

# ANÁLISIS DE LA DINÁMICA URBANA

MEDICIÓN,  
GESTIÓN Y  
FINANCIACIÓN  
DEL DESARROLLO  
URBANO



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

**BOGOTÁ**  
HUMANANA







# ANÁLISIS DE LA DINÁMICA URBANA

---

MEDICIÓN,  
GESTIÓN Y  
FINANCIACIÓN  
DEL DESARROLLO  
URBANO

**Secretaría**Distrital  
**Planeación**Bogotá

[www.planeacionbogota.gov.co](http://www.planeacionbogota.gov.co)

Alcaldía Mayor de Bogotá  
Secretaría Distrital de Planeación  
Cra 30 N° 25-90 TORRE B. PISO 1, 5, 8 Y 13  
BOGOTÁ D.C.  
2015  
www.sdp.gov.co

ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
Gustavo Francisco Petro Urrego

SECRETARIO DISTRITAL DE PLANEACIÓN  
Gerardo Ardila Calderón

SUBSECRETARIO DE  
PLANEACIÓN SOCIOECONÓMICA  
Octavio Fajardo Martínez

DIRECTOR DE ECONOMÍA URBANA  
Antonio José Avendaño Arosemena

Documentos Técnicos Presentados:

Índice de Seguimiento de la estructura Socioeconómica  
Hernán Dario Enriquez Sierra

Definición de los Instrumentos de Planificación y  
Financiación requeridos en la Zonas de Mejoramiento  
Urbanístico (ZMU)  
Antonio José Avendaño Arosemena

La Transferencia de Derechos de Construcción y  
Desarrollo  
Alex Smith Araque Solano  
Modelo de Incentivo a la Construcción Sostenible  
Isidro Hernández

EQUIPO TÉCNICO DIRECCIÓN DE ECONOMÍA URBANA  
Antonio José Avendaño Arosemena  
Susana Katherine Chacón Espejo  
Paco Ayonel Bermúdez Quintero  
Manuel Alejandro Jarro Navarro  
Oscar Iván Ospina Ramos  
Edwin Ramírez Pardo  
Oliverio Pérez Mora  
Esneda Milena Pérez Benavides  
Sandra Liliana Devia Artunduaga  
Henry Vivas Escobar  
Pedro Nel Gerena González

JEFE OFICINA ASESORA DE PRENSA Y COMUNICACIONES  
Angélica del Pilar Molina Reyes

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN  
Jeferson Cuervo S.  
Exprecards S.A.S

DISEÑO DE PORTADA  
Melissa Mora T - Diseñadora  
Oficina Asesora de Prensa y Comunicaciones de la  
Secretaría Distrital de Planeación.

IMPRESIÓN  
Exprecards S.A.S

Este documento es público, ha sido realizado para  
generar valor público y para el disfrute de quienes  
están comprometidos con hacer de Bogotá una ciudad  
más democrática.

Está prohibida su venta.

La información contenida en el presente documento  
puede ser utilizada total o parcialmente mientras se cite  
la fuente.

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra -  
incluido diseño y portada-, sea cual fuere el  
medio, electrónico o mecánico, sin consentimiento por  
escrito de la entidad.

ISBN 978-958-8310-90-9

Impreso en Bogotá, Colombia. septiembre 2015.





# Contenido

Construcción de un índice de Seguimiento de la Estructura Socioeconómica de Bogotá  
Hernán Dario Enríquez Sierra **13**

---

Definición de los Instrumentos de Planificación y Financiación requeridos en la Zonas de Mejoramiento Urbanístico (ZMU)  
Antonio José Avendaño Arosemena **63**

---

La Transferencia de Derechos de Construcción y Desarrollo  
Alex Smith Araque Solano **145**

---

Modelo de Incentivo a la Construcción Sostenible  
Isidro Hernández **189**

---







# Introducción general

---

**L**a Dirección de Economía Urbana de la Secretaría Distrital de Planeación en su función de apoyar la toma de decisiones respecto al desarrollo territorial de Bogotá D.C. y en el diseño y formulación de alternativas de instrumentos de financiación urbana, presenta una serie de estudios orientados a cumplirlas disposiciones del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad así como las metas del Plan de Desarrollo de Bogotá Humana 2012-2016. Las investigaciones realizadas muestran parte del trabajo técnico realizado durante esta Administración en materia de planificación urbana.

El primer documento propone un índice de seguimiento de la estructura socioeconómica de Bogotá desde una perspectiva funcional. A partir de este índice, se analizan las centralidades de la ciudad bajo condiciones funcionales de las mismas, entendidas como aquellas condiciones de accesibilidad a los centros de actividad económica y equipamientos urbanos, dinámica inmobiliaria y su relación con la forma urbana de la ciudad. Este índice permite evaluar la estructura socioeconómica y espacial de la ciudad desde una aproximación integral a la actividad económica y a su representación en el territorio.

En cuanto al propósito de una ciudad que supera la segregación urbana, el segundo documento analiza las posibilidades de intervención pública en las “zonas de mejoramiento integral”, cuyo origen informal conlleva al desequilibrio en los soportes urbanos de estas áreas frente al resto de la ciudad. A partir de simulaciones econométricas, se evalúa el impacto socioeconómico y urbanístico de estas intervenciones considerando el desarrollo de infraestructuras de transporte importantes como el Cable Aéreo de Ciudad Bolívar.

El tercer documento aborda la venta de derechos de edificabilidad para el desarrollo urbanístico de la ciudad como un mecanismo de financiación para el ajuste de la estructura urbana ante los nuevos requerimientos, e incluso para la generación de recursos para financiar las intervenciones en las zonas de mejoramiento integral. Esta investigación se realiza desde una perspectiva económica sin hacer hincapié en las consideraciones legales que pueda implicar la implementación del instrumento.

El último estudio se enmarca dentro del objetivo de ciudad que enfrenta el cambio climático en un escenario de crecimiento inmobiliario. Esta investigación presenta una primera aproximación a las alternativas que tiene la Administración Distrital para estimular la construcción sostenible y reducir así la huella ambiental que le deja desarrollo inmobiliario tradicional a la ciudad. En general, estos estudios se constituyeron en un soporte técnico relevante en las decisiones de la Secretaría Distrital de Planeación frente al desarrollo urbano sostenible de la capital.



PELETERIA

PELETERIA

LOS VESTIDOS

LOS VESTIDOS

LOS VESTIDOS





ARRIENDA  
180 mts - E  
Oportun  
320 42

la rebaja  
MINIMARKET

PALETERIA  
BARAVITO EL MUNDO LO  
EMCKINGS

24

# CAPITULO 1



---

# **Construcción de un índice de seguimiento de la estructura socioeconómica de Bogotá**

---





## *Introducción*

---

La interacción de las dinámicas social y económica de una ciudad tiene consecuencias físicas sobre la misma, más aún cuando dicha ciudad es la de mayor población y el principal polo económico del país como es el caso de Bogotá. Esta interacción ha conducido a la estructura urbana existente en la ciudad, donde las distintas actividades productivas que tienen lugar en el distrito y el empleo directo e indirecto que estas generan plantean patrones ordenados, los cuales generan efectos locales de ciudad y metropolitanos. Bajo esta óptica, desde el Plan de Ordenamiento Territorial -POT- se han identificado los centros de aglomeración de empleo y actividades económicas y se han categorizado dentro de la estructura socioeconómica de la ciudad dentro de una red de centralidades.

Las centralidades, entendidas como áreas de atracción económica que aglomeran empresas y trabajadores son el motor del valor agregado que se genera en la ciudad. Por medio de la oferta de equipamientos y el aprovechamiento de la infraestructura de servicios existente, actividades principales y secundarias emplazadas en una centralidad, no solo coexisten, sino que a su vez se benefician por la ubicación de cada otra.

El Decreto Distrital 190 de 2004, ha reconocido las áreas de centralidad y su alcance a partir de las actividades económicas localizadas y ha planificado otras para emplazar en ciertos sectores de la ciudad. A partir del reconocimiento de las áreas de centralidad, el POT genera instrumentos para potenciar dichas áreas y mantener la ventaja comparativa nacional de localización de actividades en estas zonas. Si bien desde el POT y ejercicios posteriores a este, la Dirección de Economía Urbana ha realizado seguimiento a la estructura socioeconómica de la ciudad, se ha realizado desde el punto de vista morfológico, el cual consiste en la identificación de los centros de actividad y la caracterización de estos dentro de un marco local.

Sin embargo, es necesario complementar dichos análisis con una evaluación de las condiciones funcionales de cada centralidad, entendidas como aquellas condiciones de accesibilidad, complementariedad con otras actividades no económicas y su relación con la forma urbana de la ciudad. El interés se centra desde este punto de vista en la evaluación del cambio de la accesibilidad a la red y así poder detectar una posible disminución en las ventajas de localización o el surgimiento de nuevos centros de actividad que por su insipiencia no pueden ser detectados por el método tradicional.

En este documento se plantea la construcción de un índice de seguimiento de la estructura socioeconómica y espacial de la ciudad que incluya las condiciones funcionales del sistema. Por esta razón se obvian las condiciones morfológicas, ya que dadas las características de aglomeración de actividad, el cambio de ubicación de los centros no se obtendría en el corto plazo, como sí lo hacen las condiciones de funcionalidad.

El índice guarda las características propias de este tipo de medidas. Otorga una medida ordinal de mejora o desmejora de cada manzana de la ciudad en cuanto a la funcionalidad pensada para la estructura socioeconómica y espacial. La medida es comparable en el tiempo y reúne información tanto de empleo como de actividad económica. Finalmente, la medida puede ser replicable en el tiempo con la información y metodología contenidas en este documento.

## *Aproximación funcional a la medición de la dinámica de la estructura socioeconómica y espacial*

Para realizar una evaluación de la estructura socioeconómica y espacial de la ciudad es necesario tener en cuenta una aproximación integral a la actividad económica en la ciudad y su representación en el territorio. En este sentido, la evaluación debe incluir las características morfológicas y las relaciones funcionales de la estructura la cual se establece en la red de centralidades.

Las características morfológicas hacen referencia a la identificación de las aglomeraciones de actividad económica al interior de la ciudad, las que por los beneficios de la cercanía descritos por Marshall (1890), desbordan los beneficios de la actividad a toda la ciudad. Las economías de aglomeración son las que explican en mayor medida el surgimiento de centros de actividad, ya que dentro de los determinantes para que personas y actividades se concentren e interactúen en un lugar se encuentran la especialización del trabajo, la innovación tecnológica y el aprovechamiento conjunto de los bienes y servicios urbanos.

A su vez, los efectos externos producidos dentro de las áreas de centralidad generan factores de atracción de población y negocios, lo que aumenta su atracción local, regional (incluso internacional) y especializa los mercados urbanos. La capacidad de generar los efectos externos que se materializan en beneficios privados y sociales, es la que permite mantener una senda creciente de valor agregado en los centros de actividad, el cual se irriga a otras áreas de la ciudad y la región.

En este sentido, identificar las fuentes de economías de aglomeración permite ubicar en la ciudad los centros de generación de valor agregado y generación de empleo, los cuales definen las capacidades de ingreso de la población y el acceso a fuentes de bienestar. De igual manera, dado que la actividad económica aumenta en el tiempo pero no al mismo ritmo de la oferta de servicios urbanos, infraestructura o medios de comunicación y transporte, los beneficios de ubicación se pueden perder por efectos externos negativos como la congestión y la saturación de servicios.

La evolución de las ciudades ha llevado a la consolidación de sistemas de centros de actividad económica generados a partir de un centro tradicional. Bien por la saturación del centro o por la búsqueda de mejores condiciones en la ubicación y renta de los nuevos negocios, emergen nuevos centros de actividad económica con una dinámica propia. Por esta razón, el esquema monocéntrico y concentrador de actividades da paso a uno policéntrico donde cada una de las centralidades complementa a las demás en la actividad económica que concentra.

Para el caso de Bogotá, el Plan de Ordenamiento Territorial definido en el Decreto 190 de 2004 establece el sistema de centralidades y su nivel de integración existentes en la ciudad, así como propone el desarrollo de nuevas centralidades en sectores considerados como estratégicos por la administración. La tabla 1 describe cada una de las centralidades.

Tabla 1

Centralidad	Nivel de Integración
Centro Histórico – Centro Internacional	Nacional – Internacional
Calle 72 – Calle 100	Nacional – Internacional
Salitre - Zona Industrial	Nacional – Internacional
Restrepo – Santander	Urbano
Veinte de Julio	Urbano
Quirigua – Bolivia	Regional
Usaquén – Santa Bárbara	Nacional – Internacional
Toberín – La paz	Regional
Álamos	Urbano
Chapinero	Urbano
Siete de Agosto	Urbano
Fontibón – Aeropuerto El Dorado	Nacional – Internacional
Delicias – Ensueño	Regional
Américas	Urbano
Danubio – Río Tunjuelo	Urbano
Bosa	Urbano
Suba	Urbano
Llanos – Nuevo Usme	Nacional – Internacional
Ferías Rionegro	Urbano
Corabastos	Urbano
Prado Veraniego	Urbano

Fuente: Decreto 190 de 2004, artículo 23

La literatura de la economía urbana se ha concentrado en la evaluación de las condiciones morfológicas de la estructura urbana, es decir, en definir los lugares de la ciudad en donde se concentran actividades y empleos. Los trabajos más representativos en esta materia se han enfocado en la identificación de centros de empleo a partir de condiciones espaciales como en Giuliano & Small (1991), o por propiedades estadísticas y densidades de actividad como en McMillen & McDonald (1998).

Adicionalmente, se define la relación entre los subcentros a partir de la estimación de complementariedades y sustituciones entre ellos. El fin último de los trabajos mencionados, no permite realizar un análisis de las características propias de cada centro ya que su metodología se enfoca a áreas de concentración y no en las condiciones bajo las cuales persiste dicha concentración.

La dirección de Economía Urbana cuenta con un ejercicio de identificación de este tipo, el cual incluye una definición socioeconómica del sistema de centralidades y sus áreas de proximidad (DEU, sf). Este documento, junto con la definición del sistema de centralidades contenida en el POT, constituye el punto de referencia de las condiciones morfológicas de la estructura socioeconómica y espacial que se sigue en este documento.

