la presión demográfica que pueda darse en un territorio. No obstante, hasta tanto no se inicie un tratamiento de este suelo para su adecuación e incorporación al suelo urbano, seguirá teniendo su clasificación inicial: rural

del territorio, el Consejo Territorial de Planeación² y finalmente, la administración presenta el proyecto de POT al Concejo municipal o distrital para su discusión y aprobación. Luego de esto, el alcalde adopta vía decreto el POT. Se observa entonces que, si bien se cuentan con diferentes validaciones durante el proceso, la administración es quien lleva a concertar a cada escenario la normativa que, de manera técnica, propone para el ordenamiento del territorio.

La definición de usos del suelo permite la aplicación de instrumentos de captura de valor si están incorporados en los POT. La participación en plusvalía y el cobro de valorización, por ejemplo, son instrumentos económicos importantes para el desarrollo de proyectos u obtención de recursos para el presupuesto de un municipio. Ortega (2016) explica que la normativa y regulación del uso del suelo permite, por medio de un esquema normativo, que la administración fije lineamientos de intensidad y uso frente al desarrollo urbano, lo cual genera efectos en los precios del suelo urbano. Por lo anterior, es importante determinar el efecto que genera el cambio sobre el uso del suelo, buscando con ello determinar potencialidades de recursos que podrían ser capturados por plusvalía urbana³.

El trabajo consta de cuatro capítulos, sin incluir la introducción. El primero contiene el planteamiento del problema. El segundo es el marco teórico en relación con la condición de territorio y ciudad, el ordenamiento del territorio, la teoría de la renta, sus alcances sobre lo urbano y la plusvalía urbana. El tercer capítulo abarca la definición de la metodología del trabajo, los alcances y la descripción de los procesos cuantitativos. El cuarto capítulo comprende la descripción de las variables del modelo, la construcción del índice de oferta de bienes públicos y la aplicación del modelo log-lineal a nivel general de la ciudad y por nivel de centralidad. Finalmente se cuenta con las conclusiones del trabajo.

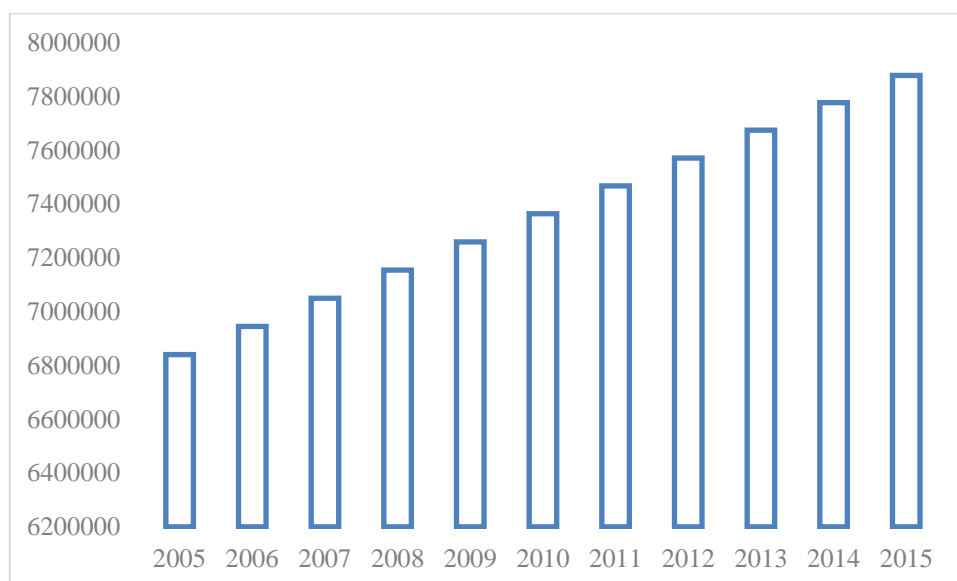
² La Ley 154 de 1994 define a los Consejos Territoriales de Planeación como espacios de participación comunitaria para la planeación y el control social de las políticas de desarrollo económico, social, político, cultural y territorial de municipios, distritos y departamentos. En él participan delegados de las organizaciones sociales, instituciones del territorio y minorías étnicas.

³ Se entiende por plusvalía urbana el mayor valor que puede existir sobre el precio del suelo a causa de condiciones no atribuibles al propietario, como lo puede ser permitir una mayor edificabilidad o un uso del suelo de mayor rentabilidad. Éste concepto se aborda y explica con mayor detalle más adelante.

2. Planteamiento del tema

El aumento poblacional en Bogotá durante la última década, ha demandado mayores acciones y servicios de bienestar para la ciudadanía. En el 2015, de acuerdo a estimaciones de la Secretaría Distrital de Planeación⁴, la ciudad alcanzó una cifra cercana a los 8 millones de personas de residentes. Entre los años 2005 y 2015, la población de la ciudad aumentó en más de un millón de personas. El gráfico 1 muestra el crecimiento poblacional de Bogotá.

Gráfico 1. Crecimiento poblacional en Bogotá 2005 - 2015



Fuente: elaboración propia a partir de las series poblacionales de la SDP

Parte de las necesidades que denota la ciudad, es el desarrollo de una estructura de bienes públicos urbanos que esté acorde con la creciente demanda de las familias. Alfonso (2016) estimó con base en las Unidades de Planeación Zonal (UPZ), que son unidades de planificación sectorial derivadas el Plan de Ordenamiento Territorial, un índice de calidad de la densidad urbana para Bogotá; para ello tuvo en cuenta la densidad poblacional bruta, dotación de bienes públicos, espacios deportivos y recreativos y el estrato socioeconómico como proxy de la mezcla social, y explica que la intensidad del uso del suelo para vivienda incide en la transformación social, generando diferencias en la calidad de la densidad urbana. Remarca Alfonso (2016) que: “las diferencias de calidad de la densidad son también diferencias de calidad de vida” (p. 251).

⁴ Autoridad de planificación urbana y rural del Distrito Capital de Bogotá.

En este sentido, la intervención de la administración distrital en la dotación y localización de bienes públicos urbanos, entre los cuales se tienen vías, infraestructura de transporte, equipamientos culturales, deportivos y recreativos, entre otros, cobra una gran importancia.

Si se toma como referencia el presupuesto de inversión proyectada en mantenimiento y operación de parques del Instituto Distrital de Recreación y Deporte de Bogotá entre los años 2012 y 2015, los valores para este período de tiempo llegan a ser de 237.000 millones de pesos, que se aproximan a 77 millones de dólares. Este valor, no incluye construcción de nuevos escenarios sino el manejo de los más de 5.000 parques con los que cuenta la ciudad. Respecto al plan de inversiones del período 2012 – 2016 del plan de desarrollo de la ciudad⁵, estas inversiones en mantenimiento y operación de parques representan el 0.0000004% del total del presupuesto de la ciudad de Bogotá en estos años.

Es claro que las inversiones más altas de la administración se enfocan en los sectores de salud, educación y movilidad, por lo que se hace necesario apoyar el apalancamiento de estas inversiones en bienes públicos urbanos con ingresos que, fiscalmente, son no convencionales⁶.

La ciudad, a través del POT y las UPZ, establece los usos del suelo en la ciudad. La renta del suelo urbana, entre otras cosas, responde a procesos normativos y acciones regulatorias, pues marca una renta diferenciada en cuando a la capacidad de los terrenos de generar una mayor o menor rentabilidad económica (Jaramillo, 2012; Giraldo, 2011).

El ordenamiento del territorio dispone una función social y ecológica de la propiedad, en la cual prevalezca el interés general sobre el particular y en la que exista una distribución equitativa de cargas y beneficios. Se busca con ellas el acceso a bienes públicos urbanos a la población y atender el proceso de cambio del uso del suelo en aras del interés común, entre otros. Uno de los instrumentos de captura de valor y distribución de beneficios es la plusvalía urbana.

⁵ Disponible para consulta en: ["http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/ciudadania/PlanesDesarrollo/BogotaHumana/2012_2016_Bogota_Humana_Plan_Acuerdo489_2012.pdf"](http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/ciudadania/PlanesDesarrollo/BogotaHumana/2012_2016_Bogota_Humana_Plan_Acuerdo489_2012.pdf)

⁶ Valores que no están atados a los impuestos, ni a una fuente de ingresos continua en el tiempo.

La plusvalía urbana, de acuerdo a la norma, es un mayor valor que se genera por las acciones urbanísticas que regulan o modifican la utilización del suelo y del espacio aéreo urbano incrementando su aprovechamiento y generando beneficios⁷, sobre el cual la administración pública puede participar hasta en un 50% de ese mayor valor generado a través de la participación en plusvalía y otros tributos e instrumentos como el impuesto predial, la contribución por valorización y los sistemas de reparto equitativo de cargas y beneficios.

En relación a la participación en plusvalía, mecanismo que está relacionado con los cambios normativos en el suelo urbano, fundamentalmente, generan ingresos en función de la dinámica inmobiliaria porque están atados a la autorización de construcción⁸. Estos ingresos no están presupuestados de manera general dentro de la estructura fiscal de las administraciones y constituyen una de las fuentes de financiación para adelantar inversiones en el territorio, como bienes públicos urbanos.

En este sentido, es necesario para la administración de la ciudad contar con estimaciones de efectos a nivel general y por unidades territoriales de la incidencia de algunos de estos hechos generadores de plusvalía en el precio del suelo para tener en cuenta una posible fuente de ingresos no convencional. Además de la autorización de un mayor aprovechamiento del suelo en edificación, bien sea elevando el índice de ocupación o el índice de construcción, o ambos a la vez, otro hecho generador es el cambio del uso del suelo por uno más rentable.

Por lo anterior, resulta importante conocer en qué magnitud, un cambio en la definición del uso normativo del suelo, definida por la administración distrital de Bogotá, modifica el valor del suelo urbano.

Para determinar la magnitud de cambio se analizan los usos del suelo en la ciudad por manzana frente a la estructura de precios existente en el suelo de Bogotá. De otra parte, a través de procesos estadísticos y econométricos, se analizan las determinantes de los precios del suelo urbano en Bogotá y finalmente se estima el efecto de la normativa de uso del suelo por manzana sobre el precio del suelo urbano en Bogotá.

⁷ En el Acuerdo Distrital 118 de 2003 se establecen las normas para la aplicación de la participación en plusvalías en Bogotá, Distrito Capital.

⁸ Momento de exigibilidad, licenciamiento urbanístico de urbanización o construcción.

3. Marco teórico

3.1. Territorio y ciudad

Tratar de definir términos tan complejos y vistos desde múltiples disciplinas, termina generando concepciones polisémicas al respecto. El concepto de territorio usualmente está ligado a un tema de soberanía, o por decirlo de otra forma, a un límite político administrativo de una localización. Desde la apertura de fronteras en términos económicos, migratorios y regulatorios, el entendimiento del territorio y las ciudades ha tomado otro alcance, que se mezcla con los grados de interacciones e integración que surgen de estos procesos.

Sobre territorio, Sack (1991) describe que es un resultado de estrategias dirigidas hacia el logro de incidencia, afectación y control los elementos que se encuentran en un determinado espacio (Haesbaert, 2012). Santos (1994) observa al territorio como “la naturaleza y la sociedad como un sistema de configuraciones de objetos materiales y sociales mediados por relaciones sociales que modifican y transforman la naturaleza lo cual implica su inseparabilidad” (González, 2011, p. 3).

Gottmann (1973) por su parte, analiza al territorio de modo funcional a los gobiernos nacionales; destaca que presenta matices de acuerdo al elemento de análisis (geográfico, político o económico) y lo define como “una parte del espacio definida por límites (líneas), que posee un sistema de leyes y una unidad de gobierno, a partir de lo cual la respectiva localización y características internas son descritas y explicadas, y que, por lo tanto, define la división territorial” (Schneider y Tartaruga, 2006, p.73).

Respecto a la definición de lo que es una ciudad, desde el ordenamiento del territorio, puede limitarse al espacio considerado como urbano, en contraposición al rural. No obstante, esta visión normativa que establece los límites urbanos a través de un instrumento de planificación, existen otras formas de definir a las ciudades, como, por ejemplo, respecto a la funcionalidad y aspectos de conformación y consolidación.

De acuerdo a Weber (1997), la ciudad es una realidad compleja compuesta por diferentes variables que actúan de forma conjunta. Desde una perspectiva económica, Weber observa a la ciudad como un conglomerado que se desarrolla a partir de características físicas o

elementos sociales y económicos que llevan a su constitución. Resulta importante en las ciudades una concentración poblacional que, de acuerdo al abordaje de la densidad, potencia las interacciones sociales entre quienes viven en ella sobre uso de los recursos disponibles. En las ciudades, el mercado se torna el eje central de medición de su jerarquía; en la medida que se cuente con un mercado más desarrollado, será una ciudad de escala mayor. La ciudad cuenta con una autonomía derivada de la existencia de unas instituciones urbanas, entre ellas, el ayuntamiento y el derecho urbano. El primero, como institución democrática, manifiesta el interés de los ciudadanos y los representa; el segundo, como regulador de los derechos, condensa los deberes y privilegios conexos a vivir en la ciudad.

Al analizar el origen de las ciudades a través del tiempo, Scott y Storper (2015) observan cómo la densidad y la aglomeración de personas y actividades económicas determinan la existencia de una ciudad. Manifiestan que la aglomeración en las ciudades se produce por la existencia de actividades que implican divisiones de trabajo y otras interdependencias que se expresan “en relaciones transaccionales cuyos costos dependen de la distancia y porque pueden cosechar sinergias funcionales agrupándose juntas en el espacio geográfico” (p. 4). De otra parte, es importante en la consolidación del proceso dinámico de la aglomeración, la existencia de diversos tipos de infraestructura. Es así como “una de las características centrales de la urbanización ha sido siempre sus cualidades de generación de eficiencia a través de la aglomeración” (p. 4) y, por ende, de las ciudades (Scott y Storper, 2015).

El enfoque de aglomeración también es importante en la noción de ciudad de Fujita y Krugman. Al tomar los elementos que forman parte de la geografía económica, en especial, la aglomeración, explican que puede tener diferentes niveles geográficos y variedad de formas distintas; la concentración económica en las aglomeraciones, de acuerdo a su escala, da origen a ciudades muy diferentes (Fujita y Krugman, 2004).

Es así como, sobre territorio y ciudad, se entenderá como un espacio geográfico definido, con unos límites establecidos, leyes y administración pública, el cual condensa un proceso de aglomeración poblacional y económica que, de acuerdo a su escala, marca su jerarquía frente a otras.

3.2. Ordenamiento del territorio

Abordar el ordenamiento del territorio (OT) contempla múltiples definiciones y conceptos sobre lo que enmarca y busca. Por ejemplo, Ángel Massiris (2005) encuentra al menos 11 conceptos sobre lo que es el OT.

Se parte inicialmente de Gross (1998) para quien el ordenamiento es una “acción y efecto de colocar las cosas en el lugar que consideramos adecuado” (p. 1). El mismo autor desarrolla una definición de ordenamiento del territorio como: “la búsqueda de la disposición correcta, equilibrada y armónica de la interacción de los componentes del territorio. Entre ellos, la forma que adquiere el sistema de asentamientos humanos, dado su carácter complementario e indisoluble en la formación del territorio” (Gross, 1998, p. 1).

De otra parte, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) junto con la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo del gobierno de Chile trabajaron conjuntamente para generar un procedimiento para el desarrollo de planes regionales de ordenamiento territorial. En este trabajo, definen al OT como:

La expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad. Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global, cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector. (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo de Chile, 2011, p. 16)

Palacio-Prieto et al. (2004) conforman una definición de OT en la que confluyen muchas de las referencias hechas por Massiris, e incluso su propio abordaje. En sí, observan que el OT es:

Un proceso y una estrategia de planificación de carácter técnico-político, a través del cual se pretende configurar en el corto, mediano y largo plazo, una organización de uso y ocupación del territorio, acorde con las potencialidades y limitaciones del mismo, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos sectoriales de desarrollo. Se concreta en planes que expresan el modelo territorial a largo plazo que

la sociedad percibe como deseable y las estrategias mediante las cuales se actuará sobre la realidad para evolucionar hacia dicho modelo. (Palacio-Prieto et al., 2004, p. 15)

Esta definición condensa los cinco puntos fundamentales que marcan la naturaleza del ordenamiento territorial como política pública puesto que se trata de una política de Estado, está contemplada como una política de largo plazo, es un instrumento de planificación, concilia el desarrollo económico con la forma de ocupación del territorio y además tiene como fin elevar la calidad de vida. (Massiris, 2005)

Desde una visión instrumental – legal, Martínez (2007) explica que Colombia cuenta con dos tipos de marcos legales sobre el ordenamiento del territorio. El primero, de la constitución y las leyes de plan de desarrollo, desarrollo territorial y ambiental. El segundo, de los planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial y decretos reglamentarios propios de las entidades territoriales. Este ámbito regulatorio busca la satisfacción de las necesidades colectivas, atribuyendo para ello una determinada configuración a las ciudades, clasificando, calificando los terrenos, limitando el uso del suelo y del subsuelo, regulando las características estéticas de las edificaciones, estableciendo la ubicación de las zonas residenciales y de producción, trazando las vías públicas, medios de comunicación, espacios libres y zonas verdes, así como la localización de los centros de servicios de interés público.