Sin embargo, dado que solo se considera un componente, es necesario complementar el ejercicio con la evaluación de las condiciones funcionales del sistema de centralidades. Para ello se deben incluir dos elementos que integren el análisis. El primero de ellos se relaciona a las condiciones económicas de acceso a la estructura socioeconómica que, adicional a los beneficios mencionados por la generación de economías de aglomeración, incluya los efectos negativos de la consolidación de los centros, como es el caso de la congestión, por ejemplo.

El segundo elemento a incorporar se relaciona con las características físicas que se evidencian en el proceso de consolidación de cada centro de empleo cuando median los efectos positivos y negativos de la aglomeración. De esta manera, junto a la accesibilidad, es necesario contar con un indicador de la funcionalidad física de los centros de empleo y de su cambio a partir de las condiciones planteadas arriba. La siguiente sección describe la forma de conjugar los elementos mencionados y propone, a partir de la literatura consultada, la construcción de indicadores que midan la evolución de las centralidades a partir de la funcionalidad tomando como dada la morfología de la estructura urbana.

## *La accesibilidad como indicador de la evolución de estructura socioeconómica y espacial*

Con el fin de realizar un análisis dinámico de la estructura socioeconómica y espacial, es necesario entender las manifestaciones de cambio que se pueden expresar en esta, que son cuantificables y además tienen una representación en el territorio. Al incluir aspectos claves de las interacciones sociales en la ciudad, la forma urbana es la representación espacial de la intensidad de dichas interacciones. Por este motivo, analizar los cambios relevantes de la estructura urbana que generan algún tipo de incentivo o inhibición de la actividad económica es el objetivo a seguir, con el fin de determinar la evolución de las condiciones socioeconómicas de la ciudad.

La evolución de la estructura urbana en términos de actividad económica se puede dividir en dos grandes componentes.

En el primero se sitúan las condiciones morfológicas del entorno urbano que permiten la aglomeración de actividades. En el segundo componente se incluyen las condiciones funcionales en las que media la organización de las actividades y la interacción de los agentes urbanos.

Las condiciones morfológicas a evaluar se centran en la localización de empleo y población. La evaluación de la dinámica consiste en la determinación de centros de aglomeración de empleo en donde se generan externalidades positivas para el desarrollo de la actividad económica y se comparten los beneficios de cercanía de bienes y servicios urbanos.

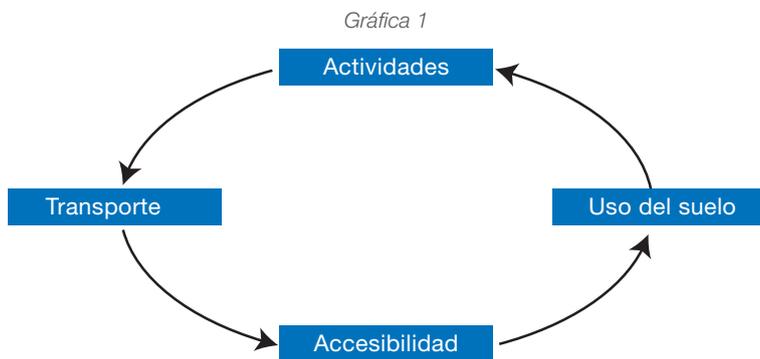
Las condiciones funcionales se manifiestan en un sentido más económico, el cual explica los determinantes mismos de la ubicación y la representación física de las actividades económicas y sociales en el territorio. Para este componente, no solo es importante el conocimiento de la existencia de centros concentradores de empleo y la generación de economías de aglomeración en cada uno de ellos. En este enfoque interviene la organización de las actividades económicas y los vínculos de los individuos con los centros. La evaluación dinámica que se realiza desde este punto de vista trata dos aspectos fundamentales: la accesibilidad a los centros de empleo y el uso del suelo urbano.

## Accesibilidad y uso de suelo

A partir de los planteamientos del modelo de Alonso (1964) se puede deducir que existe una relación de dependencia entre la accesibilidad a un centro de empleo y las posibilidades de que éste cambie en el tiempo. Sin embargo, dicho modelo no desarrolla las condiciones sobre las cuales se presenta la oportunidad de acceder al empleo, bienes y servicios que se localizan en los centros de actividad.

Por esta razón es necesario profundizar en la cuestión relacionada a cómo se accede a los beneficios localizados en los centros de empleo. Wegener (1994) estudia la relación entre localización de actividades y la accesibilidad a los centros donde se encuentran ubicadas. El autor sostiene que la interacción y evolución de la estructura urbana representada en una red de centros de empleo se explica dinámicamente a partir de un ciclo en el que confluye el transporte y el uso de suelo, el cual se retroalimenta constantemente y le determina el alcance al crecimiento de las actividades en el territorio.

La gráfica 1 expone el ciclo y la forma en la que éste se completa cuando se incorpora la accesibilidad a los centros y las actividades económicas que se localizan en ellos.



Fuente: Wegener 1994

La gráfica evidencia un ciclo unidireccional en el que ante un mayor número de actividades económicas localizadas en el centro, se genera un aumento en los flujos de transporte. Con infraestructura y tecnología de transporte dada, la accesibilidad se manifiesta en un mayor número de viajes al centro.

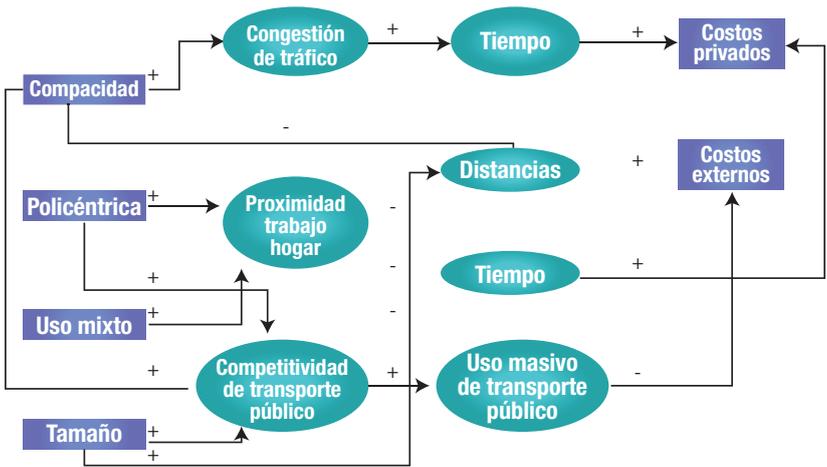
El mayor número de viajes representa un crecimiento del mercado (efecto de mercado interior) y un aumento del área de alcance del centro. Esto motiva la ubicación de otras actividades en el centro y su área de proximidad, las cuales no necesariamente son las mismas establecidas allí con anterioridad. Como resultado se presentan cambios en el uso del suelo y de esta manera se completa el ciclo.

Teniendo en cuenta a la accesibilidad como el punto clave de la evolución de la estructura urbana, se hace necesario describir con mayor detalle los términos funcionales sobre los cuales se determinan los cambios de esta estructura bajo dicha óptica. Considerando las características urbanas, se pueden establecer, Siguiendo a Veneri (2010), los principales aspectos de la estructura urbana que influyen en la accesibilidad. Ellos son compacidad, policentrismo, mezcla de usos y tamaño de la ciudad.

Estos componentes tienen efecto sobre tres elementos de la accesibilidad que son la congestión de tráfico, la proximidad del hogar al sitio de trabajo y la competitividad de los sistemas de transporte. El cambio en estos elementos se evidencia en el tiempo y distancia de viaje, así como en el uso de los sistemas de transporte, y pueden ser entendidos como los costos privados y externos de movilizarse a los sitios donde se localiza la actividad económica.

La gráfica 2 describe la relación entre cada uno de los elementos descritos y determina el cambio en los costos por la dinámica funcional de la estructura urbana.

Gráfica 2



Fuente: Veneri 2010

Los signos presentes en la gráfica determinan la relación entre cada uno de los elementos de accesibilidad que se evalúan para la estructura urbana. Un aumento en la compacidad, entendido como una mayor densidad de población en las áreas residenciales de la ciudad, aumenta los costos privados originados por un mayor tiempo de viaje, resultado de más congestión de tráfico. Este cambio también genera menores costos sociales por mayor uso de sistemas de transporte con mayor competitividad y una menor distancia recorrida por viaje.

Entre más centros de empleo se presenten en la ciudad existe mayor probabilidad de encontrar trabajo cerca del sitio de residencia, lo que reduce el tiempo y distancia de viaje, aumenta la competitividad y uso del transporte masivo y reduce los costos sociales y privados de acceso a la estructura urbana, en tiempo y distancia de viaje.

El uso mixto del suelo se utiliza como un indicador de diversificación de actividades en la estructura urbana. Esta diversificación permite una mayor proximidad de los sitios de vivienda a los sitios de empleo y menores costos sociales y privados. Finalmente un mayor tamaño de la ciudad genera más costos sociales por las mayores distancias a recorrer, los cuales se pueden equiparar en la medida en que el transporte público sea competitivo. Sin embargo, los costos privados aumentarán.

En resumen, un indicador de accesibilidad que mide la conmutación a los centros de empleo, reúne una evaluación global de las condiciones de esos centros frente a la ciudad en general y los costos internalizados por hogares y sociedad para acceder a oportunidades de empleo e ingresos.

## *Indicadores de patrón de empleo y sostenibilidad urbana*

Teniendo en cuenta los aspectos planteados en la sección anterior, un indicador de accesibilidad permite medir las condiciones en las que la población internaliza los costos de su interacción con la estructura económica de la ciudad. Sin embargo, el análisis no puede dar cuenta únicamente de las condiciones de acceso, sino también de la sostenibilidad en el tiempo de la estructura.

Por este motivo, resulta necesario complementar el indicador de accesibilidad con otras medidas que indiquen la evolución de las variables que resultan de las interacciones que se presentan en los centros de empleo.

Smith (2011) propone un sistema de indicadores que permite evaluar la estructura urbana incluyendo Componentes de empleo, de la forma urbana y de patrones de viaje. Todos los indicadores tienen una representación en el territorio y en conjunto evalúan los patrones de especialización de los centros, el nivel de accesibilidad y la evolución física de estos. La tabla 1 resume los indicadores propuestos.

Tabla 1

	Concepto de indicador	Medidas empíricas
Geografía Socio-Económica	Empleo	Ubicación de trabajos Crecimiento y disminución del empleo
	Especialización del empleo	Clasificación de negocio Clases de ocupacional Renta Salarios
	Tipo de hogar	Ingreso Automóvil propio Estructura familiar Clase ocupacional
Forma Urbana	Densidad	Área de uso Crecimiento de área de uso / desarrollo urbano Población residencial y ubicación de trabajos
	Variiedad	Función del mercado de vivienda Diversidad de negocios
Patrones de viaje	Accesibilidad	Accesibilidad regional por transporte público Accesibilidad regional por automovil
	Transporte sostenible	Elección de medio de transporte de viaje trabajo Distancia de viaje al trabajo Emisiones de carbón del viaje al trabajo

Fuente: Smith (2011)

Los indicadores descritos en la tabla se asocian a la forma en la que se vinculan el aspecto morfológico y funcional de la estructura socioeconómica de una ciudad. De igual manera, complementan las condiciones estructurales sobre las cuales se construye conceptualmente el sistema de centralidades en el documento de la Dirección de Economía Urbana.

Los indicadores de la tabla son el punto de partida para definir la estructura de seguimiento y evaluación de la estructura socioeconómica y espacial del distrito. Sin embargo, es necesario evaluar la capacidad de construirlos en el tiempo con la información disponible y la pertinencia de cada uno de ellos para el caso de Bogotá.

## *Seguimiento dinámico del sistema de centralidades*

La aproximación económica para sustentar los indicadores propuestos con el fin de determinar posibles cambios en las centralidades parte de la idea de expansión natural de los centros de empleo en el territorio. Esta situación puede presentarse debido a un posible escenario de saturación de actividades en el área de centralidad que motiva la ubicación de actividades en las áreas de proximidad de cada centro.

Para ello, sustentado en el modelo monocéntrico de Alonso (1964), se asume una ciudad cerrada que no puede extender su perímetro para avanzar sobre las áreas agrícolas. Las posibles actividades que se pueden realizar son comercio, industria y residencial. Esta última tiene la característica de poder absorber las dos primeras actividades (mezcla de usos).

Se tiene un centro que, gracias a las economías de aglomeración, representa las mayores ventajas espaciales para la ubicación de actividades, por las que compiten las empresas. Los trabajadores que buscan accesibilidad a los servicios urbanos, eligen su lugar de trabajo de tal forma que su remuneración sea al menos suficiente para cubrir sus costos de transporte y la renta que deban pagar por el consumo de vivienda.

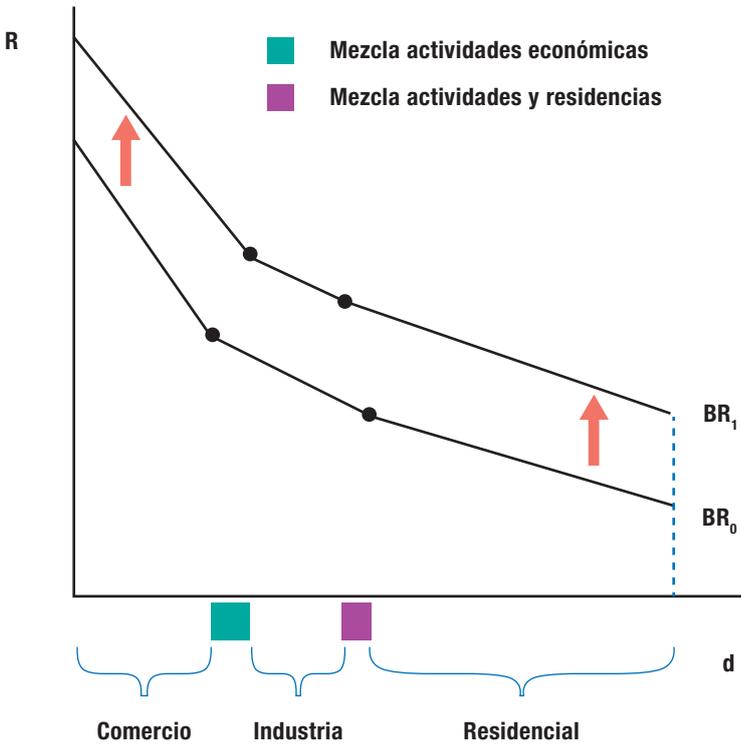
La configuración urbana también está definida por la renta que pagan empresas y trabajadores, y por los costos de transporte. Aquellas actividades que pueden pagar una mayor renta se ubicarán más cerca al centro y deberán ofrecer mejores salarios para compensar los costos de traslado de los trabajadores. Si dichos costos son ampliamente cubiertos, los trabajadores tendrán posibilidad de ubicarse más cerca al centro. Se tiene el mismo fenómeno para la ubicación de actividades económicas fuera del centro de negocios.

Teniendo en cuenta que el área de la ciudad no cambia y que la causación circular que ofrecen las economías de aglomeración lleva a aumentos en el tamaño de la población y el número de empresas, la competencia por ubicación tiene ahora tres efectos. El primero es el aumento de la renta por el efecto de mercado interno que presiona el suelo de la ciudad para las distintas actividades. El segundo efecto se determina por la saturación de actividades en el centro, ya que al ser imposible aumentar más el área de actividad en este lugar, obliga a las empresas a desplazarse por el gradiente de renta hacia las áreas de proximidad del centro, con el fin de aprovechar en alguna medida las ventajas de accesibilidad.

El último efecto se desprende del crecimiento de la población y la presión por suelo de actividades lejanas al centro. En este caso la presión de población incrementa la renta en las áreas residenciales y la presión de suelo permite la mezcla de actividades residenciales y económicas pero a mayores niveles de renta.

La siguiente gráfica resume la dinámica de la estructura urbana y las actividades del centro y sus áreas de proximidad.

Gráfica 3



Fuente: Elaboración propia

El eje horizontal define la distancia al centro, el cual está situado en el origen de la gráfica, a partir de la variable  $d$ . Al tratarse de una ciudad compacta, se evidencia el límite urbano por la línea vertical azul punteada, para la que a una distancia mayor de ese límite no existe dinámica de mercado. El eje vertical define el nivel de renta que se deberá pagar para ubicarse a una distancia determinada del centro. El valor máximo a pagar se encuentra en el centro y se asume que en el límite de la ciudad existe una renta positiva aunque menor que en cualquier otra localización interna.

Se parte de una situación inicial definida por la curva  $C_0$ , que resulta de la envolvente de las curvas de disposición a pagar por empresas de determinado sector y la actividad residencial. Como se asume en el modelo básico de localización de actividades, el comercio (y servicios) se localiza más próximo al centro, seguido por la industria y la vivienda. Los puntos en la curva definen los vértices sobre los que cambia la actividad en el suelo. Para este estudio, las zonas alrededor de estos puntos son las de mayor interés. Como es de esperar, la curva tiene pendiente negativa en todo su recorrido y define el precio que debe ser pagado por cada agente para localizarse en la ciudad.

La gráfica también define el espacio de viaje que deben realizar los consumidores para adquirir bienes en la ciudad, su costo de traslado y la compensación que deben recibir para ubicarse en determinada área. De esta forma, los salarios son una función negativa de la distancia al centro y aquellos trabajadores con mejores ingresos tendrán incentivos a ubicar su residencia más cerca al centro.

Teniendo en cuenta los supuestos enunciados, la dinámica del modelo se ve representada en la gráfica por el desplazamiento hacia afuera de la curva de rentas a una nueva, llamada  $C_1$ . Se puede notar que al existir actividades consolidadas en la cercanía al centro y en las áreas residenciales, el movimiento de las curvas implica un

cambio en los vértices, lo que traerá como consecuencia que en las áreas circundantes a estos se presente mezcla de actividades. En el primer caso, expuesto en el área azul, predomina la mezcla de actividades productivas, mientras que en el segundo, visto en el área roja, la mezcla incluye actividades residenciales.

Las predicciones del modelo en cuanto a la dinámica de crecimiento del centro se pueden resumir en una mayor mezcla de actividades (incluyendo la residencial), mayores rentas e ingresos (asumiendo constante la tecnología de transporte).

El análisis se centra en las áreas de renta-uso definidos pertenecientes a las áreas de proximidad, puesto que allí se define el crecimiento de las centralidades. De aquí se puede determinar el cambio en el uso del suelo y una mayor de mezcla de usos con respecto a la actividad residencial.

Por esta razón, el enfoque de seguimiento se centra en aquellas variables de carácter físico que se pueden actualizar en el corto plazo y que dan una idea del cambio en las centralidades, mientras se puedan actualizar los modelos estructurales descritos arriba. Una vez se han actualizado las variables físicas, con la ayuda de dichos modelos, se podrán realizar inferencias sobre la evolución de las centralidades.

Bajo este contexto, se han calculado dos indicadores para soportar la aproximación descrita. Uno es un índice de mezcla de usos del suelo que había sido propuesta por la Secretaría de Planeación y otro que calcula la moda del uso del suelo por manzana. Se espera tener una comparación de estos indicadores para dos periodos de tiempo en la ciudad y en especial para las áreas de proximidad de las centralidades.

## *Componentes del índice de seguimiento de la estructura socioeconómica y espacial*

Teniendo en cuenta la base teórica y metodológica descrita en la sección anterior, se definen cuatro ámbitos para la construcción de un índice que abarque las diferentes dimensiones del avance de las áreas de centralidad. Cada uno de esos componentes define no solo las características que se pueden evaluar en cuanto a accesibilidad y factor de atracción de los centros de actividad económica de la ciudad, sino también se constituyen en sí mismos como indicadores de avance de la interacción de los agentes urbanos en la actividad económica misma.

Un primer componente es el de accesibilidad a los centros de actividad económica, el cual resume las condiciones de viaje de las personas a los centros de actividad. Para este caso se toma el destino de los viajes de la población en edad de trabajar que son consignados en la Encuesta de Movilidad de 2011 y a partir de su georreferenciación se construye un indicador de atracción de viajes en la ciudad.

Como lo indica la relación entre accesibilidad y uso de suelo, es necesario incorporar la dinámica de ocupación del suelo urbano que define las interacciones entre empleo, actividad económica y vivienda. Para ello se toma el índice de mezcla de usos de suelo construido por la Dirección de Economía Urbana con el fin de tener un indicador de mediano plazo del avance de la actividad económica en el suelo de la ciudad. Esta medida observada para las áreas de proximidad es la que permite ver la dinámica de crecimiento que ha tenido cada centralidad (si es el caso), y a su vez permite inferir sendas espaciales de expansión de las áreas de actividad de toda la ciudad.

El tercer componente que se tiene en cuenta es el del mercado de suelo urbano, ya que se parte de hipótesis tales como excesos de demanda de ubicaciones específicas de la ciudad, las cuales constituyen los gradientes de renta propuestos en el modelo de Alonso, o de los efectos de saturación de las áreas de centralidad que presionan los precios del suelo en sus áreas de proximidad. En este caso y teniendo en cuenta las limitaciones para acceder a información de mercado, se define como una buena aproximación a los avalúos catastrales, los cuales reúnen la valoración de condiciones físicas y de entorno de los predios de la ciudad.

Finalmente, un último componente reúne la información relacionada con la oferta de equipamientos urbanos de la ciudad. Se incluye esta dimensión ya que este tipo de bienes son los que permiten los reforzamientos de las economías de aglomeración, y a la postre menores costos de acceso a la centralidad y mayores beneficios privados y sociales. Se toma en este caso el indicador de distancia a equipamientos<sup>1</sup> construido por la Dirección de Economía Urbana, el cual conjuga la distancia de cada una de las manzanas de la ciudad al sistema de equipamientos.

<sup>1</sup> Este índice es el resultado de un procedimiento de componentes principales entre la distancia que cada manzana presentaba frente a cada tipo de equipamiento.

A continuación se hace una descripción de cada componente para el año 2011, el cual se toma como periodo base para la comparación. Luego de realizar el análisis individual de cada componente, se presenta el cálculo del índice de seguimiento.

## *Indicador de accesibilidad a los centros de actividad económica*

Para realizar seguimiento a la dinámica del sistema policéntrico de actividad económica de la ciudad, es necesario contar con el grado de accesibilidad que tienen los trabajadores y empresas al sistema. Es claro que a partir del grado de especialización de actividades de cada centro del sistema, su tamaño y ubicación en la ciudad, la accesibilidad es diferenciada.

Estas características puramente espaciales pueden ser controladas por medio de la utilización de instrumentos geoestadísticos que definan a partir de distancias o flujos de transporte dicho grado de acceso. Sin embargo, cuando se incluye la posibilidad de que a la par de las características espaciales se trabaja con las diferencias en la distribución de trabajadores y sus características, el análisis de accesibilidad se hace mucho más amplio.

Este componente del índice de seguimiento se encarga de evaluar la accesibilidad no solo en términos geográficos sino también en oportunidades de actividad para los trabajadores. Desde este punto de vista, el concepto de accesibilidad trasciende de la conmutación a la oportunidad de viaje a los centros de empleo.

La medición de la oportunidad de acceso permite complementar otros análisis como el de mezcla de usos de suelo. A este respecto Cervero (1989) argumenta que una mayor combinación de usos está asociada con menores tiempos de conmutación y mayores oportunidades de encontrar en las cercanías los bienes y servicios urbanos.

Adicionalmente, los viajes que se realizan a los centros de empleo encierran aspectos asociados a las características de los trabajadores que confluyen al sistema de centros, los cuales tienen una distribución definida de actividades. Esto indica que el motivo de los viajes y el destino en los centros definen la distribución del empleo por características propias de los trabajadores.

Cuando una ciudad está altamente segregada y los centros de actividad altamente especializados el estudio de los viajes es equivalente al análisis de conmutación de las clases ocupacionales del mercado de trabajo. De esto se puede esperar que aquellos trabajadores menos calificados que se ocupan en las categorías de menor valor agregado realizarán viajes más largos para llegar a su empleo y para obtener servicios urbanos.

Debido a la disponibilidad de la información, no resulta posible estimar indicadores de accesibilidad que incluyan las características mencionadas. Sin embargo, se trabaja en el concepto de oportunidad de un área de conmutación como la probabilidad de que dicha área atraiga un mayor número de viajes. Con este concepto en cuenta, se trabaja con los puntos de destinos reportados en la Encuesta de Movilidad realizada en el año 2011.

Cada una de las personas encuestadas habitantes de la ciudad y de los municipios cercanos declaró cada uno de los viajes que realiza en un día común. Para este trabajo se georreferencian los destinos de viaje de todas las personas, ya que se entiende que por cada viaje se genera actividad y que en la medida en que se encuentren los principales destinos se debería encontrar una relación con la actividad económica aun cuando la persona no este asociada a dicha actividad.

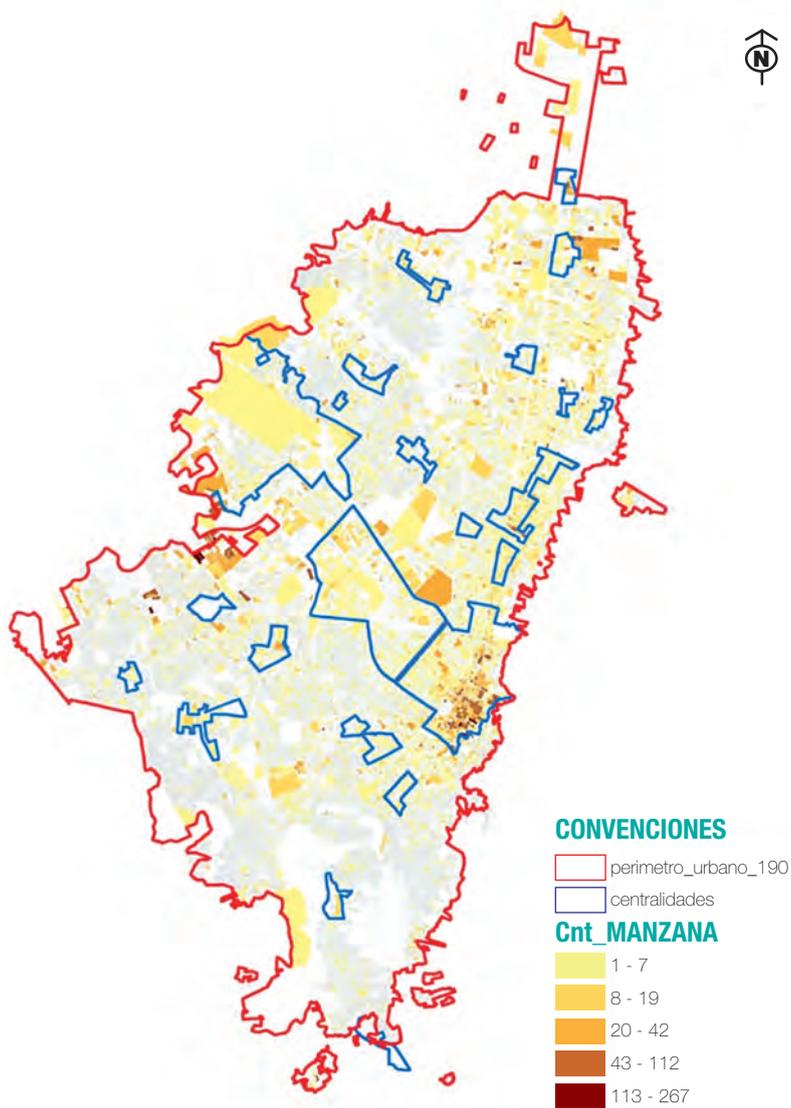
Como el indicador contiene información de otros municipios, este se puede leer de la forma de atracción de viajes a nivel regional, ya que la encuesta tiene diseño representativo para Bogotá y municipios cercanos. El mapa 1 muestra a nivel de manzana el destino de los viajes de la encuesta de movilidad.

Del mapa se pueden extraer dos conclusiones preliminares. En primer lugar, la mayor presión de destino de los viajes a la ciudad por actividad económica se presenta en el centro histórico, en la calle 72, la zona franca de Fontibón, y la zona comercial de la calle 195. En segundo lugar, se nota una influencia importante de destino de los viajes de universidades y otros centros educativos. El motivo de dejar a estos últimos destinos radica en las economías de alcance que generan los centros educativos al atraer actividades de servicios conexos para la población estudiantil.

Si se analizan los destinos en términos de centralidades como lo sugiere el mapa 1, se tiene que las centralidades que más atraen viajes son Centro Histórico – Centro Internacional, Fontibón – Aeropuerto Eldorado, Salitre – Zona Industrial, y Calle 72 – Calle 100. Aquí se distingue el tipo de empleo que se podría desplazar a cada centralidad si se comparan los destinos de Centro Histórico – Centro Internacional, donde predominan los servicios con una amplia distribución de valor agregado, con la de Fontibón – Aeropuerto Eldorado, en donde predominan la actividad de logística y transporte y todos aquellos servicios relacionados.