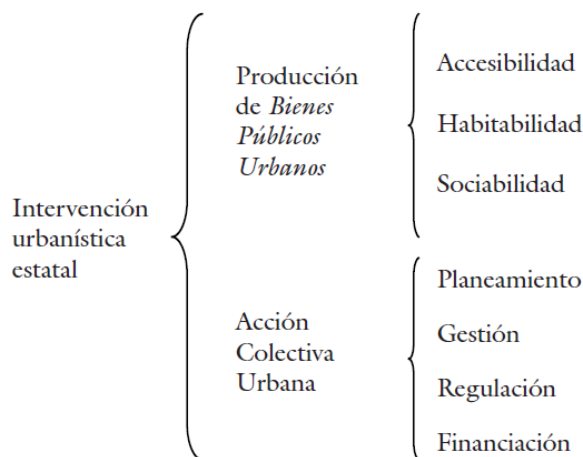
Así, la Ley 388 de 1997, junto a la Constitución Política de 1991, configuran los pilares de primer nivel sobre el ordenamiento del territorio. La citada Ley, tanto en sus principios como en la función pública del urbanismo⁹, manifiesta la necesidad que el OT contenga una función social y ecológica de la propiedad, en la cual prevalezca el interés general sobre el particular y en la que exista una distribución equitativa de cargas y beneficios. Se busca con ellas el acceso a bienes públicos urbanos a la población y atender el proceso de cambio del uso del suelo en aras del interés común, entre otros.

En desarrollo del llamado segundo bloque, desde la administración pública de las ciudades o entidades territoriales en Colombia, respecto a la intervención urbanística estatal, se propende el logro dos grandes fines. El primero se relaciona con la producción de bienes

⁹ Artículos 2 y 3 de la Ley 388 de 1997.

públicos urbanos a razón de accesibilidad, habitabilidad y sociabilidad de los mismos con la población. El segundo de la acción colectiva urbana a través del planeamiento, gestión, regulación y financiación (Alfonso, 2009). El esquema 1 muestra la relación de lo planteado.

Esquema 1. La intervención urbanística estatal.



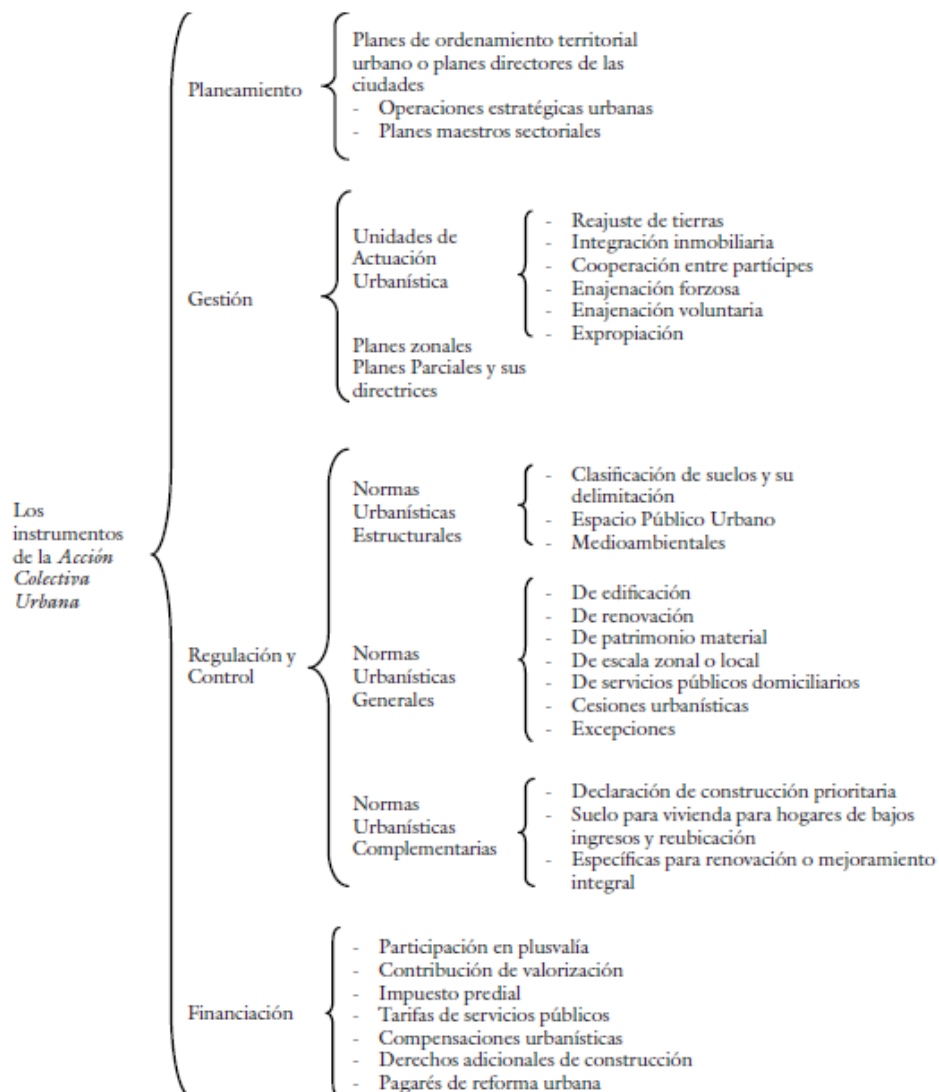
Fuente: Alfonso (2009)

En desarrollo del primer componente, el ordenamiento del territorio a través del instrumento que formula la administración a nivel territorial, busca:

Complementar la estructuración residencial urbana a través de la producción de las edificaciones privadas, en nuestro caso las residencias, y reconocida su dependencia de la producción de los bienes públicos urbanos, es inherente a su actividad la competencia por anticipar mejor que los demás participantes en el mercado la intervención urbanística estatal en materia de la producción y disposición espacial de los bienes públicos urbanos, pues de esa práctica se derivan una parte de sus ganancias extraordinarias. (Alfonso, 2009, p. 138)

De manera particular, el segundo componente, que condensa los instrumentos de acción colectiva urbana, tiene a los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) separados de la gestión, regulación y control, así como de la financiación. No obstante, si bien el instrumento de planeamiento está diferenciado de los demás, en la práctica los POT contienen los otros tres instrumentos a nivel territorial. El esquema 2 contiene cada uno de los conceptos inmersos por factor, desagregando la forma como la administración incide sobre el territorio.

Esquema 2. Instrumentos de acción colectiva urbana



Fuente: Alfonso (2009)

De acuerdo con lo esbozado por el esquema 2, el interés del desarrollo del documento se centra en la regulación y control de normas urbanísticas estructurales respecto a la clasificación de suelos y su delimitación para estimar cómo inciden en la generación de hechos generadores de plusvalía para, por parte de la administración pública, participar de este valor como mecanismo de financiación.

3.3. La renta del suelo: un abordaje teórico

La renta de la tierra, desde una perspectiva clásica tiene, a nivel general, los conceptos desarrollados por Adam Smith, David Ricardo, Karl Marx como principales autores. Estos tres abordajes se complementarán con el trabajo de Von Thünen (1826) sobre la renta de la tierra, localización y análisis productivo en ella. Al respecto, el trabajo de Ortega (2016) realiza una síntesis sobre los trabajos de Smith y Ricardo, los cuales se retoman en el presente trabajo.

Adam Smith trabaja cuatro tipos de renta, el primero referido a la renta diferencial, una segunda llamada renta absoluta, una tercera que es renta de monopolio y la cuarta renta (Farina, 2006). Se hará alusión a sus conceptos de renta absoluta y monopolística que son sus mayores desarrollos. Para Smith:

La renta de la tierra, considerada como un precio que se paga por su uso, es naturalmente un precio de monopolio. No guarda proporción con las mejoras que el propietario pudiera haber hecho en ella, ni con lo que la tierra puede rendir, sino más bien con lo que el colono esté dispuesto a dar. (Smith, 1958, p. 141)

Además, considera que “los salarios y los beneficios sean altos o bajos determinan que los precios sean, a su vez, elevados o módicos, mientras que una renta alta o baja es consecuencia del precio” (Smith, 1958, p. 141). Para que ese precio sea alto o bajo o sea suficiente da origen a que la renta de la tierra sea mayor o menor; ahora, la renta no varía únicamente por la fertilidad de la tierra sin importar el producto, sino que en ello también incide la localización de la misma (Smith, 1958). En definitiva, para Smith la renta absoluta es aquella que se paga para cualquier suelo independiente de su fertilidad y localización.

Por otro lado, David Ricardo plantea que “la renta es aquella parte del producto de la tierra que se paga al terrateniente por el uso de las energías originarias e indestructibles del suelo” (Ricardo, 1959, p. 51). En este sentido, dice Ricardo que: “si toda la tierra tuviera las mismas propiedades, si su cantidad fuera ilimitada y su calidad uniforme, su uso no ocasionaría ningún cargo, a menos que brindara ventajas peculiares de situación” (p. 53). Es así como la

teoría de la renta ricardiana es básicamente una teoría de la renta diferencial la cual nace cuando se cultivan porciones de tierra con una fertilidad decreciente, diferencial o por las ventajas de la localización (Piffano y Sturzenegger, 2011). Al comparar la fertilidad con de la tierra con diferentes inversiones de capital, explica Ricardo que:

Es evidente, sin embargo, que solo una porción del dinero anualmente pagado por la hacienda mejorada se daría por las energía originarias e indestructibles del suelo; la otra parte se pagaría por el uso del capital empleado para mejorar la calidad de la tierra, y para erigir los edificios. (Ricardo, 1959, p. 51)

Ahora, un elemento importante para Ricardo es la propiedad privada, al respecto manifiesta que:

En la primera colonización de un país, en la cual existe abundancia de tierra rica y fértil, requiriéndose cultivar tan sólo una proporción muy reducida para el sostenimiento de la población existente, porción esta que puede cultivarse con el capital a la disposición de la población, no habrá renta, ya que nadie pagaría por el uso de la tierra, cuando todavía no es propiedad privada. (Ricardo, 1959, p. 52)

De esta forma, la propiedad privada contribuye en el origen de la renta de la tierra, puesto que la tierra: “no es ilimitada en cantidad ni uniforme en calidad, y porque con el incremento de la población, la tierra de calidad inferior o menos ventajosamente situada tiene que ponerse en cultivo, se paga renta por su uso” (p. 53).

En resumen, para Ricardo la renta es un pago por un derecho de propiedad, se debe considerar la inversión en capital al deducir el producto neto del suelo, la oferta de tierra es, en el límite, perfectamente inelástica al precio y un incremento en la demanda de bienes agrícolas implica un aumento en la demanda de factor tierra, dada su elasticidad precio de la oferta, el efecto demanda crea la renta (Ortega, 2016).

Sobre la teoría de la renta del suelo marxista, Kalmanovitz (1972) afirma que ésta busca fundamentalmente explicar de qué manera una parte de la plusvalía producida por el capital va a parar en manos del terrateniente, partiendo del supuesto que el régimen capitalista de producción se desarrolla tanto el sector agrícola como en otras ramas de producción.

En una relación similar a la que le da David Ricardo, en la teoría marxista la propiedad privada del suelo es importante en la formación de la renta del suelo. El derecho de propiedad “da lugar a una renta al cobrar el terrateniente un canon por la utilización de la tierra al empresario agrícola quien no tiene otra alternativa; la tierra es un bien limitado que no puede ser aumentado como otros factores de producción” (Kalmanovitz, 1972, p. 73).

Para Marx (1894) la renta es una deducción del salario agrícola. Para pagar la renta que demanda el terrateniente, el empresario agrícola debe a los trabajadores “(...) sustraer una parte de su salario para convertirlo en parte integrante del canon de arrendamiento, adjudicándosela al terrateniente en vez del obrero bajo la máscara de la renta del suelo”. (p. 586).

La renta del suelo va a variar de acuerdo a lo que Marx (1894) define como renta absoluta, diferencial tipo I y tipo II. En las últimas dos categorías, tanto la fertilidad y la localización, de una parte, como las aplicaciones intensivas y adicionales de capital, de otra, son en su orden las variables explicativas de esas modalidades de renta. Según Oscar Arcos:

La renta diferencial tipo I, expresa las diferencias de rendimiento de aplicaciones de capital en magnitudes similares, sobre áreas similares, en tierras de diversa calidad. En la renta diferencial tipo II, las técnicas disponibles y las cuotas adicionales de capital por encima de lo que normalmente se invierte en esa superficie, hace que los rendimientos sean iguales o superiores a los que pueden obtenerse en la tierra marginal. (Arcos, 2011, p. 139-140)

En cuanto a la renta absoluta, Arcos (2011) explica que Marx (1894) la describe como:

Un tipo de renta que no responde a las heterogeneidades en las condiciones de la producción de los terrenos –v. gr. las rentas diferenciales-, sino a la existencia misma de la propiedad territorial. El derecho jurídico sobre la propiedad de la tierra permite al propietario sustraerla, en determinadas circunstancias, de la esfera de la producción. Esta potestad tiene efectos económicos en los equilibrios de la oferta y la demanda de bienes agrícolas y, en consecuencia, en los precios de mercado de los bienes y de la tierra misma. (p. 140)

Von Thünen (1826), sobre la teoría de la renta, realizó aportes y desarrollos específicamente en lo correspondiente a la teoría de la renta diferencial de localización. Este modelo supone un espacio continuo, aislado y uniforme en términos de fertilidad y redes de transporte. Al centro de este territorio se encuentra ubicada un centro de consumo (ciudad), que actúa como un mercado. Alonso (1964) describe cómo para von Thünen “los diferentes usos agrícolas alrededor de un mercado, pujan usar la tierra, y la tierra es asignada por quien oferte el mayor valor”¹⁰ (p. 3).

En el desarrollo teórico de von Thünen:

La localización óptima de las actividades agrícolas es una función de la renta de la tierra, que se busca maximizar. Está en función de la distancia del lugar de producción al mercado debido, principalmente, a los costos de transporte. En el mercado, los productos se enfrentan al mismo precio. El costo de transporte es proporcional al peso de cada producto y a la distancia entre el centro de producción y el mercado lo que determina los precios relativos locales de cada producto que generan, a su vez, una serie de categorías de rentas de la tierra. (Ortega, 2016, p. 8)

De esta manera, siguiendo lo desarrollado por Ortega (2016) sobre Thünen “la teoría de los círculos concéntricos de von Thünen enfocada exclusivamente en la agricultura, proponía un patrón de ordenamiento espacial de las actividades económicas, en este caso los cultivos, que son susceptibles de aparecer alrededor de un mercado” (p. 9).

El elemento orientador en el análisis de von Thünen fue la renta económica, que es “definida como la diferencia entre costes y beneficios”, lo cual termina “determinando un ordenamiento espacial de las actividades económicas” (Ortega, 2016, p. 9); o, en otros términos, “la renta en cualquier localización es igual al valor de su producto, menos los costos de producción y los costos de transporte” (Arcos, 2011, p. 139).

¹⁰ Traducción propia del texto.

3.4. La renta del suelo: desarrollos sobre lo urbano

Dentro del espacio urbano, la teoría de localización industrial desarrollada por Weber (1929) plantea la importancia de la localización, introduciendo en el análisis los costos de producción y de transporte que pueden generarse hasta el mercado objetivo. Ortega (2016) a partir de Blaug (2001) marca que “tanto Thünen como Weber realizaron análisis que buscaban identificar aspectos relacionados con la localización de estas actividades desde un aspecto espacial” (p. 6), bajo un principio de accesibilidad.

Weber, al igual que Thünen, cuenta con unos supuestos. El espacio es isotrópico con recursos necesarios para la producción en un punto y un mercado objetivo en otro. La localización del punto de producción se relaciona con la distancia a unos recursos naturales necesarios, al mercado, la mano de obra y el mercado.

Blaug (2001) explica que el factor de localización más importante era el relacionado con los costos de transporte; por ello, la localización del punto de producción debe estar en una armonía que permita minimizar los costos. Por ello, “Weber propone entonces El Triángulo Óptimo de Localización que trataba de explicar que las decisiones de localización industrial se darían en el punto del espacio que tuviera la más favorable combinación de Costes de Transporte con los tres factores básicos” (Cabrera y Moreno, 2014, p. 21)

Otro desarrollo importante respecto a la importancia de la localización de bienes y servicios en un territorio o ciudad es la realizada por Walter Christaller. Becerra (2013) explica que la teoría de los lugares centrales, generada por Christaller (1966) y continuada por Lösh (1957) “se caracteriza por estudiar la distribución espacial de las ciudades o lugares centrales; en particular el surgimiento de jerarquías de ciudades con diferentes tamaños, las cuales se producen por la interacción entre las diferentes jerarquías de servicios que produce cada lugar central” (p. 83). La diferencia entre la unidad de análisis que puede tener Christaller con Weber es precisamente el tipo de actividad a la que refieren; mientras Weber describe la localización industrial, Christaller lo hace sobre actividades terciarias.

La centralidad cuenta con un rol relevante sobre la aglomeración de actividades económicas dentro de las ciudades. Becerra (2013) a partir de Christaller (1966) describe cómo una centralidad es un punto sobre el espacio que no es *per se* central pero que se comporta como

un lugar central en el cual se concentran bienes y servicios. Puede que la centralización sea por elementos de producción o comercialización o una combinación de los dos. En este sentido, “los lugares centrales más grandes surten de servicios y bienes a los lugares más pequeños, creándose así una jerarquía de ciudades” (Becerra, 2013, p. 74-75); explicado de otra forma, la localización de los bienes y servicios dependen de los costos de producción y de transporte frente al lugar central.