Finalmente, se tiene la zona industrial que caracteriza a los trabajadores de la producción manufacturera de la ciudad a gran escala.

Mapa 1. Destino de los viajes por manzana (conteo)



Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta de Movilidad 2011

Para calcular el indicador de intensidad de viaje a todas las manzanas de la ciudad se utiliza la técnica Kriging. Este método geoestadístico permite realizar interpolaciones a un área específica, en este caso el perímetro urbano, de una variable de resultado. La ecuación 1 define un conjunto de datos muestrales obtenidos de un proceso estadístico que es continuo en el espacio  $S(x_i)$  para las localizaciones  $x_i$ , sumado a un ruido estocástico  $Z_i$  que tiene media cero y varianza  $\tau^2$ :

$$Y_i = S(x_i) + Z_i \quad (1)$$

La técnica de kriging simple que se utiliza en este documento resulta de reemplazar la media de  $S(x_i)$ , que en principio se asume constante, por una media condicional obtenida a través del mejor predictor lineal para la región de análisis. La ecuación 2 muestra la forma de obtener la media condicional  $\mu(x)$ :

$$\mu(x) = d(X)' \beta \quad (2)$$

Donde  $d(X)$  es un vector de variables explicativas referenciadas espacialmente y  $\beta$  es un vector de parámetros a estimar. Para que el predictor sea consistente con la referencia espacial en la región de estudio, es necesario modelar previamente el vector de  $d()$  utilizando la estructura de la covariancia en el espacio del proceso  $S()$ , esta medida para una vecindad de tamaño  $h$  es conocida como variograma. Para nuestro caso, se utiliza un variograma de tipo gaussiano como el que se describe en la ecuación 3:

$$\gamma(h; \theta) = \theta_1 \left\{ 1 - e^{-\frac{h}{\theta_2}} \right\} \quad (3)$$

Donde  $Y$  es la variación conjunta de los puntos que pertenecen a una vecindad de tamaño  $h$  y  $\theta$  son parámetros de ajuste para la referencia espacial obtenida. Finalmente, para alcanzar la predicción en el espacio continuo a partir de puntos de referencia, se estima un intervalo de predicción de la forma:

$$\hat{Y}(S_0) \pm \sigma(S_0)Z_{\alpha/2} \quad (4)$$

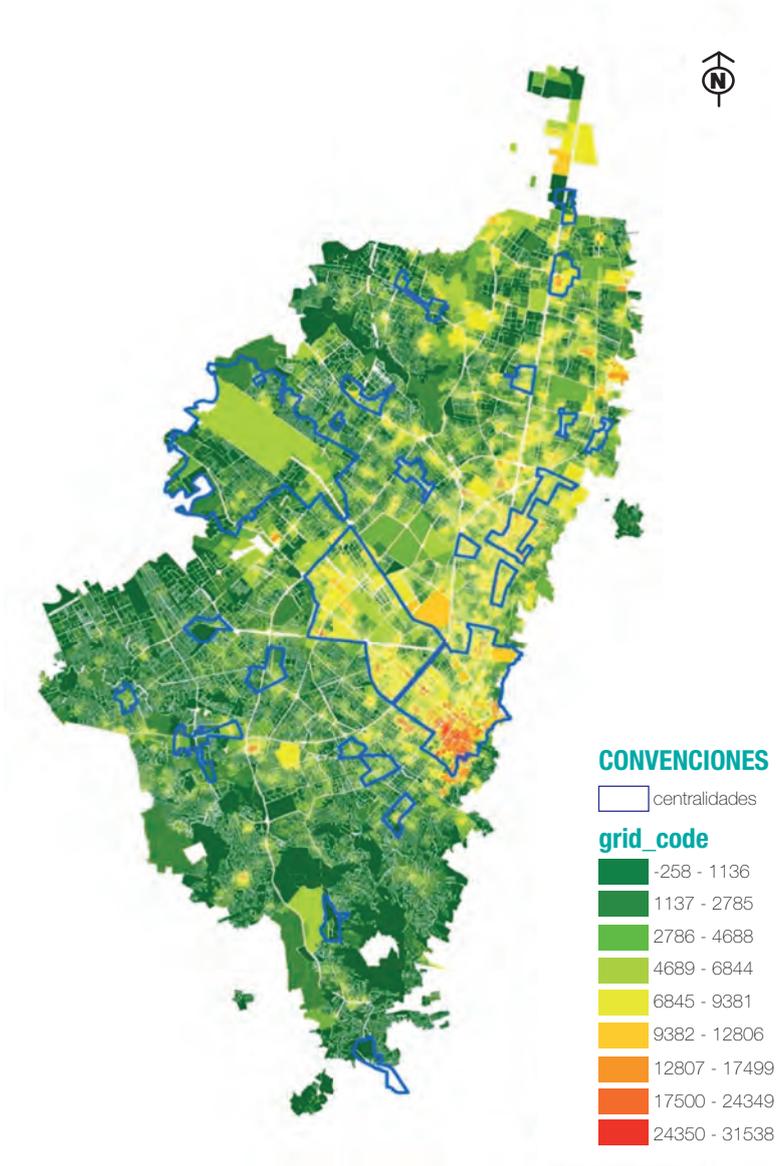
Donde  $\hat{Y}(S_0)$  es la estimación de la media condicional del proceso,  $\sigma(S_0)$  es la desviación estándar del error de predicción, la cual depende de la estructura del variograma que se ha modelado. Finalmente  $Z_{\alpha/2}$  es el valor de la distribución normal estándar para una probabilidad de  $\alpha/2$ .

El mecanismo de interpolación es usado para obtener el índice de intensidad de destinos de viaje. Para el caso de esta medida se utilizan los puntos georreferenciados de los destinos de los viajes para las personas que respondieron la encuesta de movilidad y como parámetro de intensidad en la construcción de la proyección a la distancia euclídea entre el punto de origen y el punto de destino.

La información estimada se obtiene calibrando el variograma de destinos con vecindades de tamaño 15 y distancia máxima de agrupación 700 metros. Esto permite que la estimación solo agrupe los destinos más cercanos entre sí en un radio aceptable de concentración.

Asimismo, se busca que el método sea lo más robusto posible sobre todo en los bordes de la región de análisis donde suelen presentarse problemas de consistencia de la estimación. El mapa 2 muestra los resultados obtenidos.

Mapa 2. Índice de intensidad de viajes. Kriging destinos



Fuente: Elaboración propia con información de la encuesta de movilidad 2011

## *Indicador de mezcla de uso de suelo*

Para completar la dinámica implícita en el concepto de accesibilidad, junto al destino de los viajes se incluye el uso del suelo. En este documento se incluye un indicador de mezcla de uso del suelo en el que se puede capturar la dinámica del desarrollo urbano y la competencia entre actividades económicas y residenciales en la ciudad.

Dicho indicador, construido por la Dirección de Economía Urbana, es conocido como el Usoe (SDP, 2001). Esta medida indica la forma en la que se mezclan las actividades residenciales con las actividades económicas. Su cálculo está determinado por la ecuación 5:

$$Usoe = \frac{\text{area residencial (m}^2\text{)}}{\text{area otros usos (m}^2\text{)}} \quad (5)$$

En el caso de la construcción del índice de seguimiento de la estructura socioeconómica y espacial, se realiza el cálculo del usoe por manzana, asumiendo en el factor de área de otros usos a aquellos vinculados con actividades económicas. De esta forma, los usos institucionales y los demás que no tuvieran relación con actividad, no se tuvieron en cuenta. De igual manera, las manzanas que superan los 10.000 metros cuadrados de área fueron excluidas con el fin de asegurar la consistencia del indicador.

El mapa 3 resume el indicador según las categorías establecidas por la Dirección de Economía Urbana para clasificar el grado de mezcla de suelo y que es conocida como TIPUS. Se utiliza la variable de uso contenida en la base catastral. El indicador muestra que no hay una centralidad que sea exclusivamente destinada a la actividad económica. Las centralidades Salitre – Zona Industrial y Fontibón – Aeropuerto Eldorado son las que más combinan la presencia de zonas exclusivas residenciales y económicas.

La mayor mezcla de usos se concentra en el centro oriente de la ciudad la cual mantiene su intensidad en un área amplia por fuera de las áreas de centralidad. Aunque el sistema de centralidades concentra la mayor parte de la actividad económica y el empleo de la ciudad se debe tener en cuenta dos aspectos fundamentales de la localización de la actividad económica en la ciudad. El primero, es que las centralidades no son estáticas en la localización, por lo que se espera que se expandan. Adicionalmente, es posible que emerjan nuevas zonas de concentración de actividad por las razones de saturación o de altas rentas por pagar en las áreas centrales. El segundo aspecto es que la dinámica de la producción y el empleo en la ciudad permite obtener patrones de localización que se escapan de la identificación de la centralidad, pero que guardan importancia local, la cual se ve reflejada en la ubicación de actividades principalmente sobre corredores viales principales. Esta es una de las ventajas del indicador *useo*.

El primer resultado es ampliamente conocido en cuanto a que la mayor intensidad de la actividad de la ciudad se da en el borde oriental y el eje de la avenida el dorado, formando una especie de L en el mapa. En este sentido, la definición de centralidad contenida en el Plan de Ordenamiento Territorial toma relevancia en cuanto a la categorización de la actividad económica presente en cada área, lo que determina el tipo e intensidad de accesibilidad. Sin embargo, la delimitación propuesta se desdibuja en la actualidad para este sector, puesto que el mercado y la racionalidad de la ubicación han trascendido los límites del análisis del área central.

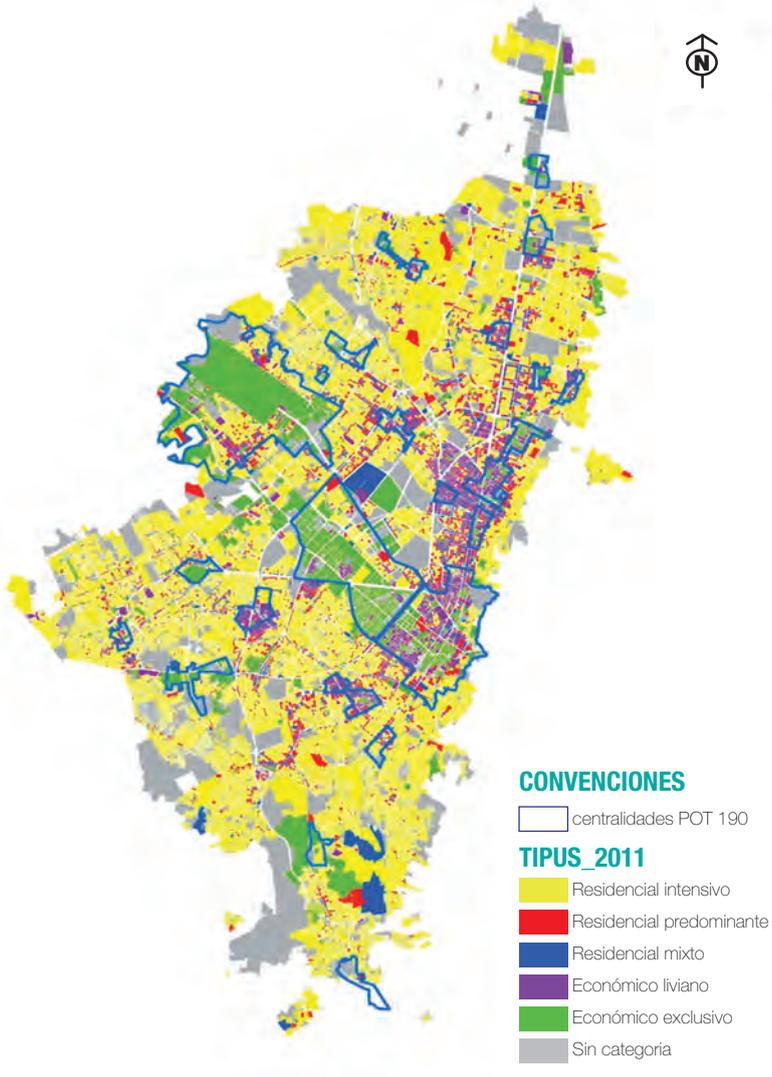
Para determinar qué zonas de la ciudad pueden ejercer atracción de actividades económicas y población se sigue un criterio básico. Por medio del índice de mezcla de uso se detectaron las zonas que están limitadas por corredores viales primarios en donde predomine la mezcla de usos frente al residencial exclusivo.

Adicionalmente, se evalúan aquellas zonas que no necesariamente tienen una vocación económica pero que por su condición se perfilan a la articulación de actividades económicas de escala media, que pueden ser llevadas a cabo en áreas pequeñas (por ejemplo, algunas industrias o prestación de servicios zonales).

En términos de área se destacan en la ciudad cuatro zonas de centralidad: Gaitán, ubicado en el trapecio que conforman la Calle 80, la Avenida NQS y el Río Bogotá; La Castellana ubicada entre las Avenidas Suba y NQS, y las Calles 90 y 95; San Benito – San Carlos sobre el eje de la Carrera 18 entre las Avenidas Caracas y Boyacá; y, Venecia – Alquería sobre el eje de la Carrera 51, entre la Avenida Primero de Mayo y la Autopista Sur. Adicionalmente, un área en ascenso que puede tener una influencia de centralidad a futuro, se identifica entre las Avenidas Boyacá y Suba, la Calle 116 y la Carrera 70.

Los patrones distintos a los de centralidad se exhiben en toda la ciudad, pero se pueden resumir bajo el criterio de ubicarse a lo largo de los corredores viales de importancia. Estos patrones se diferencian de concentraciones que están divididas por ejes viales o aquellas que están delimitados por ellos, como en los casos arriba mencionados. Los ejes donde se observa la dinámica espacial con mayor relevancia son la Calle 80, el antiguo camino de suba, la avenida Rojas Pinilla y la Avenida Primero de Mayo. Con menor longitud pero con la misma dinámica se presenta la avenida ciudad de Cali en el sector de Kennedy y la intersección de la Avenida Suba y la Calle 127. Por último, con menor intensidad hacia manzanas alejadas del eje, pero con una longitud considerable, se identifica el costado oriental de la Autopista Norte entre Calles 92 y 147, y la Carrera 19 entre Calles 100 y 161. Se identifica un sector que puede ser de atención el cual se ubica sobre el eje de la Carrera Séptima, entre las Calles 147 y 161. Sin embargo, por el tamaño de las manzanas del sector y su ubicación en el borde del perímetro, no se clasifica directamente como una posible área de atracción.

Mapa 3. Mezcla de usos del suelo. Categorías TIPUS



Fuente: Elaboración Propia

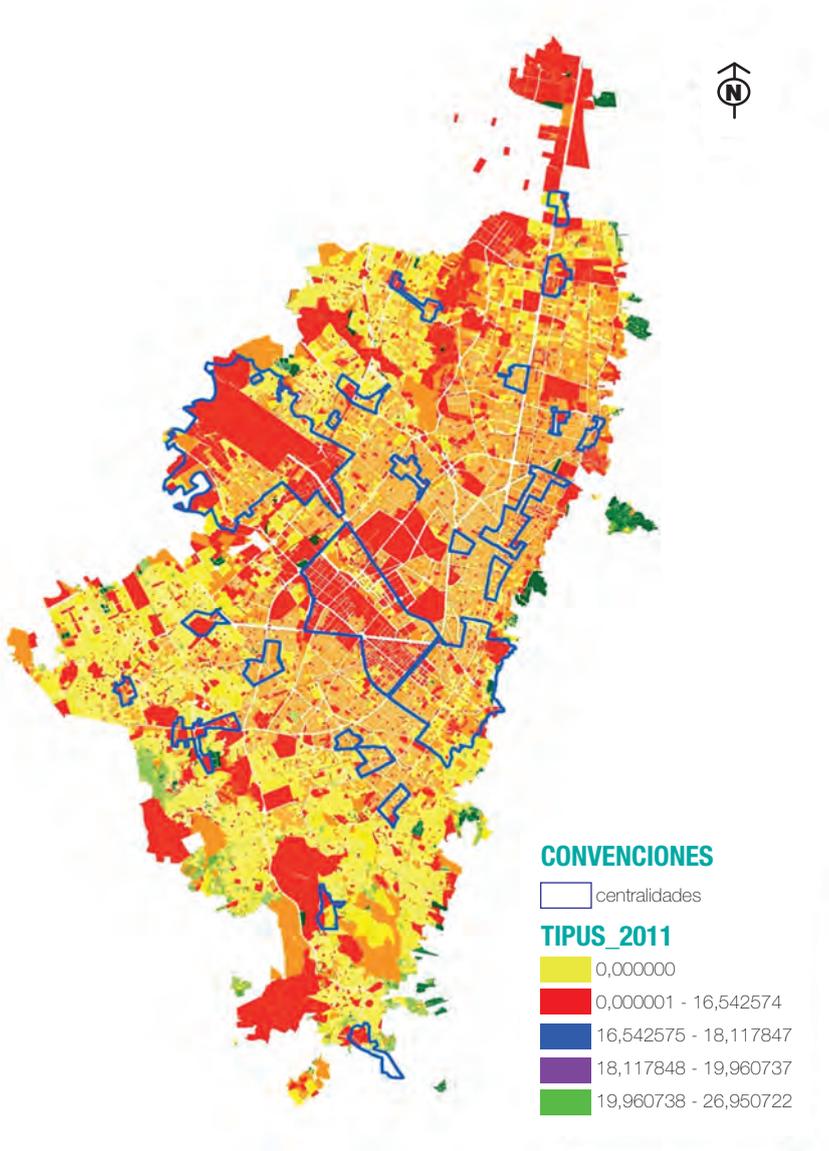
## *Indicador de oferta de avalúos*

Como se describe en la introducción de la presente sección, para dimensionar el grado de atractividad de una centralidad es necesario tener una idea de la renta a ofrecer para localizarse allí. Por este motivo es necesario incluir alguna de las dimensiones del mercado de suelo en la constitución del índice de seguimiento de la estructura socioeconómica y espacial.

En este caso se utilizan los avalúos de construcción que son recuperados y actualizados por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital. Estos avalúos desde el punto de vista de la economía urbana, no solo recogen la valoración de los predios en su forma física, sino también a través del mercado, por su ventaja locacional en su entorno y al nivel de la ciudad.

El mapa 5 muestra la distribución del avalúo medio por manzana de la ciudad y su relación con el sistema de centralidades. Es de aclarar que aun cuando se podría pensar inicialmente que solo son importantes los valores de predios comerciales, se debe tener en cuenta en igual medida a los valores prediales residenciales, ya que para este ejercicio se considera que un aumento de la funcionalidad de los centros de empleo es la cercanía de las áreas residenciales, y en la medida en que se aumenten los incentivos y posibilidades de vivir en los centros de empleo, se tendrá el mismo resultado que cuando se piensa en actividad económica: la saturación del centro motivará la ubicación.

Mapa 5. Logaritmo del avalúo medio. Precio por metro cuadrado



Fuente: UAECDC 2011

## *Índice de accesibilidad a equipamientos*

Como uno de los componentes del índice de seguimiento de la estructura socioeconómica y espacial, se considera conveniente evaluar la oferta de bienes y servicios urbanos, con el fin de definir la ubicación de esta dentro de la estructura urbana.

Un índice de accesibilidad a equipamientos puede definir en términos espaciales, como la intensidad de la oferta de bienes urbanos y a su vez medir las deficiencias en la distribución de equipamientos. Para el caso de la estructura socioeconómica, el índice de accesibilidad se puede utilizar para determinar la jerarquía de cada centralidad en términos de provisión de bienes y servicios urbanos, y la atractividad que dicha oferta ejerce en la ciudad.

El índice fue propuesto en el documento de estructura socioeconómica de Bogotá elaborado por la Dirección de Economía Urbana (SDP, s.f.). La medida consiste en calcular una combinación lineal de la distancia de cada una de las manzanas de la ciudad a los equipamientos más cercanos a esta. Las ponderaciones utilizadas se obtienen a partir del método de componentes principales.

Para la actualización del índice se trabaja en dos componentes. El primero se relaciona a la inclusión de equipamientos y el segundo trata con la construcción de una escala categórica para comparar la accesibilidad al índice.

Se construyen las distancias a equipamientos de escala zonal, urbana y metropolitana incluidos en el sistema de equipamientos. Se mantienen todas las clasificaciones consideradas en el decreto 364 de 2013, enunciadas a continuación:

Educación
Salud
Integración social e igualdad de oportunidades
Cultura, recreación y deporte
Culto
Seguridad ciudadana, defensa y justicia
Administración pública y atención a la ciudadanía
Seguridad y soberanía alimentaria
Cementerios y servicios funerarios

Siendo  $a_j$  la ponderación a la distancia al equipamiento  $j$  y  $dist\_equ_j$  el valor de dicha distancia para cada manzana, el índice de accesibilidad a equipamientos para la manzana  $i$ ,  $f1$ , se obtiene de la siguiente forma:

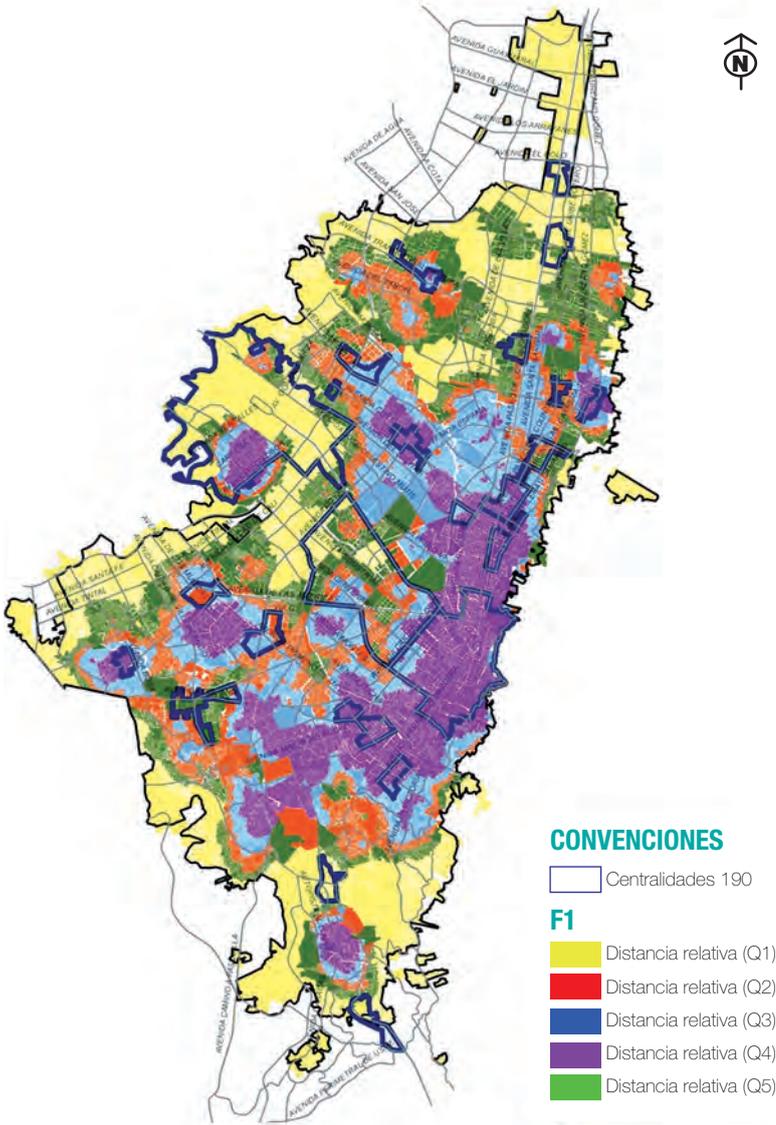
$$f1_i = \sum_{j=1}^{11} a_j dist\_equ_{ij} \quad (6)$$

La interpretación del índice define que en la medida en que éste aumente menor será la accesibilidad de una manzana a los equipamientos urbanos.

Para ello, se obtiene una clasificación del índice que dé cuenta de los niveles de accesibilidad al sistema. La forma de lograr la categorización se alcanza obteniendo los quintiles de la distribución del índice  $f_1$ . Dado que la construcción de la medida es distancia al equipamiento más cercano, el primer quintil identifica a las manzanas con mayor accesibilidad al sistema relativo a las demás, el segundo quintil a las manzanas que siguen en nivel de accesibilidad, etc.

Para determinar la las condiciones de accesibilidad en la estructura socioeconómica y espacial de la ciudad se realiza un ejercicio de comparación de las manzanas de centralidad bajo la categorización mencionada. Los resultados del análisis se basan en el mapa 5.

Mapa 5. Indicador de accesibilidad a equipamientos urbanos. Quintiles.



Fuente: Elaboración propia

Del mapa 5 se tiene que la accesibilidad a equipamientos no se distribuye uniformemente en la ciudad. Como es de esperar, aquellas manzanas ubicadas a hacia los limites presentan un menor acceso al sistema de equipamientos, con excepción del borde centro oriental.

Las manzanas con mayor acceso se identifican en mayor número en una franja que va de norte a sur y que concuerda con corredores viales primarios de la ciudad, se pueden identificar ejes como la avenida caracas, carreras séptima, décima y veinticuatro. De la misma manera, se observa concentración de manzanas con amplia accesibilidad de equipamientos ubicadas en los centros locales de Usme, Bosa, Kennedy, Fontibón, y Usaquén.

El mapa también muestra que grandes equipamientos no son suficientes para asegurar una buena accesibilidad al sistema, aunque son necesarios para lograr buenos índices. Es el caso del parque Simón Bolívar, Corabastos, El Centro Administrativo Nacional. Otros equipamientos como el aeropuerto El Dorado, el parque el tunal y la Universidad Nacional se relacionan por cercanía a manzanas con alta accesibilidad a equipamientos. Sin embargo, se debe anotar que esto es posible porque lo que más pesa en la construcción del índice f1 es la cercanía a equipamientos de culto, salud, cultura, y seguridad ciudadana.

El patrón observado para la accesibilidad indica que en la medida en que las manzanas se alejan del centro de la ciudad, la oferta de equipamientos cae, por lo que se debe recorrer una mayor distancia para acceder a ellos. La misma dinámica espacial ocurre para los centros locales mencionados arriba y para algunas áreas de centralidad como Ferias, Restrepo y Veinte de julio. Para el norte de la ciudad se ve una situación más desequilibrada, especialmente en el caso de la localidad de suba, que resulta ser la de menos acceso al sistema de equipamientos si se le compara con las demás localidades de la ciudad.

En cuanto al sistema de centralidades, existen casos críticos de oferta de equipamientos, como es el caso de Toberín, Danubio, Delicias – ensueño, y llanos. Aunque las condiciones topográficas de las dos últimas áreas de centralidad pueden ser un determinante, la ubicación que comparten y su vocación industrial también pueden explicar el déficit de equipamientos. Este último patrón se evidencia para la poca accesibilidad observada en la centralidad zona industrial.

Llama especial atención las centralidades de Suba-Rincón, Álamos y Prado Veraniego, ya que presentan bajos niveles de equipamientos. Pese a que están rodeadas de áreas residenciales importantes y tienen vocación comercial y de servicios, no tienen un acceso importante al sistema de equipamientos de la ciudad.

Finalmente, la centralidad Calle 72 – Calle 100 presenta una particularidad, teniendo en cuenta que es una de las áreas de la ciudad que más atrae población. Se puede observar que no se tienen los mismos niveles de accesibilidad en toda el área de centralidad y en la medida en que las manzanas de la centralidad se alejan de la Calle 72, tienen menor disponibilidad de equipamientos.

### *Agregación de información: Índice de seguimiento*

Con el fin de evaluar la agregación de cada uno de los componentes se proponen dos técnicas diferentes para combinar la información. La primera conjuga cada uno de los índices calculados en las secciones anteriores usando las ponderaciones obtenidas por el método de componentes principales. La segunda, plantea la combinación de los factores estandarizado por medio de combinaciones fijas establecidas a priori.

## Índice por componentes principales

La metodología de componentes principales es ampliamente utilizada en la construcción de índices sintéticos. Entendida como un método estadístico para reducir un sistema multivariado de información, su utilización permite explicar un sistema con el menor número de variables. En este caso, la variable obtenida como la combinación lineal de los índices calculados, representa un índice agregado.