Un aspecto relevante de la teoría de los lugares centrales es su carácter interurbano. El abordaje teórico de los lugares centrales también puede ser analizado de forma intraurbana, es decir, no sólo tener un alcance entre ciudades sino observar su comportamiento dentro de una misma ciudad. Beavon (1981) en su trabajo que marca una reinterpretación de la teoría de los lugares centrales, explica cómo a partir de Berry y Garrison (1958) se puede alegar que “se adhiere estrechamente al sistema intraurbano de lugares centrales, esto es, a los centros comerciales” (p. 35). Tiene en cuenta Beavon (1981) que Berry (1963) encuentra relevante al momento de determinar una estructura comercial intraurbana la existencia de tiendas de mercancía de uso cotidiano aisladas y ordenaciones de esquina, centros locales vecinales, locales y regionales.

Los desarrollos anteriores condensan lo que se denomina teoría de la localización industrial y teoría de los lugares centrales en relación a las actividades terciarias. Ambas tienen incidencia en la formación del precio del suelo, pues para ellas la localización, por la condición que sea analizada, genera una mayor rentabilidad del suelo, lo cual se capitaliza en el precio del suelo.

Para analizar el aporte de Jaramillo en la teoría de la renta del suelo urbana hay que volver a marcar la importancia que la teoría clásica encuentra en la propiedad del suelo para su desarrollo, en especial la marxista. De esta forma, se entiende que el suelo no es originado a través de un proceso de producción, sino que existe por una condición natural pero que no está al alcance de todas las personas.

Moncayo (2011) explica sobre el suelo que “en nuestras sociedades se predica la titularidad de él en términos de propiedad o posesión” (p. 213), a partir de lo cual surge una relación entre quien lo posee o es propietario. De esta manera, se da origen que “el suelo adquiere mercantilmente un precio, aunque carezca de valor” (p. 213).

En esta misma línea, Jaramillo sostiene que, si la tierra no tiene valor y por ende carecería de precio, éste último se construye a partir del mecanismo de capitalización de la renta, que forma parte de la Teoría de la Renta. En este sentido, el propietario o poseedor controla el suelo y a partir de esta condición jurídica participa del valor generado del proceso productivo que pueda generarse en ese suelo. La renta sobre la tierra se configura a partir de la necesidad de su uso para la producción. Por ello, quien la requiera, debe pagar un arriendo para acceder al factor productivo, por lo cual una parte de la producción que se genere sobre el suelo queda en manos de quien jurídicamente lo posee. (Jaramillo, 2012)

El precio de la tierra nace de la renta que captura quien la controla. Para entender esta relación, Jaramillo (2012) explica que la renta que recibe el propietario se puede asimilar al flujo de valor que logra un agente que cuenta con una masa de capital y sobre el cual espera un interés. En lo urbano se despenden dos grandes agrupaciones de rentas, a saber: urbanas primarias y urbanas secundarias. Las primeras que dan cuenta de aquellas rentas que surgen del proceso productivo, que en lo urbano es la construcción, se clasifican en diferencial tipo 1, 2 y absoluta. Las segundas, que corresponden a las sobreganancias de localización del suelo, se desagregan en las de comercio, diferencial de vivienda y de monopolio industrial.

La renta absoluta urbana es la renta mínima de los terrenos urbanos, que es influida por la escasez de suelo para su desarrollo dentro del perímetro urbano de la ciudad. La renta diferenciada tipo 1 da cuenta de las características del suelo en relación con la posibilidad de construcción y la dotación de infraestructura de servicios públicos disponible. La renta diferenciada tipo 2 nace de la inversión de capital en la tierra.

Finalmente, sobre las rentas secundarias, la renta diferenciada de vivienda nace de la competencia entre demandantes de bajos y altos ingresos por el bien; dado que los demandantes de altos ingresos están en capacidad de realizar ofertas de precios más grandes, generando segregación socio-espacial. Las rentas de comercio e industrial se relacionan con los usos del suelo regulados desde la administración distrital, los cuales generan una renta derivada del uso del suelo permitido.

3.5. El uso del suelo como generador de plusvalía

La relación entre el Estado y el mercado sobre el suelo urbano, a juicio de Giraldo (2011), se evidencia en la posibilidad de que, a través de un ejercicio de regulación, logre cambios en el precio del suelo. Smolka (2003) deduce del análisis del caso colombiano, que el precio del suelo resulta de la acumulación de plusvalías o incrementos de valor a través del tiempo y que, por tanto, el precio del suelo y sus variaciones pueden ser atribuidos a plusvalías acumuladas; continua el autor afirmando que “cualquier instrumento que incida sobre el valor del suelo urbano inmediatamente recupera plusvalía” (p. 370).

El precio del suelo entonces está en función de la rentabilidad que pueda tener. La rentabilidad en el suelo urbano puede darse en términos de una mayor edificabilidad posible, que la localización de este suelo tenga una disponibilidad amplia de bienes públicos o que se encuentre dentro de una aglomeración que marque mayor cercanía a servicios comerciales, centros de empleo entre otros.

En este punto cobra mucha importancia el uso del suelo; si la rentabilidad del suelo indica su precio, el uso que los agentes puedan darle al suelo debe ser un elemento relevante en su generación. A un uso que tenga una mayor tasa media de ganancia, el precio del suelo será mayor.

Dado que la planeación de las ciudades implica el establecimiento de elementos normativos a través del instrumento de planificación territorial, así como aquellos que se deriven de él, los agentes se van a encontrar con limitaciones sobre su suelo. Allí observa Giraldo (2011) que “los precios del suelo no son independientes de su uso ... la norma existente, las condiciones del mercado, el tipo de regulación ambiental” (p. 26) junto a otros aspectos, inciden en la formación del precio.

No obstante, ¿por qué es necesario conocer la incidencia de las acciones normativas sobre el precio? La respuesta a este interrogante es la participación de las administraciones distritales o municipales sobre estos mayores valores del suelo. La participación del Estado en los aumentos de la renta de la propiedad privada es algo que Alfonso (2011) observa en los escritos de J.S. Mill. Al respecto, Mill (1943) desarrolla el origen sobre el cual se da la participación del Estado en la plusvalía; manifiesta que el Estado debe coparticipar de

aquellos incrementos de la renta cuya causa sea natural, lo cual no debe considerarse como un impuesto “sino como una especie de participación de la renta a favor del público” (Alfonso, 2011, p. 30).

Por lo anterior, al describir la plusvalía como un posible ingreso de la administración, Oscar Alfonso explica que:

La naturaleza fiscal del tributo hace copartícipe al Estado de los incrementos futuros de la renta por causa del ciclo económico, es diferente de la naturaleza del gravamen que hace partícipe al público y al estado de una renta que jamás perteneció al terrateniente pues no tiene origen en su esfuerzo y frugalidad ¿cuál es su origen? Su origen está en las decisiones de un agente que como el Estado está en capacidad de crear las instituciones y las reglas para que puedan operar los mercados inmobiliarios (Alfonso, 2011, p. 30)

De esta manera, al existir un límite al suelo en las ciudades derivados del ordenamiento del territorio y condicionar el uso del suelo urbano de la ciudad, “la opción de incrementar la intensidad de su uso, esto es, asignarle un uso residencial más rentable, conlleva la contradicción de que los precios del suelo y de los usos residenciales allí producidos se incrementan” (Alfonso, 2011, p. 33)

Ahora, la existencia de esta plusvalía y que se derive en ella otra captura impositiva como lo es el impuesto predial, no invalida la participación de la administración pública en la plusvalía. Musgrave y Musgrave (1992) al respecto manifiestan que:

El tratamiento singular de la tierra (diferenciándola de la propiedad imponible en general) ha sido defendido tanto por razones de eficiencia como de equidad. Dado que el rendimiento de la tierra tiene naturaleza de renta económica (al ser un rendimiento de un factor de producción de oferta inelástica), puede ser gravado sin que surja un “exceso de gravamen”. En efecto, la imposición sobre la tierra puede ser utilizado, especialmente en los países en vías de desarrollo, para estimular una utilización más intensiva. Además, los beneficios derivados de los incrementos en los valores de la tierra pueden ser considerados como un enriquecimiento injusto, según sostuvo inicialmente Henry George. (Alfonso, 2011, p. 34)

4. Metodología

El sustento metodológico del trabajo está enfocado en dos grandes aspectos, el primero sustenta la selección del diseño de investigación, alcance, tipo y fuentes de datos a utilizar de acuerdo a los objetivos propuestos. La segunda parte estará vinculada a establecer los procesos estadísticos y econométricos que se utilizarán para procesar los datos y dar respuesta a la pregunta de investigación.

4.1. Diseño de investigación

Siguiendo el esquema de investigación propuesto por Baptista, Fernández-Collado y Hernández (2006) corresponde a un trabajo de enfoque cuantitativo, el cual mide el fenómeno a través de la recolección de datos para probar una hipótesis; a partir de la medición numérica y el análisis estadístico, se busca establecer patrones de comportamiento que puedan comprobar el sustento teórico.

4.1.1. Alcance y tipo de investigación

Se trata de una investigación de tipo correlacional, donde se mide el grado de asociación log lineal entre el precio del suelo y su uso, junto con la disponibilidad de bienes públicos, así como la centralidad a la cual pertenece la manzana y el estrato socioeconómico. De esta forma se busca mostrar el grado de incidencia que estas variables tienen sobre el precio del suelo.

El tipo de investigación es no experimental, es decir, en donde no se manipulan las variables de manera intencional; se toman los datos de cada variable sin variarlas para estimar su efecto en otras variables. De acuerdo con la información existente y con el objetivo del trabajo de investigación, se usará la categoría de investigación transversal, pues se estima la incidencia de las variables independientes (centralidad, oferta de bienes públicos, uso del suelo, estrato) en la variable dependiente (precio del suelo) en un punto del tiempo.

4.1.2. Fuentes, herramientas de recolección y procesamiento de datos

Como fuentes de información primaria se tuvo a la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, en lo relativo a usos del suelo; información relacionada con equipamientos urbanos, parques, centralidades urbanas y estratos proviene de la Unidad Administrativa Especial de

Catastro Distrital (UAECD). Esta información se analizó y procesó utilizando para ello programas como ArcGIS 10.4.1, Excel 2016 y Stata 14.

La información secundaria se construyó a partir de material bibliográfico. En ello se revisaron revistas, diarios, artículos y documentos disponibles en bases de datos como SCIELO, SIARE, JSTOR y EBSCO.

4.2. Método estadístico y econométrico

Para el procesamiento de las variables y estimación del efecto de cada una de ellas en el precio del suelo se determinaron dos métodos para el desarrollo del trabajo. El primero hace referencia a la reducción de los datos relacionados a equipamientos urbanos de relación familiar y parques. El segundo es el tipo de modelo econométrico a utilizar para estimar la relación entre las variables independientes y la dependiente.

4.2.1. Análisis de componentes principales.

Los métodos de análisis multivariados en estadística buscan dar información respecto a dos clases de alcance, a saber: interdependencia de las variables y dependencia entre una o varias variables respecto a otra u otras. El análisis de componentes principales es uno de los métodos de interdependencia.

Díaz y Morales (2012) explican que el análisis de componentes principales busca la “estructuración de un conjunto de datos multivariados mediante la reducción del número de variables” (p. 263). De esta manera, se transforma un conjunto de variables base en un conjunto menor de variables las cuales “contienen la mayor parte de la variabilidad presente del conjunto inicial” (p. 264).

El análisis de componentes principales tiene como objetivo en general originar nuevas variables que expresen la información contenida en un conjunto de datos base, reducir la dimensión del espacio dónde están los datos, eliminar en lo posible las variables que aporten poco y facilitar la interpretación de la información contenida en los datos base (Díaz y Morales, 2012).

De esta manera, para efectos del desarrollo del trabajo, se busca a partir del análisis de componentes principales agrupar la información de las distancias a equipamientos y parques en una sola variable, la cual dará cuenta de la oferta de bienes públicos por manzana.

4.2.2. Regresión Log-Lineal

Como se busca establecer el efecto que tendría el uso del suelo dominante de las manzanas sobre el precio del suelo en Bogotá, se usó un método que pueda marcar esos efectos y lograr el cumplimiento del objetivo. Un modelo log-lineal, que debe su nombre a que la variable dependiente es transformada en su logaritmo natural y las variables independientes se usan en niveles, sería útil para estimar los efectos de las variables seleccionadas (entre ellas el uso del suelo) en el precio del suelo. Este método se caracteriza porque los parámetros estimados son semielasticidades, esto es, miden el cambio porcentual en el precio del suelo ante cambios en una unidad de las variables independientes.

Tanto el método como la concepción de este trabajo parte de lo realizado por Ortega (2016) en un documento desarrollado para la Secretaría Distrital de Planeación. En él, luego de una discusión teórica respecto a los determinantes del precio del suelo, el autor concluye que un modelo que puede dar cuenta de los cambios en el precio del suelo respecto al uso debe incluir el índice de construcción, la distancia a los equipamientos y a los clústeres de precios del suelo que generó para ese trabajo. Sus hallazgos marcan que, a nivel general de la ciudad de Bogotá, los precios del suelo cambian a razón de lo detallado en la tabla 1.

Tabla 1. Estimadores resultantes modelo general para Bogotá

Variable Regresora	Estimador
Índice de construcción	0.144***
F1	-0.036***
ResidencialEX	-0.212***
Servicios	0.118***
Comercial	0.146***
Dotacional	-0.038***
Industrial	0.048**
ResidencialPII	0.060***
SinUso	-0.220**
Cluster2	0.856***
Cluster3	1.743***
Constant	13.053***

Fuente: Ortega (2016)

De acuerdo a lo contenido en la tabla 1, por cada unidad de índice de construcción adicional que tenga la manzana en promedio, el precio del suelo responde con un aumento en un

14.4%. En la medida que los equipamientos urbanos aumenten de distancia a la manzana, varían en un 3.6%. Sobre los usos, se presentan variaciones fuertes como en el comercial que atribuye un aumento de 14.6% cuando se da un cambio a este uso. Algunas menores como el paso a uso industrial que marca un 4,8% sobre el precio del suelo.

Si bien este modelo es general para la ciudad, presenta una variación por zonas de agrupación o clúster de precios, de acuerdo al tratamiento de datos. No obstante, pueden adicionarse variables diferentes que incluyan los criterios que marca el instrumento de planificación de la ciudad (POT) y se calculen medidas más exactas como por ejemplo para la distancia a los equipamientos¹¹.

Para efectos del modelo, se tomó el valor de referencia del suelo como variable dependiente. Las variables explicativas del precio del suelo son el estrato socioeconómico de las manzanas, el nivel de la centralidad en la cual se ubica la manzana, una estimación de oferta de bienes públicos de cada manzana, el cual se calcula en el desarrollo utilizando distancias en red o manhattan y el uso del suelo predominante por manzana.

Finalmente, para capturar variaciones más precisas a lo largo de la ciudad, se hace una modelación adicional a la general, que pueda dar cuenta de los cambios en las variables explicativas del precio del suelo con base en una ampliación de los límites definidos en el POT de la ciudad para los niveles de centralidad existentes. Cada una de las variables serán detalladas en el siguiente punto.

¹¹ La variable F1 calculada por la SDP y utilizada en el modelo, fue estimada euclidianamente, esto es, sin tener en cuenta la accesibilidad real que tiene la ciudad por sus construcciones y calles.

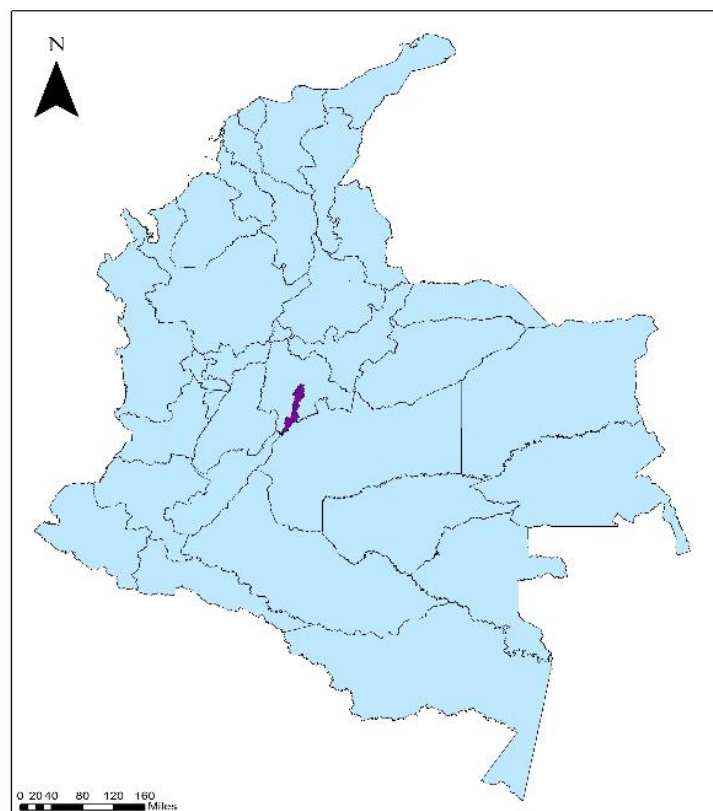
5. Desarrollo

5.1. Bogotá: ubicación espacial y aspectos generales urbanos

Bogotá se ubica espacialmente al interior del departamento de Cundinamarca, Colombia. Limita al norte con el municipio de Chía; al oriente con La Calera, Choachí, Ubaque, Chipaque, Une y Gutiérrez como municipios de Cundinamarca, Guamal y Cubarral municipios del departamento del Meta; al sur con los municipios de La Uribe y Colombia; hacia el occidente limita con los municipios de Cota, Funza, Mosquera, Soacha, Pasca, Arbeláez, San Bernardo y Cabrera. (Secretaría Distrital de Planeación, 2011)

La ilustración 1 muestra la localización de Bogotá dentro del país. La distribución interna de Bogotá encuentra tres (3) categorías: el área urbana, rural y el suelo de expansión que de base sigue siendo rural. La ilustración 2 marca las diferencias de las áreas en la ciudad.