El método consiste en encontrar la mejor forma de combinar los índices de tal manera que se tenga el mayor componente explicativo de todo el sistema de indicadores. Si se denota a  $z_i$  como el valor del índice agregado para la manzana  $i$ , el problema para el índice se establece en la ecuación 7:

$$z_i = a_1 \text{indviaje}_i + a_2 \text{stusoe}_i + a_3 \text{logavaluo}_i + a_4 f1_i \quad (7)$$

Donde  $a_1, a_2, a_3, a_4$  son incógnitas a estimar, las cuales se interpretan como ponderaciones. *stusoe* es el indicador *usoe* estandarizado asumiendo una media de 1.3 (Mezcla uniforme de usos) y una desviación estándar de 1.6 (cambio medio de categorías de tipus). Los demás índices son los presentados en las secciones anteriores.

Para encontrar las ponderaciones del índice agregado se maximiza la matriz de varianzas y covarianza del sistema (cuatro índices) sujeto a la condición de ortogonalidad  $\sum a_j^2 = 1, j = 1, \dots, 4$ . El índice estimado se muestra en la ecuación 8:

$$\hat{z}_i = 0.5902 \text{indviaje}_i - 0.0748 \text{stusoe}_i + 0.5967 \text{logavaluo}_i - 0.5384 f1_i \quad (8)$$

$\lambda = 1.6898 \qquad \theta = 42.25\%$

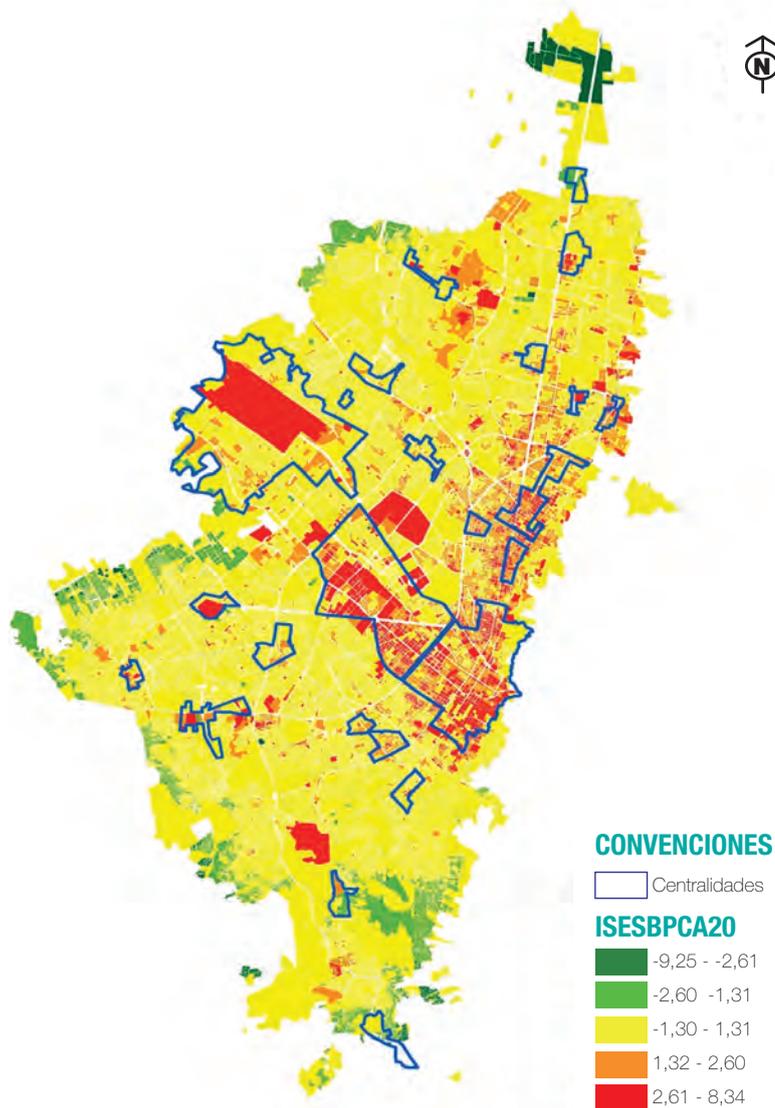
El parámetro estimado hace referencia a la varianza del índice agregado, mientras que indica la proporción de la variación del sistema original que es capturada por el nuevo índice.

El mayor peso en la construcción del índice lo tiene el avalúo, que en este caso define que a un mayor valor por metro cuadrado se tendrán mejores condiciones para el área de actividad económica. El índice de viajes también presenta un peso importante en la explicación de las áreas de actividad económica. La ponderación asociada a este índice define que a mayor intensidad de atracción de viajes, mayor será la intensidad de actividad económica.

Para el caso del índice de accesibilidad al sistema de equipamientos, el cual tiene una participación de explicación del índice global similar al de avalúos y viajes, se observa que a mayor distancia relativa a los equipamientos es menos intensa la actividad económica. Finalmente, el índice de mezcla de usos del suelo aunque con un peso pequeño en el índice es importante para la explicación de la actividad económica. El signo obtenido indica que en la medida en que una manzana es más residencial en comparación a los demás usos, menos es la intensidad de actividad económica observada allí.

En el mapa 6 se ilustra la distribución espacial del índice agregado y su relación en el sistema de centralidades de la ciudad. Se considera que las áreas de mayor actividad intensiva en términos económicos, son aquellas para las cuales el valor del índice está por encima de una desviación estándar (1.3).

Mapa 6. Índice de seguimiento agregado por componentes principales. 2011



## Referencias

Alonso, W. (1964). Location and land use: Toward a general theory of land rent (p. 264). The MIT Press.

Cervero, R. (1989). Jobs-housing balance and regional mobility. *Journal of the American planning association* 55: 136 – 150.

Departamento Administrativo de Planeación Distrital. (2001). Observatorio de dinámica urbana Vol II. Dinámica Urbana.

Giuliano G; K, Small. (1991). Subcenters in the Los Angeles región. *Regional Science and Urban Economics* 21(2): 163-182.

Marshall, A. (1890). *Principles of economics*. McMillan. 8th edition.

McMillen, D; J, McDonald. (1998). Suburban subcenters and employment density in Metropolitan Chicago. *Journal of Urban Economics* 43(2): 157-180.

Secretaria Distrital de Planeación. (S.f). Estructura Socioeconómica de Bogotá. Dirección de Economía Urbana. Dirección de Economía Urbana.

Smith, D. (2011). Policentricity and sustainable urban form. An intra-urban study of accesibility, employment and travel sustainability for the strategic planning of the London Region. Phd Thesis CASA & Department of Geography. University College. London.

Veneri, P. (2010). Urban policentricity and the costs of commuting: evidence from italian metropolitan áreas. *Growth and Change* 41(3): 403-429.

Wegener. (1994). Operational Urban Models: state of the art. *Journal of the American Planning Association* 60(1): 17-29.





MONTALLANTAS  
BICICLETERIA

PAGA  
TODO  
PARA TODO!

SURTI BRASAS 22 POLLO ASADO FRITO Y BROASTER

PLATOS DE BRASAS 22  
Pollo Asado Completo  
Papas y ensalada  
\$8.990  
Pollo Asado  
\$4.500  
Pollo Broaster  
\$6.990

PLATOS DE BRASAS 22  
Pollo Asado Completo  
Papas y ensalada  
\$8.990  
Pollo Asado  
\$4.500  
Pollo Broaster  
\$6.990





# CAPITULO 2



---

# **Definición de los instrumentos de planificación y financiación requeridos en las zonas de mejoramiento urbanístico (ZMU)**

---





## *Introducción*

---

Las Zonas de Mejoramiento Integral (ZMU) definidas por la administración de la ciudad en el año 2013 representan un reto para la planificación urbana en lo referente a la reducción de los desequilibrios territoriales respecto a equipamiento, servicios urbanos generales y en general bienes públicos, y al impulso de la actividad económica a través de un espacio construido que soporte el desarrollo de las actividades de los habitantes asociadas a su entorno urbano.

En principio, el instrumento de planificación diseñado para este tipo de zonas corresponde a Planes de Mejoramiento Urbanístico, los cuales tiene como objetivo principal mejorar la calidad urbanística de las zonas con altos déficit respecto a los componentes de los sistemas generales en las áreas urbanas. Sin embargo, en el territorio de algunas zonas de mejoramiento se van a llevar a cabo proyectos de infraestructura asociados a los subsistemas de movilidad y transporte. En efecto, el Cable Aéreo de Ciudad Bolívar atraviesa todo el territorio de la ZMU Lucero – Tesoro. Por su parte el Cable Aéreo de San Cristóbal cubre el margen norte de las ZMU de Chigüaza y Los libertadores.

A raíz de este tipo de intervenciones, y el impacto que pueden generar sobre el territorio (Bocarejo et al., 2012; Cohen y Paul, 2007; Lucas, 2001; Martínez, 2000; Von Böventer, 1976), se ha visto la necesidad, independientemente del instrumento que se adopte,

de ver los impactos ya sean urbanísticos y/o socioeconómicos generados por la intervención de la administración distrital con la puesta en funcionamiento del cable aéreo.

En este sentido, este documento, además de dar elementos con respecto al instrumento a utilizar en la implementación del cable aéreo, muestra los beneficios derivados de dicha intervención.

Las Operaciones Estratégicas tienen objetivos de mayor alcance espacial y económico que los definidos para los Planes de Mejoramiento Urbanístico (PMU). Aquellas buscan concretar los objetivos de la estructura socioeconómica y espacial, diseñar estrategias para fortalecer las economías de aglomeración, potenciar las funciones de las estructuras ecológica, funcional y de servicios y socioeconómica y espacial, y generar condiciones para mejorar la productividad de la ciudad.

El desarrollo de la infraestructura de transporte contribuye al logro de muchos de los objetivos mencionados (Button, et al., 2004; Giuliano et al., 2011; Glaeser et al., 2008; OECD, 2009). Sin embargo, las condiciones iniciales de las ZMU suponen una limitación al fortalecimiento de su economía local a partir únicamente de la inversión en proyectos asociados al subsistema de movilidad. La precariedad de las condiciones urbanísticas en las ZMU es una manifestación de la forma de apropiación del territorio y de los determinantes de la misma, entre los que se cuenta los bajos niveles de ingreso de la población, las condiciones educativas de la misma y la forma en que está vinculada con el mercado laboral.

La inversión en infraestructura por sí sola no es una condición suficiente para impulsar el desarrollo de cualquier entorno local. Las recomendaciones de política, al menos a nivel regional, sugieren que estas se deben complementar con estrategias que fortalezcan el capital humano y fortalezcan el tejido social. En este orden de ideas,

ninguna de las opciones por sí sola puede impulsar el desarrollo económico y social de las ZMU. El problema consiste en determinar cuál de las dos opciones tiene un mayor impacto sobre los territorios de las ZMU, de forma que sea posible contar con escenarios de referencia que fortalezcan la toma de decisiones por parte de la administración de la ciudad.

La primera dificultad está asociada con la necesidad de tener un referente espacial que permita caracterizar la estructura urbana de la ciudad y su relación con el modelo de ciudad. La variable que en este trabajo se considera relevante para relacionar estructura urbana y modelo de ciudad, y que a su vez captura información sobre las dinámicas económicas de la ciudad es el uso del suelo. Tanto los PMU como las OE deben estar coordinados con el modelo de ciudad compacta, el cual se fundamenta en la mezcla de usos como estrategia para mejorar el desempeño ambiental y social del sistema de transporte. Todos los instrumentos de planeación y las estrategias de ordenamiento están encaminados a generar un ambiente construido denso y compacto. Por lo tanto, es pertinente establecer las condiciones de usos del suelo en los territorios definidos para las ZMU.

La segunda dificultad está asociada con la identificación de las variables que representen de forma adecuada los objetivos definidos para los PMU y las OE. En el primer caso, teniendo en cuenta que el objetivo principal es el mejoramiento de las condiciones urbanísticas de las zonas con altos déficit respecto a los sistemas generales, se lleva a cabo un ejercicio contra factual que modifica el área de uso dotacional mientras mantiene constante la edificabilidad permitida en las ZMU. En este caso, se reducen las áreas de uso residencial, industrial y comercial. Cabe anotar que al mantener la edificabilidad el ejercicio metodológico tiene la limitación de considerar la reconfiguración predial para localizar a la población producto del crecimiento demográfico y de la reducción del área residencial.

En el segundo caso, teniendo en cuenta que el objetivo principal es fortalecer las economías de aglomeración a través de una relación armónica entre la estructura ecológica principal, la estructura socioeconómica y espacial, y la estructura funcional y de servicios, se utiliza un índice de mezcla de usos, que se construye para caracterizar las condiciones de uso del suelo<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Aunque la mezcla de usos es un objetivo general del modelo de ciudad, y bien puede servir para modelar los efectos de cualquier instrumento de planificación, se asume que esta es un objetivo más relevante para la OE que para e PMU.

A partir de las condiciones de mezcla de usos y la aproximación metodológica utilizada para tener una medida asociada a los objetivos de los PMU y las OE se definen modelos econométricos para estimar los efectos sobre el avalúo predial de diferentes intervenciones factibles sobre el territorio. El avalúo es una variable que refleja las condiciones urbanísticas de los predios y el efecto de atributos ambientales, sociales, físicos y económicos asociados al entorno local.

Antes de la estimación de los modelo se presenta a continuación una caracterización física, poblacional y económica de cada uno de las ocho (8) ZMU definidas en el año 2013. A continuación se presenta el modelo por medio del cual se estima la probabilidad de los diferentes usos del suelo, haciendo énfasis en la probabilidad asociada a la mezcla de usos. Este modelo permite caracterizar las condiciones de uso del suelo en la ciudad en relación con la estructura urbana de la misma, y relacionar dichas condiciones con las ZMU. Por último se presentan los modelos a partir de los cuales se estiman los efectos de las intervenciones sobre el territorio, bien sean asociadas a un PMU o a una OE. Se presentan dos tipos de modelos. Uno base, en el cual se estima el avalúo a partir de las condiciones sociales, económicas y físicas que presentan las ZNU. El segundo tipo de modelo modifica las condiciones de uso del

suelo, bien sea a través de un aumento del uso dotacional (PMU), o a través de una mayor mezcla de usos (OE). En la última sección se presentan las conclusiones.