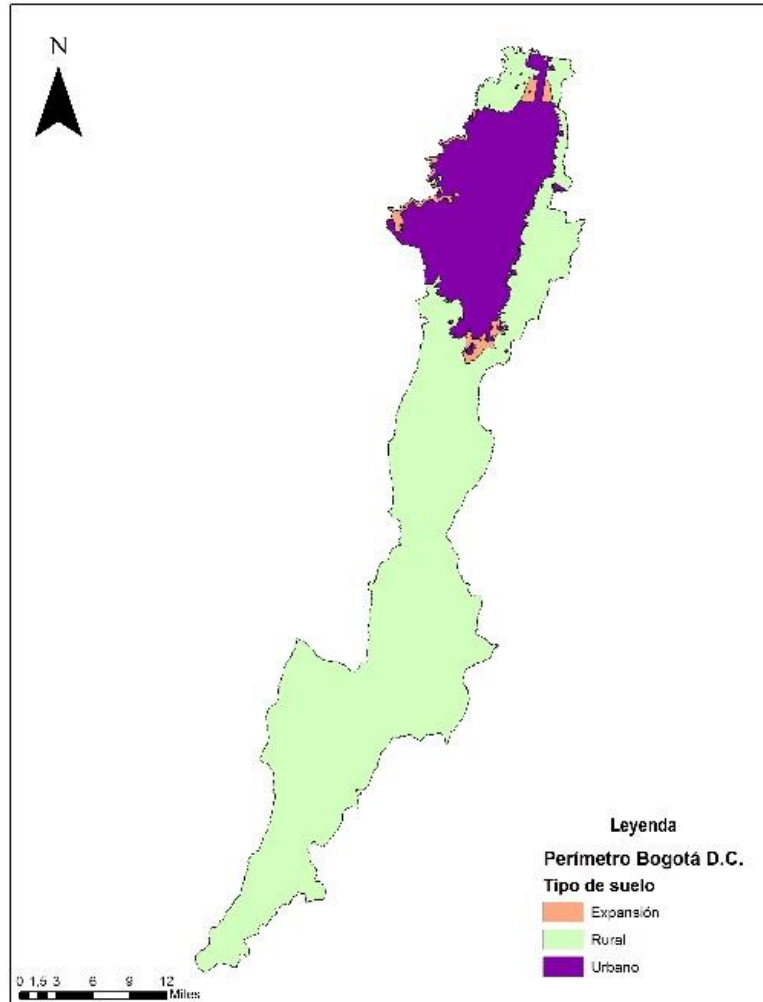
Ilustración 1. Localización espacial de Bogotá en el país.



Fuente: elaboración propia con datos DANE.

Se observa que espacialmente, Bogotá, identificada con color morado, está ubicada hacia la parte central del país.

Ilustración 2. Área urbana, rural y de expansión en Bogotá.



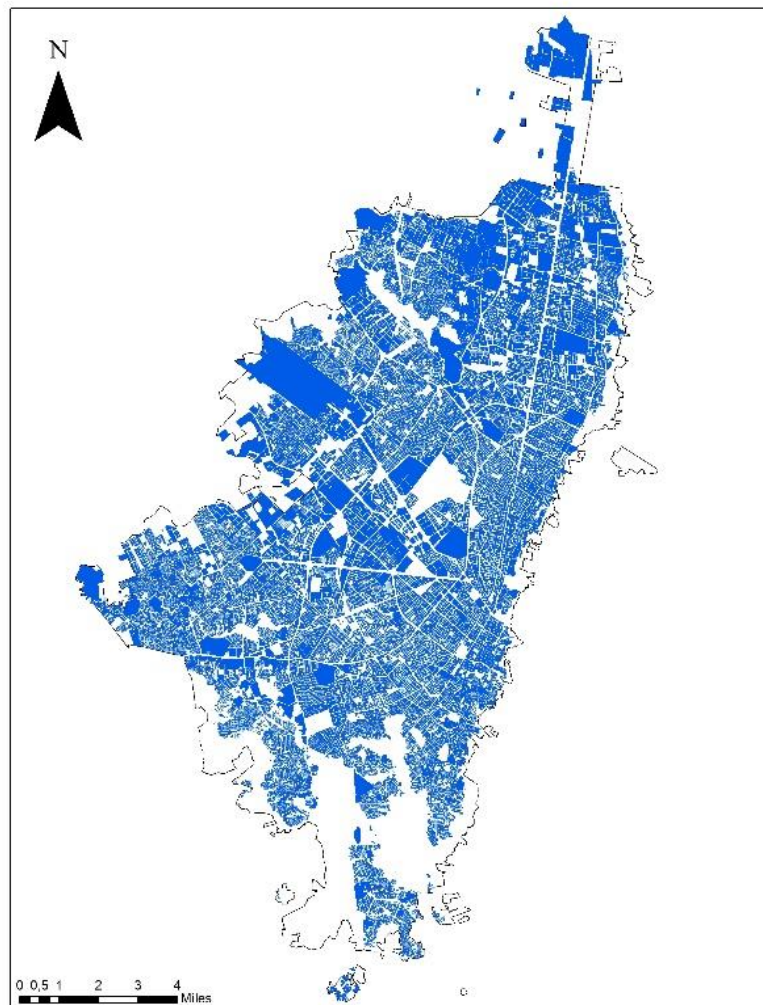
Fuente: elaboración propia con datos SDP.

De acuerdo a lo determinado en el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad, Bogotá cuenta con 163.663 hectáreas de tamaño total. Suelo urbano son 38.431 hectáreas que representan el 23,5%; el suelo rural está comprendido por 122.257 que representan el 74,7%; el suelo de expansión marca un 1,8% del total de la ciudad representados por 2.974 hectáreas (Secretaría Distrital de Planeación, 2011)

A nivel urbano, la ciudad está dividida a nivel superior en 20 localidades, las cuales cuentan con administración local propia, subordinadas al Alcalde Mayor. A su vez, como

instrumento de planeación de territorio cuenta con 112 unidades de planificación zonal (UPZ) que están compuestas por 43.820 manzanas¹². Para efectos del tratamiento de los datos, se toman como referencia 31.734 manzanas urbanas, que eliminan aquellas que contienen dominancia pública o dotacional relacionada con servicios públicos de acuerdo al trabajo realizado por la SDP. La ilustración 3 muestra la distribución de estas manzanas en el ámbito urbano de Bogotá.

Ilustración 3. Manzanas en ámbito urbano de Bogotá.



Fuente: elaboración propia con datos UAECD.

¹² Se entiende manzana como aquel “espacio geográfico de forma poligonal y de superficie variable que está constituido por una o un grupo de viviendas, edificios, predios, lotes o terrenos de uso habitacional, comercial, industrial, de servicios, entre otros. Se considera como la unidad mínima del Marco Geoestadístico Nacional para el trabajo operativo de censos y encuestas, generalmente se puede rodear en su totalidad y está delimitada por calles, andadores, brechas, veredas, cercas, arroyos, límites de parcelas y otros elementos” (Instituto Nacional de Estadística y Geoestadística, 2010)

5.2. Variables

De acuerdo con el objeto de estudio y la revisión bibliográfica, se han identificado cuatro (4) variables para medir su relación con la dependiente, precio del suelo. A continuación, se describirán cada una de ellas, con las estadísticas básicas y su correspondiente ilustración.

5.2.1. Precio del suelo

Como variable dependiente se utiliza el precio del suelo. La Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) en el proceso predial y cartográfico que realiza de la ciudad cuenta con una variable que se toma para el modelo. El valor de referencia del suelo se entiende como:

El resultado del estudio del mercado inmobiliario realizado anualmente por Catastro para el valor del suelo urbano de la ciudad de Bogotá, determinando por zonas la tendencia de valor comercial por metro cuadrado de terreno.

Al analizar la información del mercado inmobiliario (...), se obtienen para los diferentes tipos de predios las zonas homogéneas físicas y geoeconómicas que reflejan los valores de referencia comercial del terreno, evidenciando el comportamiento de las dinámicas del mercado inmobiliario para cada vigencia. (UAECD, 2015)

La tabla 2 contiene los descriptivos del valor de referencia del suelo por metro cuadrado en la ciudad. La ilustración 4 muestra la distribución de los valores de referencia en la ciudad, con rangos creados por cortes naturales utilizando ArcGIS 10.4.1

Tabla 2. Descriptivos de valores de referencia del suelo para el año 2015.

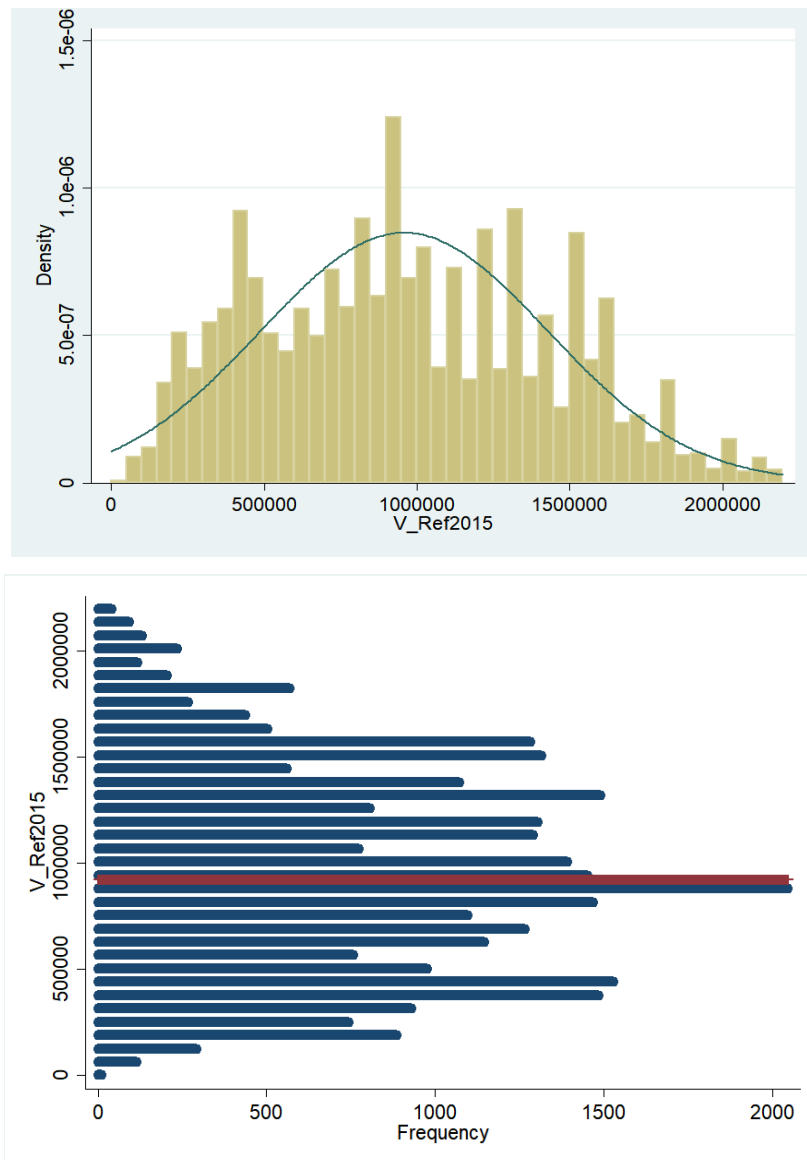
Variable	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar
V_Ref2015	\$ -	\$ 25.600.000	\$ 34.561.004.720	\$ 1.089.084	\$ 819.643

Fuente: elaboración propia.

El valor máximo registrado corresponde a un precio superior a los 25 millones de pesos que representan 8.239 USD o 135.550 ARS por metro cuadrado¹³. La media se ubica sobre el millón de pesos¹⁴ y la desviación estándar en 819 mil pesos por metro cuadrado.

El gráfico 1 muestra el histograma del valor de referencia, ajustado a aquellos valores por metro cuadrado inferiores a 2.2 millones de pesos; el 95% de los datos se encuentran en este rango. De acuerdo a lo que se observa, los datos tienen una distribución normal.

Gráfico 2. Histograma y barras del valor de referencia del suelo año 2015

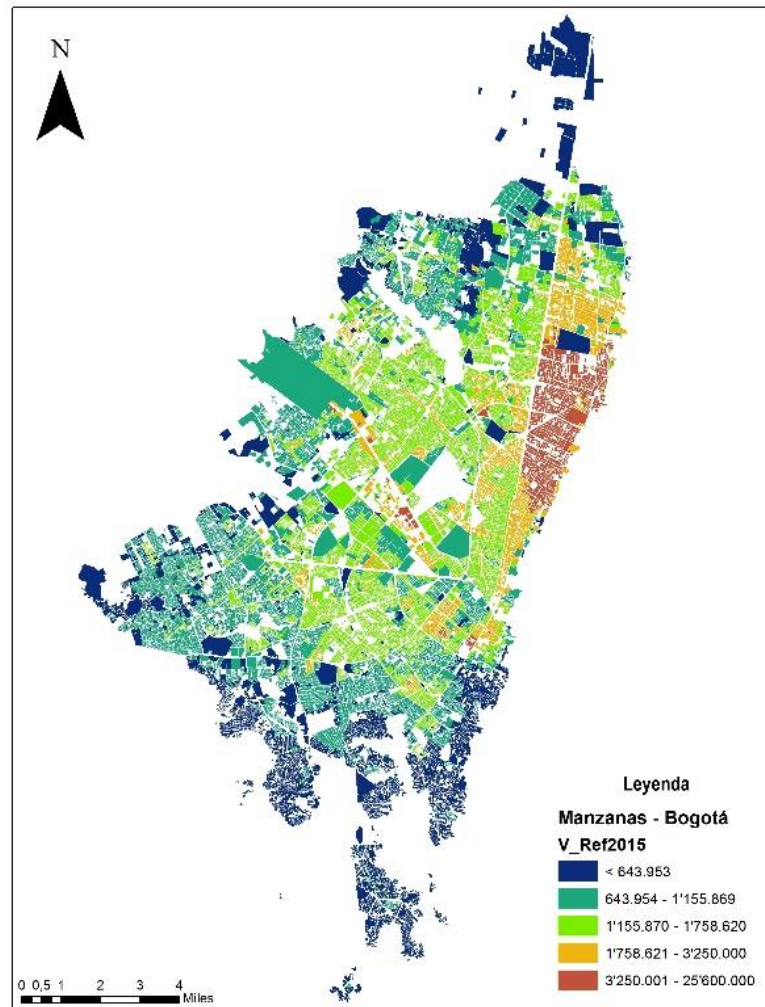


Fuente: elaboración propia.

¹³ El valor en dólares americanos y pesos argentinos fueron calculados con un tipo de cambio de 3.032 COP por USD y 184,434 COP por ARS para el 29 de junio del año 2017.

¹⁴ Es decir, 329 USD ó 5.422 ARS por metro cuadrado.

Ilustración 4. Distribución espacial del valor de referencia del suelo en Bogotá, 2015



Fuente: elaboración propia con datos UAECD.

5.2.2. Uso del suelo

La variable uso del suelo existe de acuerdo a cada uno de los predios existentes en la ciudad. La Secretaría Distrital de Planeación (SDP) a través de la Dirección de economía urbana realizó un procesamiento de los predios existentes por cada una de las manzanas de la ciudad y ponderó una jerarquía para determinar la dominancia de uso por manzana. Es así como se generaron siete tipos de dominancia de uso por manzana. La tabla 3 contiene las condiciones de clasificación realizadas para cada uno de los usos y la tabla 4 muestra los descriptivos de los usos dominantes por manzana.

Tabla 3. Condiciones de clasificación del uso del suelo dominante por manzana.

Uso dominante	Condición de clasificación
Comercial	Manzanas donde el uso residencial es menor al 60% y el uso comercial es mayor a los demás.
Dotacional	Manzanas donde el uso residencial es menor al 60% y el uso dotacional es mayor a los demás.
Industrial	Manzanas donde el uso residencial es menor al 60% y el uso industrial es mayor a los demás.
Residencial Exclusivo	Manzanas donde el dominio residencial es del 100%
Residencial Predominante I	Manzanas donde el dominio residencial oscila entre el 80% y el 99,9%
Residencial Predominante II	Manzanas donde el dominio residencial oscila entre el 60% y el 79,9%
Servicios	Manzanas donde el uso residencial es menor al 60% y el uso servicios es mayor a los demás.

Fuente: elaboración propia.

La condición de clasificación de la dominancia del uso por manzana es el uso residencial de la misma. Cuando es inferior al 60% de los predios que componen la manzana, la clasificación corresponde al uso del suelo alternativo que más peso tenga. En la clasificación del uso residencial se marcan tres categorías, la exclusiva que se da cuando la manzana tiene el uso residencial en un 100%, la predominante I que se origina cuando el uso residencial oscila entre el 80 y 99,9% de la manzana y finalmente la predominante II que surge cuando el uso residencial está entre el 60% y el 79,9% de los predios de la manzana.

Tabla 4. Número de manzanas y peso por tipo de uso dominante.

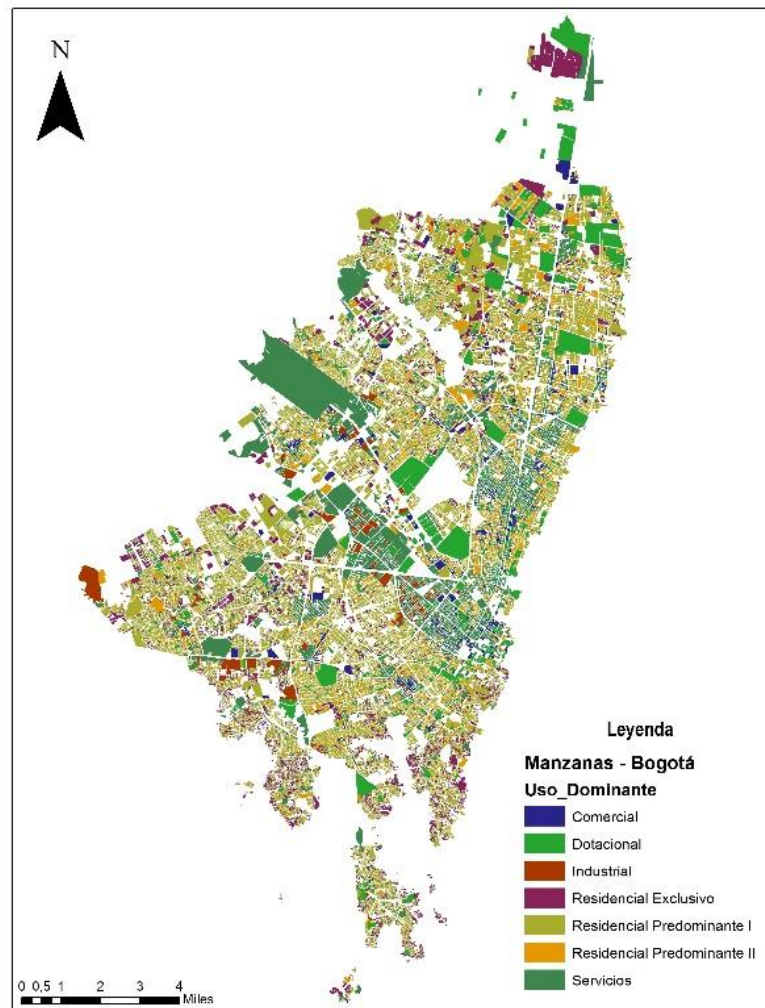
Uso dominante	Manzanas	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Comercial	979	3,1%	3,1%
Dotacional	1186	3,7%	6,8%
Industrial	258	0,8%	7,6%
Residencial Exclusivo	6839	21,6%	29,2%
Residencial Predominante I	15757	49,7%	78,8%
Residencial Predominante II	3948	12,4%	91,3%
Servicios	2767	8,7%	100,0%

Fuente: elaboración propia.

El uso dominante que más presencia tiene en la ciudad es el residencial predominante I, el cual llega a un 49,7% de las manzanas trabajadas. Le sigue residencial exclusivo con un

21,6% de las manzanas. Las que menor representación tienen son los usos comercial e industrial que llegan al 3,1% y 0,8% de las manzanas respectivamente. La ilustración 5 muestra espacialmente la distribución de las manzanas de acuerdo al uso del suelo dominante.

Ilustración 5. Usos del suelo dominantes por manzana.



Fuente: elaboración propia con datos SDP.

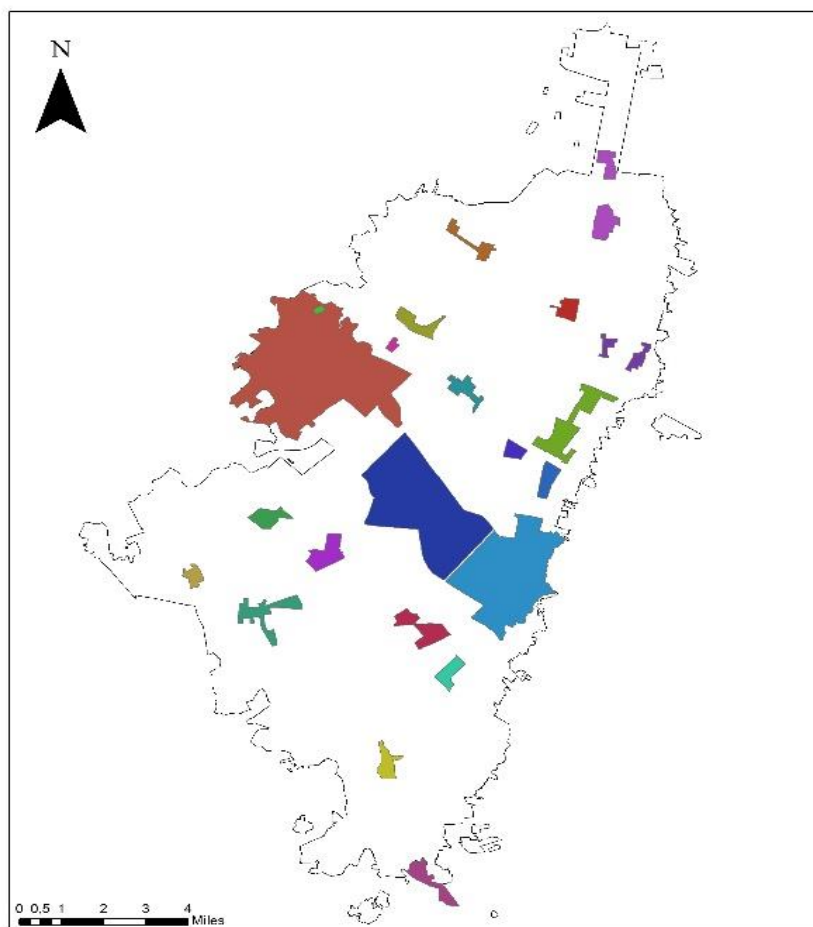
5.2.3. Centralidades

Las decisiones sobre localización que realizan las empresas, de manera convencional, tienden a darse en los centros tradicionales de las ciudades. Esta característica, por condiciones de tamaño, población y actividad económica en ciudades como Bogotá, implica la existencia de más de un distrito central de negocios, además del centro tradicional. De esta manera se tienden a generar otros centros separados espacialmente del centro histórico, por

lo anterior, en un sentido amplio, estas aglomeraciones tienden a marcar una estructura similar al interior de ella, por lo cual se considera como una centralidad. (Secretaría Distrital de Planeación, 2011)

Según la Secretaría, las centralidades tienen un rol en la estructura de usos de la ciudad, las cuales, de acuerdo con factores modeladores del territorio de tipo histórico, geográfico, poblacional, de mercado y de política pública, inciden en el ordenamiento del mismo, favoreciendo externalidades tanto positivas como negativas en su operación. En la ciudad, el Plan de Ordenamiento Territorial en su artículo 23 identifica 3 tipos de centralidad en la ciudad, a saber: centralidades de integración internacional y nacional (nivel 1), centralidades de integración regional (nivel 2) y centralidades de integración urbana (nivel 3). La ilustración 6 muestra la localización de las centralidades a lo largo de la ciudad.

Ilustración 6. Centralidades de Bogotá de acuerdo al POT.

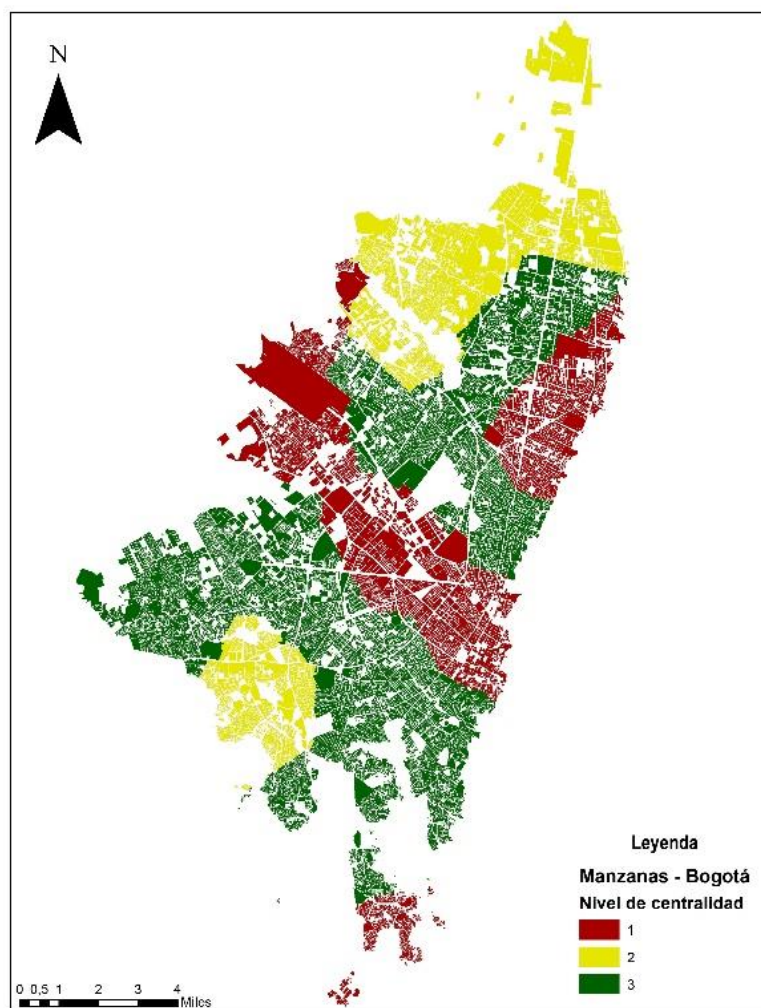


Fuente: Fuente: elaboración propia con datos SDP.

La ilustración 6 muestra la distribución espacial de las centralidades en Bogotá. Para efectos de la composición de las variables, se busca determinar de las manzanas de estudio, a qué centralidad pertenecen o está más próxima. De esta manera, se conocerá la incidencia de la centralidad (por pertenencia o proximidad) en el precio del suelo de la manzana.

Para este proceso, se realizó una unión espacial entre la información geográfica de las centralidades y las manzanas utilizando ArcGIS 10.4.1; la ilustración 7 muestra la distribución de las manzanas por jerarquía de centralidad. Entre tanto la tabla 5 contiene el número de manzanas resultantes de la unión espacial por centralidad mientras que ilustración 8 espacializa lo que sería la nueva distribución de las centralidades, la cual incluye las manzanas por proximidad.

Ilustración 7. Centralidades por niveles en Bogotá.



Fuente: elaboración propia con datos SDP y UAECD.

Se observa que la mayor cobertura de la ciudad está marcada por centralidades de integración urbana o de tercer nivel. De otra parte, hay una relación espacial de la zona de mayores precios del suelo (ilustración 4) con la localización de las centralidades de primer nivel, es decir, aquellas que tienen integración internacional y nacional.

Tabla 5. Manzanas por pertenencia y proximidad a centralidades.

Nombre de centralidad	Manzanas pertenecientes o próximas.	Participación sobre la ciudad en número de manzanas
Álamos	886	2,8%
Américas	1344	4,2%
Bosa	3260	10,3%
Calle 72 - Calle 100	641	2,0%
Centro Histórico Internacional	1321	4,2%
Chapinero	713	2,2%
Corabastos	2252	7,1%
Danubio - Rio Tunjuelito	2908	9,2%
Delicias/Ensueño	2836	8,9%
Eje De Integración Llanos - Nuevo Usme	1241	3,9%
Ferías	1382	4,4%
Fontibón Aeropuerto Eldorado	796	2,5%
Engativá	600	1,9%
No Centralidad	600	1,9%
Prado - Veraniego	1262	4,0%
Quirigua - Bolivia	866	2,7%
Restrepo - Santander	1989	6,3%
Salitre - Zona Industrial	849	2,7%
Siete De Agosto	686	2,2%
Suba	2017	6,4%
Toberín - La Paz	650	2,0%
Usaquén - Santa Bárbara	627	2,0%
Veinte De Julio	2608	8,2%

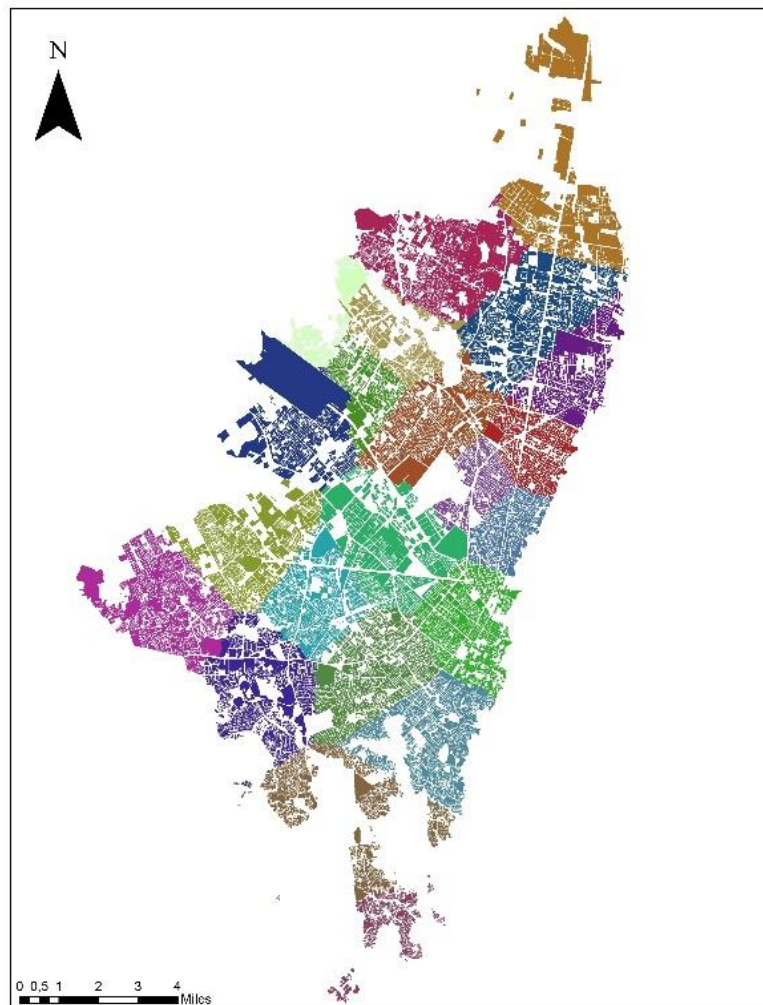
Fuente: elaboración propia.

De las 31.734 manzanas de estudio, el 10,3% se ubican o son próximas a la centralidad de Bosa. En tamaño le sigue Danubio – Rio Tunjuelito con 2.908 manzanas que representan el 9,2%. Las de menor representación son Usaquén – Santa Bárbara, Toberín – La Paz y Calle 72 – Calle 100 con un 2% cada una. En el ejercicio realizado, 600 manzanas que representan

el 1,9% no quedaron asociadas a una centralidad, por lo cual quedaron con la denominación de No centralidad.

La ilustración 8 muestra cómo quedaron ahora distribuidas las manzanas de la ciudad en relación con los datos de la tabla 4 espacialmente.

Ilustración 8. Centralidades con manzanas pertenecientes y próximas en Bogotá.



Fuente: elaboración propia con datos SDP.

5.2.4. Estimación de un índice de oferta de bienes públicos

Para la construcción de un índice que dé cuenta de la oferta de bienes públicos con la que cuenta cada manzana, se dispuso combinar algunos equipamientos que tengan incidencia familiar/local con un elemento de espacio público. Bogotá cuenta con 7.233 equipamientos

al año 2015 los cuales se dividen en 12 categorías. La tabla 6 agrega los tipos de equipamiento, sus contenidos y número de ellos para cada uno.

Tabla 6. Sistema de equipamientos en Bogotá.

Tipo de equipamientos	Contenidos	Equipamientos totales
Abastecimiento	Plazas de mercado, centrales de abasto, frigoríficos, entre otros	50
Bienestar	Jardines infantiles, comedores comunitarios, hogares comunitarios, hogares infantiles, comisarías de familia, casa de adulto mayor y mujeres, entre otros.	1672
Cementerios	Cementerios, funerarias, salas de velación y exequias.	84
Culto	Parroquias, iglesias, casas curales, centros evangélicos, seminarios, entre otros.	1153
Cultura	Salones comunales, casas de cultura, museos, bibliotecas, centros de formación, teatros, galerías de arte, planetario, iglesias de interés cultural, organizaciones culturales	947
Deportivo	Estadios, plazas, coliseos, clubes deportivos, gimnasios, velódromo, polideportivos.	127
Educación Superior	Universidades, academias, institutos, fundaciones y corporaciones universitarias.	206
Educación	Colegios, escuelas, liceos, institutos de formación media.	2083

Fuente: elaboración propia.