## *Caracterización General*

En esta sección se presenta una caracterización de los componentes sociales, económicos y físicos que permiten tener una idea general de la configuración del territorio asociado a las zonas de mejoramiento urbanístico. El propósito de este ejercicio es doble. En primer lugar, ofrecer una descripción de los componentes básicos del territorio. En segundo lugar, relacionar esa descripción con los objetivos de planificación trazados para los Planes de Mejoramiento Urbanístico y las Operaciones Estratégicas. El primer caso corresponde al instrumento definido para las zonas objeto de tratamiento urbanístico, como es el caso de las ocho (8) zonas objeto de este estudio. El segundo caso corresponde a intervenciones socioeconómicas, urbanísticas y ambientales dirigidas a consolidar la estrategia de ordenamiento territorial, aprovechando las potencialidades de áreas específicas de la ciudad para concretar los objetivos de la estructura socioeconómica y espacial (MEPOT, 2013).

### **Componente poblacional y social**

Para este componente se describe la población de cada Zona de Mejoramiento Urbanístico (ZMU), teniendo en cuenta el nivel educativo de la misma, su composición étnica y sus condiciones de habitabilidad.

## Población de las ZMU

De acuerdo a la información suministrada por el DANE con base en el Censo de 2005 y la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) para 2011, la población de las ZMU representa alrededor del 10% de la población la ciudad. La Tabla 1 muestra que la ZMU más poblada corresponde a Rincón, localizada en la Localidad de Suba, mientras que la menos poblada es Alfonso López, que se localiza en la Localidad Usme. Sin embargo, de acuerdo a las proyecciones de población realizadas por la SDP, esta última zona presenta el cambio absoluto y relativo más alto de todas las ZMU.

Tabla 1. Población de las ZMU.

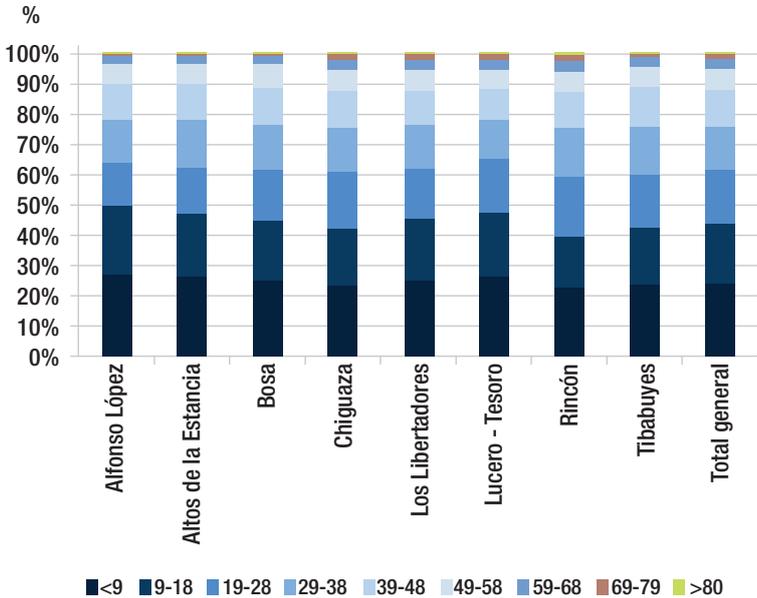
ZMU	Población (DANE-2005)	Población (VIHOPE-2011)
Alfonso López	12.258	26.185
Bosa	49.902	53.944
Los Libertadores	65.940	76.103
Lucero - Tesoro	73.407	87.531
Tibabuyes	86.185	89.634
Altos de la Estancia	89.450	96.723
Chiguaza	114.099	139.477
Rincón	133.269	154.571
Total	624.510	724.168

Fuente: DANE y SDP. Elaboración propia

La Gráfica 1 muestra la distribución de la población por grupo etario. En términos generales, alrededor del 40% de la población de las ZMU tenía menos de 18 años en el año 2005. Por su parte, la población entre 19 y 29 años representa en promedio un 17% del total de la población de las ZMU. Es decir, cerca del 60% de la población localizada en las ZMU era menos de 30 años en el año 2005. Estos datos dan cuenta de una población joven, producto de tasas globales de fecundidad en las Localidades donde se localizan las ZMU mayores a la media de la ciudad<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Ver: Monografía de Bogotá 2011, página 55. Disponible en: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Informaci%F3nTomaDecisiones/Estadisticas/Documentos/An%E1lisis/DICE062-Monograf%C3%ADaBogota-31122011.pdf>

Gráfica 1. Distribución etárea de la población en las ZMU. 2005.



Fuente: Censo 2005 DANE. Elaboración propia

## Aspectos físicos y habitacionales

La caracterización de los aspectos físicos y habitacionales se refiere a la distribución predial según uso económico, las áreas de terreno, construcción, número de pisos promedio, densidades habitacionales y distribución predial por uso económico. Con respecto a la distribución predial, en promedio el 90% de los predios están clasificados en uso residencial. El segundo uso más frecuente es el de comercio y servicios, seguido del uso dotacional y por último el industrial.

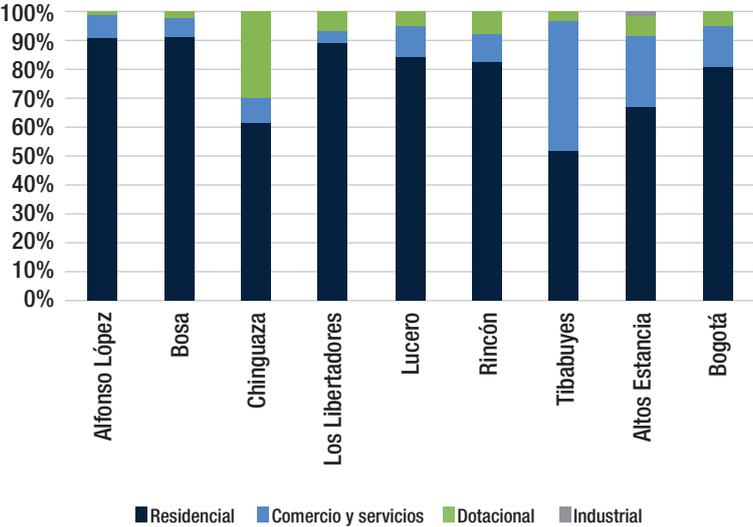
Tabla 3. Distribución predial ZMU. 2013

PMU	Ccio. y Serv.	Dotacional	Industrial	Residencial	Total Predios
Alfonso López	4,3%	1,5%	0,4%	93,9%	5,106
Bosa	7,2%	0,9%	0,5%	91,4%	13,577
Chiguaza	6,8%	1,2%	0,2%	91,8%	33,725
Los Libertadores	3,3%	1,1%	0,1%	95,5%	23,437
Lucero	5,9%	2,3%	0,2%	91,5%	20,300
Rincón	10,7%	1,9%	0,6%	86,8%	39,282
Tibabuyes	8,3%	0,9%	0,5%	90,3%	29,161
Altos de la Estancia	6,9%	1,1%	0,5%	91,5%	23,551
Total PMU	6,7%	1,4%	0,4%	91,6%	188,139
Bogotá	29,4%	0,7%	0,5%	69,4%	2,707,234

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) y SDP

Los resultados de la Tabla 3 guardan relación con la distribución del uso del suelo en las ZMU, la cual se presenta en la Gráfica 3. El peso del uso residencial es superior al 60%, con excepción de la ZMU de Tibabuyes, en la cual el uso de comercio y servicios tiene un peso similar al residencial. En el caso de la ZMU de Chigüaza, la elevada participación del uso dotacional frente a las otras ZMU, se debe al área de suelo que cubre el Centro Penitenciario de La Picota.

Gráfica 3. Distribución de usos del suelo en las ZMU. 2013



Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) y SDP

De acuerdo a la Tabla 4, el área de terreno promedio de todos los usos económicos en las ZMU es menor que la que presenta Bogotá. Se destacan las áreas de terreno promedio del uso dotacional en la ZMU de Los Libertadores y Chiguaza, y el área correspondiente al uso industrial en las ZMU de Altos de la Estancia y Tibabutes. En lo referente al uso residencial, el área promedio de terreno es muy superior en la ZMU Alfonso López respecto al promedio de todas ZMU. En contraste, las ZMU de Chiguaza, Altos de la Estancia y Tibabuyes presentan áreas muy por debajo del promedio total. Estas diferencias territoriales reflejan las presiones por la ocupación del suelo que existen en las diferentes ZMU.

Tabla 4. Área de terreno promedio por uso económico en las ZMU. 2013

PMU	Ccio. y Serv.	Dotacional	Industrial	Residencial
Alfonso López	411	231	149	167
Bosa	147	332	108	107
Chiguaza	169	3.430	88	79
Los Libertadores	243	1.443	117	136
Lucero	230	791	84	107
Rincón	175	917	125	136
Tibabuyes	614	400	69	59
Altos de la Estancia	528	676	345	67
Total	312	1.263	140	102
Bogotá	1.012	3578	617	977

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) y SDP

La Tabla 5 muestra el área promedio de construcción. En este caso, el área promedio de los usos comercial y dotacional es mayor que la respectiva del área en Bogotá. En el caso del uso comercial esto se puede explicar por la presencia de actividad económica en la vivienda., la cual puede pesar más que el área destinada al uso residencial, y por lo tanto conlleva a que toda el área construida se clasifique en el primer uso. En el caso del uso Dotacional, la construcción correspondiente al Centro Penitenciario de La Picota, localizado en la ZMU Chigüaza explica el mayor valor del promedio frente a Bogotá. La ZMU de Bosa presenta un valor promedio del área de construcción elevado frente a las ZMU y a Bogotá.

Tabla 5. Área de construcción promedio por uso económico en las ZMU. 2013

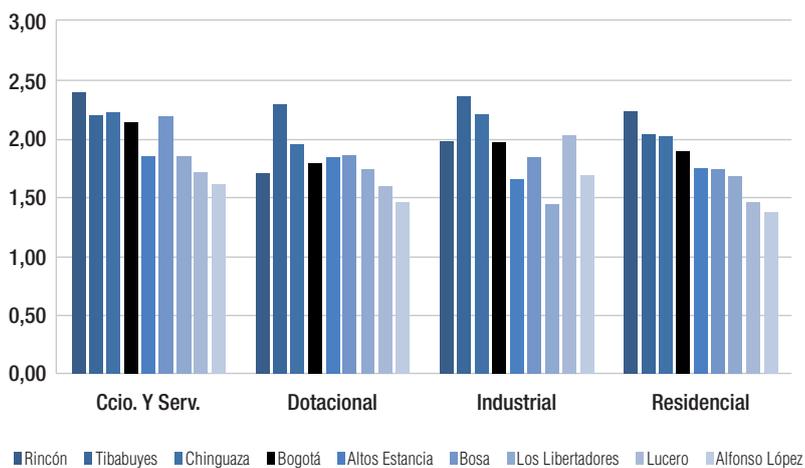
ZMU	Ccio. Y Serv.	Dotacional	Industrial	Residencial
Alfonso López	537	408	158	105
Bosa	183	439	205	339
Chiguaza	316	14.727	196	138
Los Libertadores	211	1.232	193	136
Lucero	194	1.441	198	122
Rincón	206	757	225	180
Tibabuyes	343	1.019	195	139
Altos Estancia	406	965	521	116
Total ZMU	276	3.111	253	156
Bogotá	128	2.360	670	128

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) y SDP.  
Elaboración propia.

Las condiciones de densificación de las ZMU reflejan tendencia general de la ciudad en lo referente al aprovechamiento del suelo. De acuerdo a la Gráfica 4 Las ZMU de Rincón, Tibabuyes y Chigüaza presentan un número de pisos promedio levemente mayor que el promedio de Bogotá en todos los usos, con excepción del dotacional. La menos intensidad del uso del suelo se observa en Alfonso López. En promedio, el 80% de los predios tiene hasta dos pisos. Sin embargo, existen diferencias territoriales en la distribución de las alturas que vale la pena destacar.

Por ejemplo, en Bosa el 15.5% de los predios tiene un altura de 3 pisos, mientras que en Chigüaza esta misma altura la tiene el 22.1% de los predios. Valores similares se presentan en Rincón y Tibabuyes en donde los predios con tres pisos pesan 26.6% y 24.9% respectivamente. En el resto de ZMU un 15% de los predios tienen 3 pisos, con excepción de Alfonso López y Lucero donde esta altura la tiene el 6% y el 7.7% de los predios respectivamente.

Gráfica 4. Número promedio de pisos en las ZMU. 2013.



Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) y SDP.  
Elaboración propia

Las condiciones de intensidad de usos del suelo se reflejan en las condiciones de densidad poblacional. En efecto, las tres ZMU con mayor número promedio de pisos presentan altos niveles de densidad frente al promedio de todas las ZMU y la ciudad. La información de la Tabla 6 muestra que Rincón y Chigüaza presentan densidades superiores a los 400 habitantes por hectárea. Sólo las ZMU de Alfonso López y Los Libertadores presentan niveles de densidad menores que la media de toda la ciudad. En el mismo sentido, el indicador de hogares por viviendas muestra que estas dos ZMU son las únicas que presentan condiciones de déficit cuantitativo similares a las de la ciudad. En los casos de las ZMU de Bosa, Lucero-Tesoro los niveles de déficit son preocupantes si se tiene en cuenta tanto el promedio de todas las ZMU como el de la ciudad.

Tabla 6. Condiciones de densidad poblacional en las ZMU. 2011

ZMU	DENSIDAD (HA)	HOG/VIV
Alfonso López	146.2	1.03
Altos de la Estancia	193.5	1.11
Bosa	323.5	1.31
Chiguaza	478.7	1.05
Los Libertadores	129.7	1.00
Lucero-Tesoro	189.1	1.43
Rincón	418.6	1.17
Tibabuyes	259.1	1.16
Promedio PMUS	267.31	1.16
Bogotá	171.15	1.04

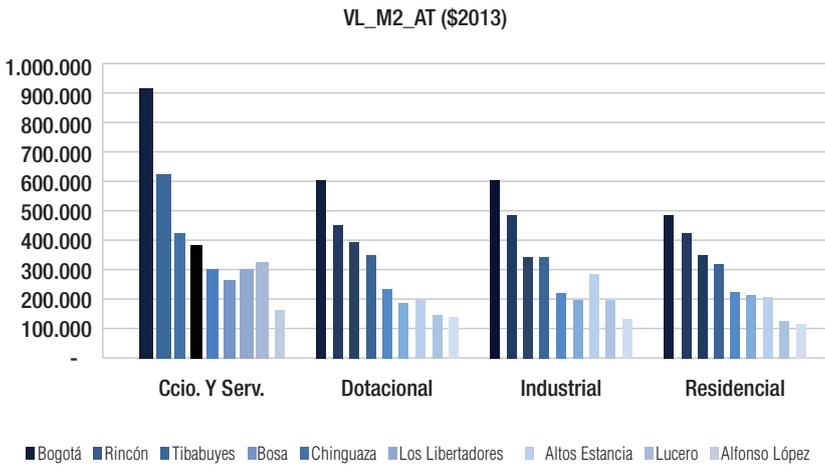
Fuente: SDP. Elaboración propia.