La mayor participación de equipamientos está en el sector educación con el 28,8% del total, seguido de bienestar con el 23,1%. La participación más baja está en recintos feriales (0,1%), abastecimiento (0,7%) y cementerios (1,2%). De los datos anteriores, se seleccionaron los equipamientos de educación, bienestar y cultura como aquellos a utilizar para la estimación del índice. Respecto al espacio público de la ciudad, se tomaron en cuenta los parques totales

con los que cuenta Bogotá. Con estos cuatro (4) elementos se construye el índice de oferta de bienes públicos.

Una vez definidas las variables para generar el índice, haciendo uso de ArcGIS 10.4.1 se procedió a estimar la distancia en metros entre el centroide de la manzana y cada uno de los equipamientos y parques seleccionados, midiéndola a través de la red de vías de la ciudad (distancias manhattan).

5.2.4.1. Análisis por componentes principales para la estimación del índice

Luego de esta estimación, se utilizó análisis factorial para reducir los valores y generar uno solo que diera cuenta de todos los seleccionados. El método aplicado fue de análisis por componentes principales. La tabla 7 contiene los descriptivos de las variables utilizadas para el índice.

Tabla 7. Descriptivos de distancia en red a equipamientos seleccionados y parques

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Dist_Edu	31734	344,53	292,34	0	4488,9
Dist_Bien	31734	377,77	357,5	0	9057,8
Dist_Cultu	31734	520,37	475,34	0	9509,33
Dist_Par	31734	256,67	217,35	0	5338,08

Fuente: elaboración propia.

En promedio, el equipamiento más lejano de las manzanas son los relacionados con actividades culturales al ubicarse a 520 metros de distancia. Lo más cercano de las variables de estudio son los parques, ubicándose en promedio a 256 metros. Los valores más altos de distancia para las variables oscilan entre los 4.4 kilómetros y los 9.5 kilómetros para equipamientos educativos y culturales respectivamente.

Posteriormente, se genera una matriz de correlación entre las cuatro (4) variables de estudio. La tabla 8 contiene los resultados calculados; se observa que la mayor correlación la marcan las distancias a equipamientos de culturales y de bienestar. La más baja la presentan la distancia a equipamientos de educación y los parques.

Tabla 8. Matriz de correlación entre variables seleccionadas

		Dist_Edu	Dist_Bien	Dist_Cultu	Dist_Par
Correlación	Dist_Edu	1,000	0,475	0,555	0,386
	Dist_Bien	0,475	1,000	0,592	0,390
	Dist_Cultu	0,555	0,592	1,000	0,431
	Dist_Par	0,386	0,390	0,431	1,000

Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso es estimar la medida Kaiser-Meyer-Olkin y la prueba de esfericidad de Bartlett para determinar si el modelo es significativo y así como el nivel de relación de las variables. La tabla 9 contiene los valores calculados.

Tabla 9. Prueba KMO y Bartlett.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,772
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	35401,261
	Gl	6
	Sig.	0,000

Fuente: elaboración propia.

El p-value marca que el modelo es significativo. El KMO determina que las variables relacionadas están en un nivel medio a meritorio de acuerdo a Kaiser (1974).

La estimación de los autovalores permite determinar en qué porcentaje los factores o componentes explican la varianza total del modelo. La tabla 10 contiene la varianza total y autovalores calculados para los datos procesados.

Tabla 10. Varianza total explicada y autovalores iniciales.

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,424	60,611	60,611
2	0,659	16,482	77,093
3	0,528	13,199	90,292
4	0,388	9,708	100,000

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el primer factor explica por sí mismo más del 60% de la varianza, mientras que los demás no superan un 17%. El autovalor del primer componente llega a 2.4 mientras que los demás no superan el 0.7; siguiendo el criterio de Kaiser se tomará únicamente el primer componente.

La tabla 11 contiene la matriz de componentes que serán utilizados para la construcción del índice de oferta de bienes públicos de Bogotá. Estos valores deberán ser conjugados con cada una de las variables para generar la medida de proximidad por manzana.

Tabla 11. Matriz de componentes para construcción del índice.

Variable	Componente
Dist_Edu	0,780
Dist_Bien	0,798
Dist_Cultu	0,843
Dist_Par	0,685

Fuente: elaboración propia.

Establecido el componente y observando que cumple con las condiciones para la estimación del índice, se calcula el índice de oferta de bienes públicos. La ecuación 1 muestra la relación aplicada de los componentes resultantes con las variables de distancia.

Ecuación 1. Modelo aplicado para generar el índice de oferta de bienes públicos.

$$i_{Obp} = 0,780 \times Dist_{Edu} + 0,798 Dist_{Bien} + 0,843 \times Dist_{cultu} + 0,685 \times Dist_{par}$$

El análisis espacial de los resultados se observa en la ilustración 10. De otra parte, la tabla 12 contiene los estadísticos descriptivos del índice generado.

Al reducir los datos a un solo índice, la media de acceso en metros a bienes públicos por cada manzana se ubica en 1.1 kilómetros. Se tiene un dato atípico de 20 kilómetros como máximo y una desviación estándar de 851 metros.

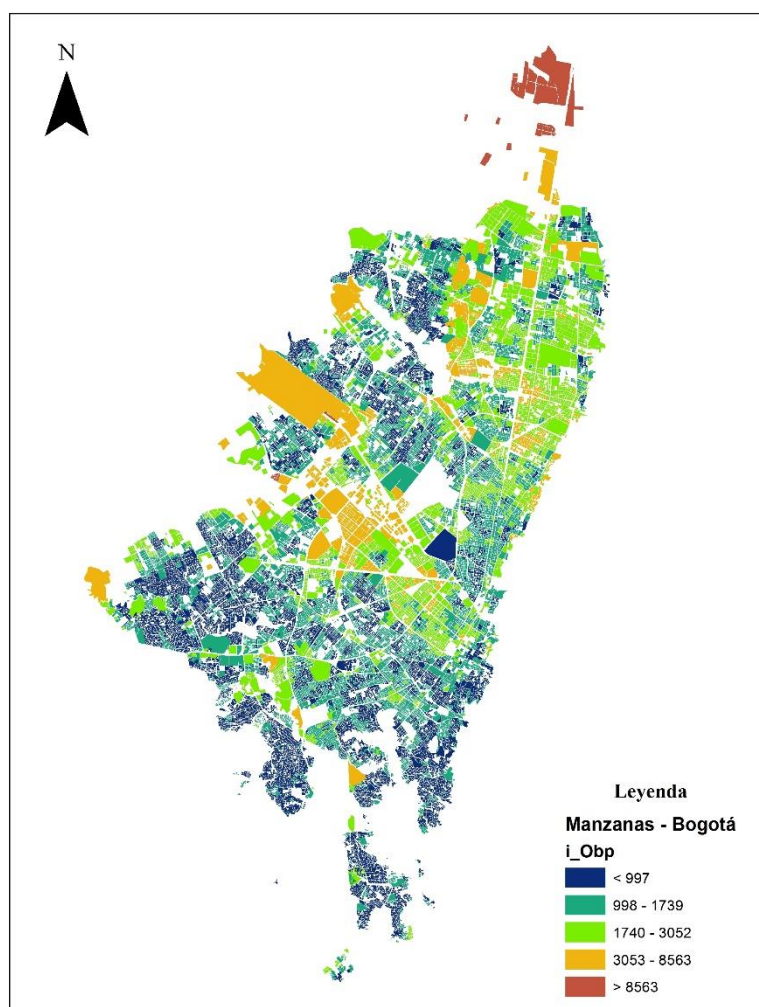
Tabla 12. Estadísticos descriptivos del índice de oferta de bienes públicos.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
i_Obp	31734	0	20268,508	1184,63	851,77

Fuente: elaboración propia.

La ilustración 9 muestra que los mayores valores de distancia del índice calculado se ubican en el extremo norte de la ciudad. La zona sur y occidental periférica muestra valores bajos de distancia a los bienes públicos; se entiende que, por condiciones de densidad y capacidad de pago de las familias, buena parte de los colegios y equipamientos de bienestar como comedores comunitarios y hogares de apoyo a la infancia se localizan en esta zona.

Ilustración 9. Índice de oferta de bienes públicos en Bogotá.



Fuente: elaboración propia.

5.2.5. Estrato socioeconómico

El estrato socioeconómico es una medida de clasificación de viviendas y predios en los ámbitos rurales y urbanos que sirve como instrumento para aplicar subsidios en servicios público, entre otros. Siguiendo lo desarrollado por Alzate (2006) el estrato socioeconómico clasifica los domicilios o inmuebles residenciales con base en las características físicas y de entorno, denotando diferentes capacidades económicas de sus habitantes.

De esta manera, el estrato se convierte en una variable proxy de los ingresos de las familias que habitan los inmuebles. El estrato asignado a la mayor cantidad de predios en una manzana, marca el estrato predominante de la manzana.

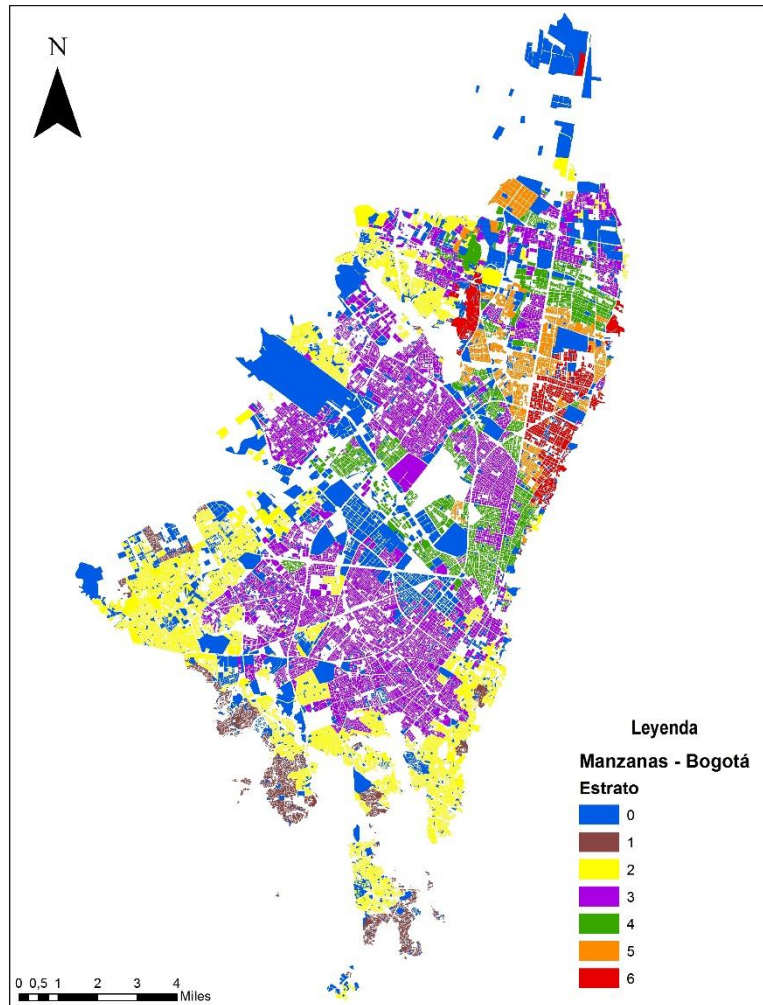
Tabla 13. Manzanas por estrato dominante y participación sobre Bogotá.

Estrato	Denominación	Manzanas	Participación sobre la ciudad
0	Sin estrato (comercial, industrial, servicios, dotacional)	3684	11,6%
1	Bajo - bajo	3323	10,5%
2	Bajo	11529	36,3%
3	Medio - bajo	9827	31,0%
4	Medio	1990	6,3%
5	Medio-alto	809	2,5%
6	Alto	572	1,8%

Fuente: elaboración propia.

La tabla 13 muestra que la mayor cantidad de manzanas de Bogotá está clasificada como estrato bajo, al concentrar el 36,3%. La más baja es el estrato 6 o alto con el 1,8%. Entre los estratos 1, 2 y 3 condensan el 77,8% de Bogotá. La ilustración 10 muestra la espacialización de los estratos en la ciudad.

Ilustración 10. Estrato dominante por manzanas en Bogotá.



Fuente: elaboración propia con datos SDP.

5.3. Análisis de correlación entre las variables

La primera búsqueda de relaciones entre el uso del suelo y su precio, así como de las demás variables independientes, consiste en estimar la correlación y que esta sea estadísticamente significativa. Para este ejercicio, se estima el cuadro de correlaciones, con la clasificación del uso del suelo, estrato y bienes públicos. La tabla 14 contiene los resultados.

Tabla 14. Cuadro de correlaciones.

	In_VRs	Serv	Comer	Dotac	Indu	Resi	ResI	ResII	Est0	Est1	Est2	Est3	Est4	Est5	Est6	I_Const	i_Obp
In_VRs	1,0000																
Serv	0,2370* 0,0000	1,0000															
Comer	0,1626* 0,0000	-0,0551* 0,0000	1,0000														
Dotac	-0,0614* 0,0000	-0,0609* 0,0000	-0,0352* 0,0000	1,0000													
Indu	0,0133* 0,0182	-0,0280* 0,0000	-0,0162* 0,004	-0,0178* 0,0015	1,0000												
Resi	-0,3206* 0,0000	-0,1620* 0,0000	-0,0935* 0,0000	-0,1033* 0,0000	-0,0475* 0,0000	1,0000											
ResI	0,0049 0,3874	-0,3069* 0,0000	-0,1772* 0,0000	-0,1957* 0,0000	-0,0899* 0,0000	-0,5205* 0,0000	1,0000										
ResII	0,1359* 0,0000	-0,1165* 0,0000	-0,0673* 0,0000	-0,0743* 0,0000	-0,0341* 0,0000	-0,1976* 0,0000	-0,3743* 0,0000	1,0000									
Est0	-0,1120* 0,0000	0,0906* 0,0000	0,0355* 0,0000	0,2880* 0,0000	0,1293* 0,0000	0,0507* 0,0000	-0,1897* 0,0000	-0,0725* 0,0000	1,0000								
Est1	-0,5420* 0,0000	-0,1010* 0,0000	-0,0521* 0,0000	-0,0560* 0,0000	-0,0275* 0,0000	0,2120* 0,0000	-0,0224* 0,0001	-0,0768* 0,0000	-0,1239* 0,0000	1,0000							
Est2	-0,1921* 0,0000	-0,1812* 0,0000	-0,0722* 0,0000	-0,0967* 0,0000	-0,0429* 0,0000	0,0133* 0,0179	0,1964* 0,0000	-0,0541* 0,0000	-0,2738* 0,0000	-0,2583* 0,0000	1,0000						
Est3	0,3575* 0,0000	0,1307* 0,0000	0,0662* 0,0000	-0,0540* 0,0000	-0,0068 0,2292	-0,1303* 0,0000	-0,0332* 0,0000	0,0990* 0,0000	-0,2427* 0,0000	-0,2291* 0,0000	-0,5059* 0,0000	1,0000					
Est4	0,2443* 0,0000	0,0500* 0,0000	0,0147* 0,0086	0,0011 0,8425	-0,0220* 0,0001	-0,0619* 0,0000	-0,0385* 0,0000	0,0904* 0,0000	-0,0937* 0,0000	-0,0885* 0,0000	-0,1954* 0,0000	-0,1732* 0,0000	1,0000				
Est5	0,2105* 0,0000	0,0591* 0,0000	0,0255* 0,0000	-0,0087 0,122	-0,0146* 0,0091	-0,0391* 0,0000	-0,0139* 0,0135	0,0148* 0,0086	-0,0586* 0,0000	-0,0553* 0,0000	-0,1222* 0,0000	-0,1083* 0,0000	-0,0418* 0,0000	1,0000			
Est6	0,2746* 0,0000	0,0538* 0,0000	0,0087 0,121	-0,0192* 0,0006	-0,0123* 0,0289	-0,0462* 0,0000	0,0005 0,9339	0,0207* 0,0002	-0,0491* 0,0000	-0,0463* 0,0000	-0,1023* 0,0000	-0,0907* 0,0000	-0,0350* 0,0000	-0,0219* 0,0001	1,0000		
I_Const	0,2263* 0,0000	-0,1059* 0,0000	-0,0139* 0,0134	-0,1940* 0,0000	-0,0783* 0,0000	-0,1326* 0,0000	0,2536* 0,0000	0,0116* 0,0391	-0,2248* 0,0000	-0,0979* 0,0000	0,2952* 0,0000	-0,0251* 0,0000	-0,0943* 0,0000	-0,0682* 0,0000	0,0393* 0,0000	1,0000	
i_Obp	0,2835* 0,0000	0,2338* 0,0000	0,0710* 0,0000	0,0196* 0,0005	0,1074* 0,0000	-0,0795* 0,0000	-0,1286* 0,0000	0,0165* 0,0034	0,1758* 0,0000	-0,1544* 0,0000	-0,2530* 0,0000	0,0380* 0,0000	0,1472* 0,0000	0,1795* 0,0000	0,2335* 0,0000	-0,1897* 0,0000	1,0000

En este análisis de correlación, se puede constatar que el precio del suelo se encuentra positivamente correlacionado con los usos del suelo servicios, comercial, industrial y residencial predominante II. En contraparte, se correlaciona negativamente con los usos del suelo residencial exclusivo y dotacional.

Concretamente, el uso del suelo para servicios, comercio, industrial y residencial predominante II, guardan una correlación positiva del 23.7%, 16.2%, 1.3% y 13.5% respectivamente. Mientras que las tipologías residencial exclusivo y dotacional guardan una correlación negativa del 32.6% y 6.1%, respectivamente. De otra parte, el uso Residencial Predominante I presenta una correlación lineal de 0,4% con el precio del suelo, aunque la correlación no es estadísticamente significativa.

Los estratos 0, 1 y 2 presentan correlaciones negativas, mientras los estratos 3, 4, 5 y 6 se encuentran asociados positivamente con el precio del suelo. Como tercer componente, el indicador oferta de bienes públicos, indica la existencia de una relación positiva del orden de 28.3%.

El análisis de correlación genera una primera aproximación al comportamiento de las variables consideradas, empero, para estimar los parámetros de variación y la significancia estadística de las variables independientes, es necesario formular un modelo de regresión log-lineal.

5.4. Aproximación al modelo de regresión

Con el modelo de regresión se busca demostrar que, entre otras, las variaciones en el precio del suelo se encuentran justificadas parcialmente por la oferta de bienes públicos, el uso del suelo, el estrato y el nivel de centralidad a la cual pertenece la manzana.

El planteamiento del modelo requiere de un tratamiento previo a los datos originales. Primero, se convierte en logaritmo natural la información sobre el precio del suelo con el fin formular un modelo log-lineal, que tiene como principal ventaja la obtención de parámetros que miden las variaciones porcentuales de la variable dependiente ante cambios absolutos en alguna de las variables independientes.

Un segundo tratamiento de los datos consistió en la codificación del uso del suelo y el estrato en variables dicótomas, dándoles el valor de 1 cuando se presenta un determinado uso del suelo o estrato y 0 ante su ausencia. En este proceso, se usaron las variables uso residencial exclusivo y el estrato 1 como referencias y por eso no se encuentran incluidas en el primer modelo, toda vez que representa el modelo base y si se incluyen generarían un problema de multicolinealidad perfecta, llamado la trampa de las variables dicótomas, por lo que hay que usar k-1 variables de este tipo, lo cual impediría aplicar la regresión.

Complementariamente, se construyó una variable de localización que captura la variación del precio del suelo en diferentes sectores de la ciudad. Puntualmente, se partió de los tres niveles de centralidad que posteriormente fueron incluidas mediante variables dicótomas en el modelo de regresión, para determinar si existen cambios significativos en el comportamiento del precio del suelo cuando éste se encuentra en diferentes localizaciones de la ciudad. Al igual que las variables del suelo, se utiliza la centralidad de nivel 1 como escenario base de contratación con los otros dos indicadores de localización.

En términos generales, el modelo planteado es el que se observa en la ecuación 2.

Ecuación 2. Modelo general log-lineal

$$\begin{aligned} \ln V_{rsuelo} = & \beta_0 + \beta_1 i_{obp} + \beta_2 ResI + \beta_3 ResII + \beta_4 Serv + \beta_5 Comer + \beta_6 Dot + \\ & \beta_7 Indu + \beta_8 Est0 + \beta_9 Est2 + \beta_{10} Est3 + \beta_{11} Est4 + \beta_{12} Est5 + \beta_{13} Est6 \\ & + \beta_{14} Cen2 + \beta_{15} Cen3 + e \end{aligned}$$

Donde se establece que el logaritmo natural del precio del precio del suelo depende de la variable i_{Obp} , que mide la oferta de bienes públicos de la manzana, de las variables dicótomas que representan el uso del suelo, el estrato y las que identifican las variables de localización, $Cent2$ y $Cent3$, así como del respectivo término de error estocástico.

Tabla 15. Resultados regresión log-lineal general.

Número de observaciones	31732	
F(15, 31716)	3529,94	
Prob > F	0,0000	
R-Cuadrado	0,6051	

ln_VRs	Coficiente	Efecto Relativo (dicótomas)
i_Obp	0,000026***	
ResidI	0,219804***	0,245833
ResidII	0,282526***	0,326476
Servicios	0,454382***	0,575200
Comercial	0,626382***	0,870830
Dotacional	0,027886	0,028278
Industrial	0,337322***	0,401190
Est0	0,788258***	1,199561
Est2	0,849599***	1,338709
Est3	1,317168***	2,732835
Est4	1,587201***	3,890043
Est5	1,802389***	5,064117
Est6	2,268681***	8,666642
Cent2	0,017763**	0,017922
Cent3	-0,021965***	-0,021726
_cons	12,462400	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia.

Lo primero que debe mencionarse es que la regresión estimada presenta un R-Cuadrado de 0.6051, evidenciando que las variables seleccionadas explican una gran variabilidad de la variable dependiente.

Respecto al coeficiente estimado de los parámetros desconocidos, se puede apreciar que la variable i_Obp refleja que un aumento de una unidad en esta variable genera una reducción del 0.002% en el precio del suelo.

En lo que respecta a las variables dicotómicas¹⁵ que representan los distintos usos, se obtiene que al pasar de un uso residencial exclusivo a uno residencial predominante I, residencial

¹⁵ Dado que la derivada de una variable dependiente con respecto a una variable dicótoma no existe, es necesario hacer una transformación de los coeficientes obtenidos a modo de interpretar el resultado como una semielasticidad. Para ello debe aplicarse la siguiente fórmula: $100 \cdot g = 100 \cdot \{exp(c) - 1\}$, en donde g es

predominante II, servicios, comercial e industrial, se genera un incremento del 24.5%, 32.6%, 57.5%, 87% y 40.1% en el precio del suelo, respectivamente. Un resultado que es estadísticamente significativo a todos los niveles de significancia, esto es, se rechaza la hipótesis nula que el estimador es igual a cero y se puede afirmar que la variable considerada justifica una variación en la variable dependiente.

En contraparte, el cambio asociado con un cambio de uso a dotacional, genera un aumento del 2,8% sobre el precio del suelo. Sin embargo, este valor no es estadísticamente significativo a ninguno de los niveles, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de que el estimador es igual a 0, esto es, la variable uso dotacional no justifica cambios en la variable dependiente.

En el mismo sentido de las variables referentes al uso del suelo, las que se encuentran vinculadas con el estrato muestran una variación positiva con respecto al estrato 1, usado como escenario base. Concretamente, al pasar del estrato 1 al 0, 2, 3, 4, 5 y 6, se presenta un incremento en el precio del suelo de 119.9%, 133.8%, 273.2%, 389%, 506.4% y 866.6%, respectivamente. Además, estos estimadores son estadísticamente significativos a todos los niveles.

Las variables dicótomas Cen2 y Cen3, muestran que existe suficiente evidencia estadística para concluir que el precio promedio del suelo de las manzanas cambia cuando se diferencia por localización, toda vez que cuando se pasa de la centralidad 1 a la 2, el precio promedio del suelo se incrementa en cerca de 1,8%, aunque es un estimador representativo únicamente al 10% de significancia, mientras que al pasar de la centralidad 1 a la 3, el precio del suelo se reduce en cerca de 2,2%.

El estadístico F con 15 grados de libertad en el numerador y 31716 en el denominador, concluye que con un valor de 3529,94 y un p-valor de 0,000, se rechaza la hipótesis nula de que al menos una de las variables independientes no justifica la variabilidad de la variable dependiente.

el efecto relativo en la variable regresada en presencia de una variable dicótoma y c es el coeficiente obtenido para la variable dicótoma de la regresión Log-lineal. (Halvorsen y Palmquist, 1980)

Los resultados obtenidos permiten afirmar que en una primera aproximación los datos muestran que existe una relación significativa entre la variación en el precio del suelo y los cambios en el uso del mismo.

Sin embargo, para comprobar que los estimadores hallados son insesgados, eficientes y consistentes, es necesario revisar el cumplimiento de los supuestos del Modelo Clásico de Regresión Lineal. Hasta ahora, se han utilizado estadísticos básicos para probar que las variables independientes seleccionadas justificaban las variaciones de la variable dependiente, pero debe verificarse el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad, autocorrelación y normalidad.

5.4.1. Cumplimiento de los supuestos en el modelo

La muestra trabajada corresponde a información de corte transversal, por lo que el primer problema potencial es la presencia de heteroscedasticidad, esto es, que la varianza del error no sea constante. La presencia de esta violación genera estimadores sesgados e ineficientes. Para evitar la presencia de heteroscedasticidad, en la estimación del modelo precedente se utilizó el método de errores robustos.

En lo que respecta al problema de autocorrelación serial de los errores, que genera estimadores insesgados, pero ineficientes. Este es un fenómeno que no es común en la información estadística de corte transversal, de tal manera que se asumió como inexistente y de escasa influencia en el modelo.

Sobre el cumplimiento del supuesto de normalidad, se parte del teorema del límite central para afirmar que el error muestral y, por tanto, los estimadores, se distribuyen normalmente. Según el teorema, si el tamaño de la muestra es suficientemente grande, la variable aleatoria se tiene una distribución aproximadamente normal, con media y varianza constante. En este sentido, partiendo del hecho que la muestra procesada es superior a 31 mil datos, se puede concluir que el término de error se comporta asintóticamente normal.

5.5. Regresión con variables cruzadas

Luego de demostrar que el precio del suelo se comporta de manera diferente dependiendo de la localización, estimada a partir de las centralidades, y con la intención de mostrar si la localización tiene efecto sobre otra de las variables independientes, se hicieron tres regresiones adicionales con las siguientes modificaciones:

- Luego de evidenciar el cambio promedio en el precio del suelo por localización, se procedió a generar una variable compuesta entre las dicótomas de niveles de centralidad y las variables explicativas de la primera regresión. En este sentido, cuando se combinan las variables, se captura el efecto de cada una de ellas de acuerdo con su localización.
- Con las nuevas variables, se corre una regresión que cruza cada una de las variables explicativas con las tres centralidades.

Al igual que en la modelación anterior, utilizando modelos log-lineales se plantea la siguiente ecuación, con sus correspondientes resultados.

Ecuación 3. Modelo log-lineal con variables cruzadas por localización según nivel de centralidad.

$$\begin{aligned} \ln V_{rsuelo} = & \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \beta_i i_{obpCen_j} + \sum_{i=4}^6 \sum_{j=1}^3 \beta_i ResICen_j + \sum_{i=7}^9 \sum_{j=1}^3 \beta_i ResIICent_j \\ & + \sum_{i=7}^9 \sum_{j=1}^3 \beta_i ServCen_j + \sum_{i=10}^{12} \sum_{j=1}^3 \beta_i ComerCen_j + \sum_{i=13}^{15} \sum_{j=1}^3 \beta_i DotacCen_j \\ & + \sum_{i=16}^{18} \sum_{j=1}^3 \beta_i InduCent_j + \sum_{i=19}^{33} \sum_{k=0}^6 \sum_{j=1}^3 \beta_i Est_k Cen_j + e \end{aligned}$$

Incorporando los cambios señalados en el modelo de regresión, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 16. Resultados regresión log-lineal con variables cruzadas

Número de observaciones	31732
F(39, 31992)	1732,22
Prob > F	0,0000
R-Cuadrado	0,6309

ln_VRs	Coefficiente	Efecto Relativo (dicótomas)	ln_VRs	Coefficiente	Efecto Relativo (dicótomas)
ResICen1	0,3655951***	0,44137151	Est3Cen1	1,040358***	1,83023006
ResIICen1	0,4315962***	0,53971325	Est4Cen1	1,306215***	2,69217236
ComerCen1	0,9368774***	1,55200009	Est5Cen1	1,847624***	5,34472653
ServCen1	0,6253457***	0,86889192	Est6Cen1	2,111601***	7,2614573
DotaCen1	0,2923719***	0,33960112	Est0Cen2	0,851428***	1,34299025
IndCen1	0,5171392***	0,67722258	Est2Cen2	1,104234***	2,01691263
ResICen2	0,1568681***	0,1698413	Est3Cen2	1,506155***	3,50935893
ResIICen2	0,1512129***	0,16324429	Est4Cen2	1,688914***	4,41359834
ComerCen2	0,3219799***	0,37985704	Est5Cen2	1,231258***	2,42553615
ServCen2	0,2246077***	0,25183153	Est6Cen2	1,411105***	3,10048394
DotaCen2	-0,1579321***	-0,1460922	Est0Cen3	0,7540794***	1,12565375
IndCen2	0,0929	0,09735199	Est2Cen3	0,8138673***	1,25661815
ResICen3	0,1961993***	0,21676938	Est3Cen3	1,302483***	2,67841885
ResIICen3	0,2679102***	0,30722975	Est4Cen3	1,562692***	3,77164925
ComerCen3	0,5392516***	0,71472308	Est5Cen3	1,569345***	3,80350087
ServCen3	0,3508907***	0,42033208	Est6Cen3	1,625836***	4,08266637
DotCen3	0,0391997**	0,03997815	i_ObpCen1	0,0000875***	
IndCen3	0,1853915***	0,20368959	i_ObpCen2	-0,0000363***	
Est0Cen1	0,668905***	0,9520986	i_ObpCen3	0,0000921***	
Est2Cen1	0,6038645***	0,829174	_cons	12,42712***	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: elaboración propia.

La regresión estimada presenta un R-Cuadrado de 0.631, evidencia que las variables seleccionadas explican una gran variabilidad de la variable dependiente. Además, en esta regresión se hace una estimación de las variables explicativas por cada una de los niveles de centralidad, por tal motivo, se procede a presentar un análisis de los datos para cada nivel.

5.5.1. Análisis de resultados con variable cruzada centralidad nivel 1.

En esta centralidad, la variable *i_obp*, que mide la oferta de bienes públicos por manzana para la centralidad 1, muestra una relación directa frente al precio del suelo, equivalente a

un incremento del 0.01% en el precio del suelo cuando se incrementa la distancia con respecto a algún elemento de espacio público.

En lo que respecta a las variables dicotómicas que representan los distintos usos del suelo, aplicando como escenario base el uso del suelo residencial exclusivo, se obtuvo que, al pasar de éste a cualquiera de las tipologías contempladas en la muestra, se presenta un incremento en el precio del suelo en los usos residencial predominante I y II, servicios, comercial, dotacional e industrial, en 44.1%, 53.9%, 155.2%, 86.8%, 33.9%, y 67.7%, respectivamente. Así mismo, puede afirmarse que todos los parámetros son estadísticamente significativos a niveles de significancia del 1%.

De otra parte, las diferentes tipificaciones de estrato muestran un comportamiento positivo al estrato 1, que corresponde al escenario base. En este sentido, al pasar del estrato 1 al 0, 2, 3, 4, 5 o 6, se presenta un incremento del 95.2%, 82.9%, 183.02%, 269.2%, 534.4% y 726.1%, respectivamente.

En lo que respecta al cumplimiento de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal, se puede argumentar que cuentan con las mismas consideraciones expresadas para el modelo anterior.

5.5.2. Análisis de resultados con variable cruzada centralidad nivel 2.

La variable i_obp muestra una relación inversa frente al precio del suelo, equivalente a una reducción del 0.004% en el precio del suelo cuando se incrementa la distancia con respecto a algún elemento dotacional.

En lo que respecta a las variables dicotómicas, se tiene que al pasar de residencial exclusivo a cinco de las seis tipologías contempladas, se presenta un incremento en el precio del suelo en los usos residencial predominante I y II, servicios y comercial, en 16.9%, 16.3%, 37.9% y 25.1%, respectivamente. Así mismo, puede afirmarse que la mayoría de los parámetros son estadísticamente significativos a niveles de significancia del 1%, 5% y 10%. Contrariamente, la variable industrial no resulta significativa a ninguno de los niveles de significancia, por tanto, no se rechaza la hipótesis nula de que el parámetro es igual a 0, esto

es, la variable considerada no explica en cambio en el precio del suelo para este uso en la centralidad 2.

La única variable respecto al uso del suelo que presenta un parámetro negativo es el dotacional, para el que se estimó un porcentaje de -14.6%, que además es estadísticamente significativo a todos los niveles de significancia.

De otra parte, el estrato muestra un comportamiento positivo frente a cualquier cambio del estrato 1, que corresponde al escenario base. En este sentido, al pasar del estrato 1 al 0, 2, 3, 4, 5 o 6, se presenta un incremento del 134.2%, 201.6%, 350.9%, 441.3%, 242.5% y 310%, respectivamente.

5.5.3. Análisis de resultados con variable cruzada centralidad nivel 3

En esta centralidad la variable *i_obp*, muestra una relación directa frente al precio del suelo, equivalente a un incremento del 0.009% en el precio del suelo cuando se incrementa la distancia con respecto a algún elemento de espacio público.

En las variables dicótomas, se dan incrementos en el precio del suelo en los usos residencial predominante I y II, servicios, comercial, dotacional e industrial, en 21.6%, 30.7%, 71.4%, 42%, 3.9%, y 20.3%. Así mismo, puede afirmarse que todos los parámetros son estadísticamente significativos a niveles de significancia del 1%, salvo la variable uso dotacional que es significativo únicamente al 5%.

Finalmente, el estrato marca un sentido positivo frente a cambios de la base (estrato 1), pues presentan un incremento del 112.5%, 125.6%, 267.8%, 377.1%, 380.3% y 408.2% al pasar a los estratos 0, 2, 3, 4, 5 o 6.

5.5.4. Comparativo de cambios por nivel de centralidad

Una vez obtenidos los resultados en cada nivel de centralidad, se pudo observar que los cambios en la magnitud de variación respecto al precio del suelo sobre el uso y estrato predominante por manzana es diferenciado al nivel de centralidad que se ubique.

El nivel de la centralidad potencia o minimiza la magnitud de cambio en el precio del suelo ante una posible modificación del uso del suelo o el estrato. La tabla 17 contiene los cambios registrados por nivel de centralidad para el uso del suelo predominante por manzana en la ciudad.

Tabla 17. Cambio en el precio del suelo de acuerdo al uso por nivel de centralidad.

Uso del suelo de cambio	Variación en cen_niv1	Variación en cen_niv2	Variación en cen_niv3
Residencial predominante I	44%	16%	22%
Residencial predominante II	54%	16%	31%
Comercio	155%	38%	71%
Servicio	87%	25%	42%
Dotacional	34%	-15%	4%
Industrial	68%	N/S	20%

Fuente: elaboración propia.

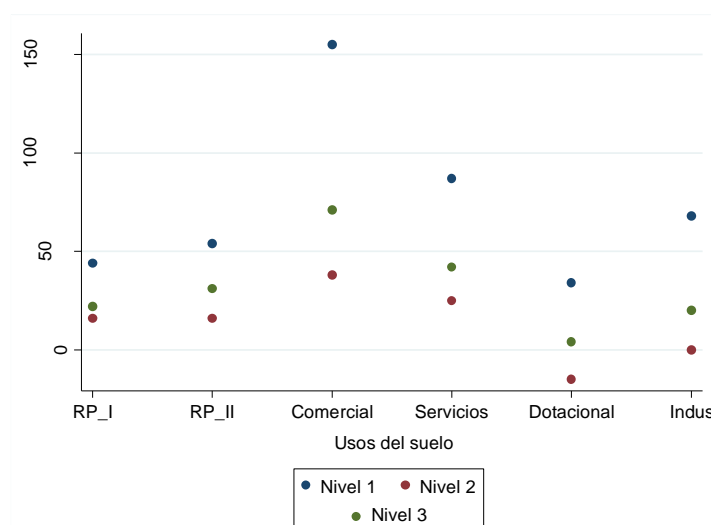
Los cambios registrados en los usos del suelo en las manzanas que por proximidad o pertenencia son de nivel 1, es decir, aquellas de integración nacional e internacional, son mayores que los presentados en los demás niveles. Un posible cambio a predominante I y II, que marca una mezcla de usos en la manzana con otros usos diferente al residencial, aumentaría el precio del suelo en un 44% y 54% respectivamente. Cambiar el uso a comercio lo eleva en un 155%, a servicios 87%; mientras que en usos dotacional e industrial se presentan aumentos en un 34% y 68% respectivamente.

Los comportamientos de las manzanas y sus usos en centralidades de nivel 2, es decir, aquellas que cuentan con integración regional, presentarían incrementos en 4 de 6 usos. Los incrementos que se dan en predominante I y II son los mismos, un 16%; en este sentido se plantea una indiferencia a contar con una manzana con menor o mayor mezcla de usos, pues la magnitud de cambio en el precio del suelo sería igual. El comercio aumenta en un 38% y los servicios en un 25%, valores muy inferiores a lo que ocurre en un nivel de centralidad nacional e internacional. El cambio a un uso dominante dotacional significaría una pérdida de un 15% en el precio del suelo residencial exclusivo, mientras que el industrial no fue estadísticamente significativo para presentar su resultado.

En centralidades de integración urbana, que corresponden a un nivel 3, presentarían cambios en residencial predominante I y II de 22% y 31% respectivamente. Al igual que en

centralidades de nivel 1, se presentaría una diferencia entre las magnitudes de mezcla de uso en la manzana, siendo mayor el cambio en el precio del suelo cuando presenta una mezcla mayor. El comercio aumentaría el precio en un 71%, servicios en un 42%; dotacional presentaría un incremento del 4% mientras que el industrial marcaría un 20%. El gráfico 3 muestra las mencionadas diferencias por nivel centralidad.

Gráfico 3. Variación porcentual del precio del suelo respecto a usos por nivel de centralidad.



Fuente: elaboración propia

En cuanto al estrato, la tabla 18 compila los resultados por nivel de centralidad que cada cambio generaría en el precio del suelo de la manzana.

Tabla 18. Cambio en el precio del suelo de acuerdo al estrato por nivel de centralidad.

Estrato de cambio	Variación en cen_niv1	Variación en cen_niv2	Variación en cen_niv3
Estrato 0	95%	134%	112%
Estrato 2	83%	202%	125%
Estrato 3	183%	351%	268%
Estrato 4	269%	441%	377%
Estrato 5	534%	242%	380%
Estrato 6	726%	310%	408%

Fuente: elaboración propia.

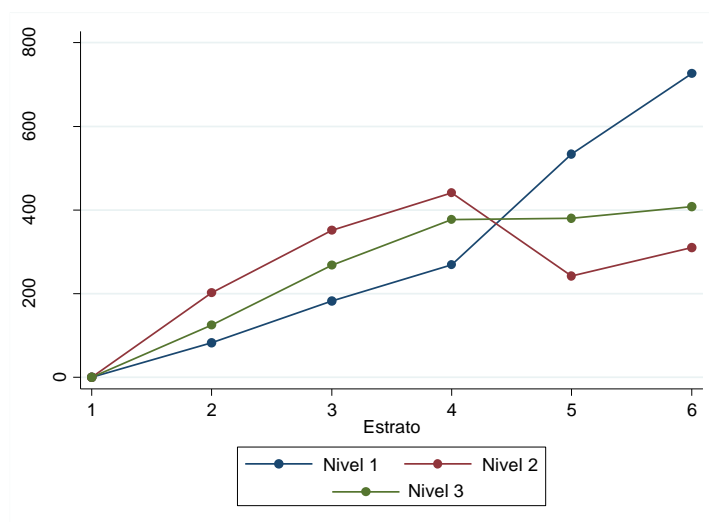
En la centralidad de nivel 1, aquellas manzanas de estrato dominante 1, si pasaran a no tener estrato (codificado como cero) que se da en usos relacionados con comercio, servicio, industria entre otros, significaría un aumento en el precio del suelo en un 95%. Respecto a

los estratos residenciales que oscilan entre el 2 y el 6, en la centralidad 1 se marca una tendencia incremental al pasar por un posible cambio del 83% en el precio del suelo en estrato 2 a un 726% de incremento en el estrato 6. El cambio entre el estrato 3 y el estrato 6 se sitúa en 183%, 269% y 534% en el precio del suelo.

En la centralidad de nivel 2, los cambios posibles entre estratos son más fuertes que los presentados en la centralidad de nivel 1, hasta el estrato 4, en donde alcanzaría el 441% de incremento en el precio del suelo. No obstante, a partir de allí los cambios en estratos 5 y 6 que marcan condiciones urbanas de entorno e ingreso mejores que las demás existentes en la ciudad, tendrían un menor impacto en esta centralidad; tanto así que el cambiar a un estrato 4 significaría un mayor incremento en el precio del suelo que los dos estratos más altos de la ciudad.

En la centralidad de nivel 3, en todos los estratos presentaría incrementos los cambios de estrato 1 a cualquiera de los demás definidos. Sin embargo, es importante ver como pasar a un estrato 4 o 5 resulta indiferente, pues presentan incrementos muy cercanos; además, el cambio al estrato 6 sólo significaría un aumento del 30% frente al valor marcado para los estratos 4 y 5.

Gráfico 4. Variación porcentual del precio respecto a estrato por nivel de centralidad.



Fuente: elaboración propia.

El gráfico 4 denota unas preferencias diferenciadas de acuerdo al tipo de integración a la que pertenece o se asocia la manzana. En la centralidad de integración nacional e internacional

los cambios son incrementales y presentan los mayores cambios posibles en los estratos más altos, 5 y 6; la centralidad de integración regional en cambio presenta un declive en los posibles cambios para los estratos más altos, pues el estrato 3 generaría más valor en el precio del suelo que el 5 y 6; la centralidad urbana marca variaciones incrementales hasta el estrato 6, pero a partir del estrato 4 comienza a manejar valores muy similares entre estos 3 segmentos.

6. Conclusiones

La ciudad es un espacio heterogéneo. Para su análisis se contó con la base catastral distrital, la cual es una valiosa herramienta que permite reconocer las diferencias entre las manzanas a nivel de edificabilidad, usos, precios y otros temas relativos a la localización. Esto responde a una relación en la cual la administración distrital regula a partir de la norma urbana que otorga.

El modelo log-lineal estimado a partir de variables cruzadas, captura las diferencias que se dan en el precio del suelo, utilizando para ello la jerarquía de las centralidades de la ciudad.

Respecto a los usos del suelo, el modelo muestra diferencias en su incidencia sobre el precio que dependen de la centralidad en la cual se encuentra la manzana. Cambios autorizados por la administración respecto al uso del suelo en la centralidad 1 (de integración nacional-internacional) presentan mayores incrementos en el precio del suelo y, por ende, mayor potencial de captura de recursos por plusvalía.

Los resultados permiten a la ciudad contar con insumos diferenciados para realizar el ejercicio de planificación y financiación a través de instrumentos de captura de valor, con información de mayor detalle. Con esta acción, la administración puede contribuir a proyectar los impactos de las actuaciones urbanísticas sobre los precios del mercado inmobiliario de la ciudad.

Como novedad, además de las variables relacionadas con rentas diferenciales, como las del comercio y servicio, el trabajo incorpora la variable estrato, la cual no es identificable de manera precisa en otros países. Es útil aclarar que, por tratarse de una medida de la calidad del entorno, está asociada con rentas diferenciales de tipo II que provienen de las mejoras realizadas por la intervención del Estado (el Distrito) y de allí la posibilidad de la captura de plusvalía.

Del trabajo pueden surgir dos líneas de profundización, una a nivel de análisis de fenómenos como, por ejemplo, estudiar los procesos de metropolización y su incidencia sobre la disponibilidad de equipamientos urbano y el precio del suelo o el análisis de las zonas redensificadas de la ciudad.

De otra parte, se puede profundizar a nivel del método econométrico; es necesario contar con aproximaciones más precisas y con unidades geográficas más detalladas. En este sentido, se debe propender por avanzar en el uso de metodologías que identifiquen la heterogeneidad de las unidades territoriales al interior de la ciudad y permitan contar con información más precisa para el proceso de ordenamiento del territorio por parte de la administración distrital.

7. Referencias bibliográficas

- Alfonso, O. (2009). Economía institucional de la intervención urbanística estatal. *Territorios*, 135-160.
- Alfonso, O. (2011). La cuestión de las plusvalías urbanas: viejas discusiones, nuevas perspectivas. En O. Alfonso, V. Moncayo, & S. Jaramillo, *Plusvalías Urbanas* (págs. 27-55). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Alfonso, O. (2016). La calidad de la densidad urbana en Bogotá. *Revista de Economía Institucional*, 229-253.
- Alzate, M. C. (2006). *La estratificación socioeconómica para el cobro de servicios públicos domiciliarios en Colombia ¿solidaridad o focalización?* Bogotá: CEPAL.
- Arcos, O. (2011). Sobre la renta, el impuesto a la renta y el costo marginal. *Revista CIFE*, 135-150.
- Baptista, P., Fernández-Collado, C., y Hernández, R. (2006). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Beavon, K. (1981). *Geografía de las actividades terciarias: una reinterpretación de la teoría de los lugares centrales*. Barcelona: Oikos.
- Becerra, L. (2013). Aproximaciones microeconómicas en la Teoría de los Lugares Centrales de Christaller. *Revista Ensayos Sobre Política Económica (ESPE)*, 67-120.
- Berry, B. (1963). *Commercial Structure and Commercial Blight: retail patterns and processes in the city of Chicago*. Chicago: University of Chicago.
- Berry, B., y Garrison, W. (1958). Recent developments of central place theory. *Papers in regional science*, 107-120.
- Blaug, M. (2001). *Teoría económica en retrospectiva*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Cabrera, J., y Moreno, N. (2014). Teoría de la ubicación de Alfred Weber y su aplicación en los ingenios del cluster azucarero del Valle del Cauca. *Trabajo de grado*, Universidad . Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Mimeo.
- Christaller, W. (1966). *Central Places in the Southern Germany*. New Jersey: Prentice Hall.
- Díaz, L., y Morales, M. (2012). *Análisis estadístico de datos multivariados*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Franco, Á., y Zabala, K. (2012). Los equipamientos urbanos como instrumentos para la construcción de ciudad y ciudadanía. *dearq*, 8 - 13.

- Fujita, M., y Krugman, P. (2004). The new economic geography: Past, present and the future. *Papers in Regional Science*, 139-164.
- Giraldo, F. (2011). La mano invisible del Estado. En PNUD, *El uso del suelo: un gran desafío para Bogotá* (págs. 13-53). Bogotá: PNUD.
- González, A. (2011). Nuevas percepciones del territorio, espacio social y el tiempo. Un estudio desde los conceptos tradicionales (o clásicos) hasta su concepción en el siglo XXI. *VI jornadas de jóvenes investigadores*, 1-14.
- Gottmann, J. (1973). *The significance of territory*. Charlottesville: The University Press of Virginia.
- Gross, P. (1998). Ordenamiento territorial: el manejo de los recursos rurales. *EURE*, 116-118.
- Haesbaert, R. (2012). Del mito de la desterritorialización a la multiterritorialidad. *Seminario Permanente "Cultura y Representaciones sociales"*, Instituto de investigaciones sociales - UNAM.
- Halvorsen, R., & Palmquist, R. (1980). The interpretation of Dummy Variables in Semilogarithmic Equations. *American Economic Association*, 474-475.
- Instituto Nacional de Estadística y Geoestadística. (2010). *Manual de cartografía geoestadística*. Ciudad de México: INEGI.
- Jaramillo, S. (2012). *Hacia una teoría de la renta del suelo urbano* (Segunda ed.). Bogotá: Uniandes.
- Kalmanovitz, S. (1972). La teoría marxista de la renta del suelo. *Revista de la Universidad Nacional*, 71-110.
- Lösch, A. (1957). *Teoría económica espacial*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Martínez, E. (2007). *La planeación urbanística: manifestación del ejercicio de una potestad administrativa discrecional*. Bucaramanga: División editorial y de publicaciones UIS.
- Massiris, Á. (2005). *Fundamentos conceptuales y metodológicos del ordenamiento territorial*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Mill, J. (1943). *Principios de economía política, con algunas de sus aplicaciones a la filosofía social*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). *Información práctica para formulación de Planes de Ordenamiento Territorial*. Bogotá: MAVDT.

- Moncayo, V. (2011). La plusvalía urbana en Colombia: un instrumento fiscal de afectación de la renta diferencial inmobiliaria. En O. Alfonso, V. Moncayo, y S. Jaramillo, *Plusvalías Urbanas* (págs. 211-292). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Ortega, C. (2016). *Modelo teórico para analizar la relación entre la regulación normativa de usos y precios del suelo y estimar sus predicciones*. Bogotá: Secretaría Distrital de Planeación. Mimeo.
- Palacio-Prieto, J., Sánchez-Salazar, M., Casado, J., Delgado, J., Velásquez, A., Chías, L., y Ortíz, M. (2004). *Indicadores para la caracterización y el ordenamiento territorial*. México: Universidad Autónoma de México.
- Ricardo, D. (1959). *Principios de economía política y tributación*. Bogotá: Fondo de cultura económica.
- Sack, R. (1991). El significado de la territorialidad. En P. Pérez Herrero, *Región e historia en México (1700–1850)* (págs. 194-204). México: Instituto de Investigaciones Históricas.
- Santos, M. (1994). O Retorno do Território. En M. Santos, L. Silveira, & M. De Souza, *Território: Globalização e Fragmentação* (págs. 15-20). São Paulo: Hucitec-ANPUR.
- Schneider, S., y Tartaruga, I. (2006). Territorio y enfoque territorial: de las referencias cognitivas a los aportes aplicados al análisis de los procesos sociales rurales. En M. Manzanal, G. Neiman, y M. Lattuada, *Desarrollo Rural. Organizaciones, Instituciones y Territorio* (págs. 71-102). Buenos Aires: CICCUS.
- Scott, A., y Storper, M. (2015). The Nature of Cities: The Scope and Limits of Urban Theory. *International Journal of Urban and Regional Research*, 1-15.
- Secretaría Distrital de Planeación. (2011). *Algunos planetamientos metodológicos y cifras sobre la modificación del POT*. Bogotá: SDP.
- Secretaría Distrital de Planeación. (2011). *Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos*. Bogotá: SDP.
- Smith, A. (1958). *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. México: Fondo de cultura económica.
- Smolka, M. (2003). La experiencia y el debate colombiano en el contexto latinoamericano. En M. M. Maldonado, *Reforma urbana y desarrollo territorial: experiencias y perspectivas de aplicación de las leyes 9 de 1989 y 388 de 1997*. Bogotá: Lincoln Institute of Land Policy, Uniandes, Fedevivienda.

- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo de Chile. (2011). *Plan regional de ordenamiento territorial: contenido y procedimientos*. Santiago: CEDOC SUBDERE.
- UAECD. (1 de Enero de 2015). *Consultas: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital*. Obtenido de Sitio web de Catastro Distrital: <https://www.catastrobogota.gov.co/es/consulte-el-valor-de-referencia-del-metro-cuadrado-de-los-predios-de-bogota>
- Weber, A. (1929). *Alfred Weber's Theory of the Location of Industries*. Chicago: Chicago University Press.
- Weber, M. (1997). *Economía y sociedad*. México: Fondo de cultura económica.