## Aspectos económicos

La caracterización de los aspectos económicos se refiere a las variables que desde el punto de vista de la economía urbana son fundamentales para el análisis de la estructura espacial de una ciudad. Una de las más relevantes es el precio del suelo, pues este responde a las condiciones de aglomeración y rentabilidad de las actividades económicas dispuestas en el territorio. En términos generales, la Gráfica 5 muestra que al interior de todas las ZMU el precio del suelo promedio clasificado según el uso económico del mismo es superior a los \$200.000. En el uso comercial y de servicios la diferencia de los precios promedio del suelo en las ZMU frente a Bogotá es notoria, lo que responde a la menor jerarquía de las actividades que se localizan en las ZMU. Sin embargo, en el caso del uso residencial la diferencia frente a ZMU como Rincón y Tibabuyes no es tan amplia. Esto implica que incluso en zonas deficitarias en infraestructura y equipamiento público los propietarios del suelo están rentabilizando los beneficios del desarrollo urbano general. Las ZMU de Chigüaga, Los Libertadores y Altos de la Estancia presentan precios promedio similares para todos los usos, excepto el industrial. En este caso, se destaca el precio del suelo de la ZMU de Chigüaza, en donde existe un pequeño complejo industrial sobre la Autopista Sur.

En el caso de las ZMU de Lucero y Alfonso López el precio del suelo promedio para el usos residencial es el más bajo, reflejando el profundo desequilibrio de estas zonas frente a la ciudad en general, e incluso frente a las demás ZMU. Sin embargo, cabe destacar el nivel promedio de los precios del suelo para el uso comercial y de servicios en la ZMU Lucero.

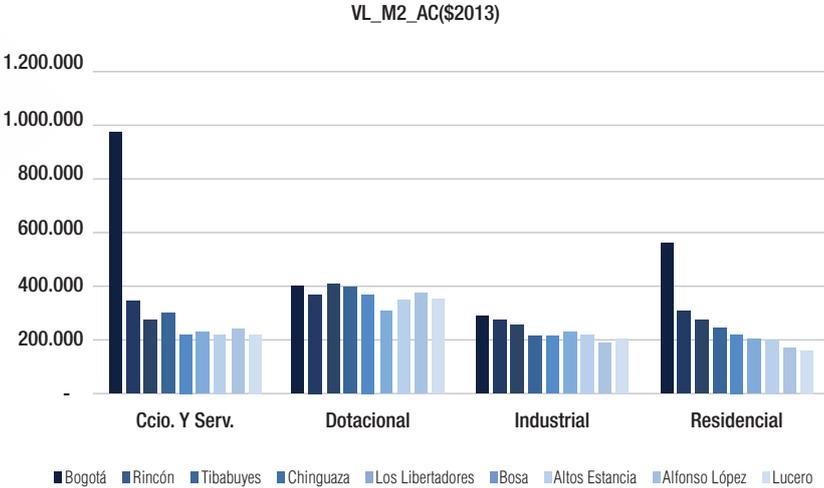
Gráfica 5. Precio del metro cuadrado (M2) suelo por uso económico en las ZMU. 2013



Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) y SDP.  
Elaboración propia

La Gráfica 6 muestra el precio promedio del metro cuadrado de construcción en Bogotá y las ZMU. Un primer hecho estilizado es que los precios promedio de construcción son similares en todas las ZMU, con excepción del uso residencial. Un segundo hecho estilizado es que para este último uso y el comercial la diferencia de precios con Bogotá es superior al 90%. Esto responde a los diferenciales en calidad de los cavados y materiales de construcción, y en general a las precarias condiciones de hábitat que presentan las viviendas en las ZMU. Con respecto a los usos dotacional e industrial no se presenta mayor diferencia con Bogotá. En el primer caso el carácter público de gran parte de los dotacionales y su función social en el territorio, implican que exista cierto grado de homogeneidad en las condiciones de calidad de este tipo de construcciones. En el segundo caso, las construcciones responden a una estructura básica que es similar en cualquier parte de la ciudad.

Gráfica 6. Precio del metro cuadrado (M2) de construcción por uso económico en las ZMU. 2013



Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) y SDP. Elaboración propia

En la Tabla 7 se presentan los datos de empleo localizado en las ZMU de acuerdo a la información del Censo de 2005 suministrada por el DANE. Teniendo en cuenta las condiciones físicas relacionadas con el área de las ZMU la densidad de la actividad económica medida en empleo es muy baja.

Tabla 7. Número de empleos localizados en las ZMU. 2005

ZMU	Total
Alfonso López	610
Altos de la Estancia	5,709
Bosa	2,084
Chiguaza	7,156
Los Libertadores	3,969
Lucero CA.	3,324
Rincon	7,21
Tibabuyes	2,857
Total general	32,919
Bogotá	1,542,122

Fuente: Dane. Censo 2005. Elaboración propia

La información de la Tabla 8 muestra la distribución de los empleos por sector económico. Sin contar con la categoría “otros”, se observa una mayor participación del sector comercio en las ZMU. Por su parte la industria y los servicios tienen participaciones promedio similares en estas zonas. Sin embargo, existen diferencias importantes entre las ZMU. Mientras en Altos de la Estancia la actividad industrial es la predominante en cuanto al número de empleo, en Rincón lo es la actividad Comercial, y en Chigüaza y Bosa las actividades de servicios. Sin embargo, al tener en cuenta la categoría “otros”, los

demás sectores económicos pierden relevancia. En esta categoría se puede encontrar un conjunto de actividades no clasificadas sobre las cuales no existe mayor precisión en la información disponible. Sin embargo, se destaca la diferencia del peso de este tipo de actividades en las ZMU frente al peso que tienen en Bogotá. En cuanto a los demás sectores, las participaciones son similares a las que presenta la ciudad, con excepción del sector Servicios.

*Tabla 8. Distribución de los empleos localizados por gran sector económico en las ZMU. 2005*

PMU	Industria	Comercio	Servicios	Otro	Total
Alfonso López	17.4	13.8	8.0	60.8	100.0
Altos de la Estancia	46.3	9.7	9.1	34.9	100.0
Bosa	13.3	20.7	20.1	45.9	100.0
Chiguaza	9.7	20.3	22.3	47.7	100.0
Los Libertadores	6.4	12.3	9.9	71.4	100.0
Lucero CA.	8.8	14.9	8.8	67.5	100.0
Rincon	13.6	30.0	24.3	32.2	100.0
Tibabuyes	7.9	14.7	8.4	69.0	100.0
Total general	16.6	18.5	16.0	48.9	100.0
Bogotá	17.5	21.9	33.8	26.8	100.0

*Fuente: Dane. Censo 2005. Elaboración propia*

La Tabla 9 contiene la información del número de establecimientos con algún tipo de actividad económica localizados en las ZMU. Teniendo en cuenta la información de la Tabla 3, en promedio estos establecimientos representan alrededor de un 10% del total de predios de las ZMU. Las ZMU con mayor presencia de establecimientos corresponden a Chigüaza y Rincón. Teniendo en cuenta la proyección de población presentada en la Tabla 1, habría un establecimiento con actividad económica por cada 425 habitantes.

Tabla 9. Número de establecimientos localizados en las ZMU. 2005

PMU	Total
Alfonso López	480
Altos de la Estancia	2,052
Bosa	1,206
Chiguaza	4,34
Los Libertadores	2,321
Lucero CA.	2,057
Rincon	3,644
Tibabuyes	1,549
Total general	17,649
Bogotá	337,532

Fuente: Dane. Censo 2005. Elaboración propia

En la Tabla 10 se presenta la distribución de los establecimientos según gran sector económico. En general, las actividades de comercio y servicios son las más representativas en todos las ZMU. Los predios industriales en Alfonso López, Altos de la Estancia, Bosa y Rincón, tienen una presencia superior al promedio de las ZMU. La participación promedio de los establecimientos en las ZMU por gran sector económico es similar al promedio general de toda la ciudad.

Tabla 10. Distribución de los establecimientos localizados por gran sector económico en las ZMU. 2005

PMU	Industria	Comercio	Servicios	Otros	Total
Alfonso López	11.3	45.8	26.5	16.5	100.0
Altos de la Estancia	11.3	46.2	33.2	9.3	100.0
Bosa	11.4	49.1	28.0	11.5	100.0
Chiguaza	8.7	46.0	29.9	15.4	100.0
Los Libertadores	6.1	50.0	30.2	13.7	100.0
Lucero CA.	7.8	50.0	30.8	11.4	100.0
Rincon	10.6	51.0	31.9	6.4	100.0
Tibabuyes	8.8	52.7	31.9	6.6	100.0
Total general	9.2	48.8	30.8	11.1	100.0
Bogotá	10.3	41.9	36.5	11.3	100.0

Fuente: Dane. Censo 2005. Elaboración propia

Hasta este punto, las condiciones económicas generales de las ZMU muestran una alta participación del empleo en actividades no clasificadas, y una preponderancia de los establecimientos de comercio y servicios. Esta distribución de empleo y actividades se traduce en una estructura productiva definida por microestablecimientos de comercio y servicios, y microestablecimientos de mayor tamaño en las actividades no definidas dentro de los grandes sectores económicos.

La Tabla 11 muestra claramente este tipo de estructuras. Sólo en el caso del sector industria de la ZMU Altos de la Estancia, algunos establecimientos alcanzarían la categoría de pequeñas empresas, aunque muy cercanos al límite superior definido para categorizar las microempresas. En el caso del sector comercio, el número de empleados por establecimientos en casi todos los casos menor

que uno. Cabe esperar que en estos tipos de establecimientos no se generen economías de escala, y estén ligados a actividades productivas que dificulten la acumulación y generación de ingresos.

Tabla 11. Promedio de empleos por establecimiento en las ZMU. 2005

PMU	Industria	Comercio	Servicio	Otros	Total
Alfonso López	2.0	0.4	0.4	4.7	1.3
Altos de la Estancia	11.4	0.6	0.8	10.4	2.8
Bosa	2.0	0.7	1.2	6.9	1.7
Chiguaza	1.8	0.7	1.2	5.1	1.6
Los Libertadores	1.8	0.4	0.6	8.9	1.7
Lucero CA.	1.8	0.5	0.5	9.6	1.6
Rincon	2.5	1.2	1.5	9.9	2.0
Tibabuyes	1.7	0.5	0.5	19.1	1.8
Total General	3.4	0.7	1.0	8.2	1.9
Bogotá	7.8	2.4	4.2	10.8	4.6

Fuente: Dane. Censo 2005. Elaboración propia

# *Las Relaciones entre la Estructura Urbana y el uso del suelo*

## **Modelos de Estructura Urbana**

Desde comienzos de los años 90 parece existir un claro consenso sobre la debilidad del modelo Monocéntrico para explicar la estructura urbana (McMillen, 2006). Incluso en contextos urbanos diferentes del americano o europeo, se ha aceptado la noción de que el modelo es inadecuado para analizar áreas urbanas con más de un centro de empleo (Dowall & Treffeisen, 1991). Entre otras limitaciones, el modelo es incapaz de explicar las densidades de población y empleo en las áreas suburbanas, donde la distancia al CBD tiene muy poco poder predictivo (McDonald y McMillen, 2010).

La Economía Urbana ha propuesto dos opciones analíticas para abordar la existencia de estructuras urbanas no monocéntricas. Por un lado, los modelos exógenos especifican a priori la localización de los subcentros [Papageorgiou y Casetti, 1971; Hartwick y Hartwick, 1974; Romanos, 1977; White, 1976; Curran et. al., 1982]. Este tipo de modelos no requiere un cambio significativo en las hipótesis de partida. En contraste con el anterior tipo de modelos, los modelos endógenos explican el surgimiento de los subcentros como uno de los posibles equilibrios de un modelo capaz de ofrecer diferentes resultados en función del equilibrio entre fuerzas centrífugas y centrípetas. Las contribuciones más destacadas en este tipo de modelo incluyen, entre otros [Odland, 1978; Borukhov y Hochman, 1977; Ogawa y Fujita, 1980; Fujita y Ogawa, 1982; Peiser, 1982].

A partir de los modelos exógenos se ha desarrollado una línea de investigación para modelar la estructura urbana, la cual ha estado enfocada en el desarrollo de métodos objetivos y flexibles que permitan una mejor representación de la compleja estructura

espacial de las ciudades (Redfearn, 2007). Desde los métodos de clúster propuestos por Giuliano y Small (1991), pasando por aquellos que se basan en los flujos de movilidad (Gordon y Richardson, 1996; Suárez y Delgado, 2009), y en la identificación de picos de densidad (Craig y Ng, 2001; McDonald, 1987) hasta las aproximaciones más refinadas técnicamente de (Baumont et al., 2004; McMillen, 2001; Redfearn, 2007), el desarrollo metodológico para identificar subcentros ha sido un aporte fundamental para el análisis de la estructura urbana policéntrica.

## Identificación de Subcentros de Empleo

La identificación de los subcentros de empleo se lleva a cabo utilizando la metodología desarrollada por McMillen (2001). La mayoría de trabajos identifica los subcentros de empleo a partir del empleo total. Son contados los trabajos que utilizan información desagregada, entre los cuales se destacan los de Shearmur y Coffey (2002), y Muñiz y García-López (2010). Vale la pena anotar que se utilizó información de empleo de los establecimientos a cuatro dígitos reportada por la Cámara de Comercio de Bogotá para el año 2004<sup>4</sup>. Sin embargo, teniendo en cuenta que muchos establecimientos no reportaron el dato de empleo, muchos de los sectores a este nivel de desagregación quedaban con un nivel de empleo muy bajo. Por lo tanto, se procedió a agregar la información a dos dígitos para tener una mayor masa crítica de empleo en muchas zonas de la ciudad.

<sup>4</sup> Cabe mencionar que el último año con información de empleo por manzana para Bogotá es 2005.

## Usos del Suelo

Una vez se han identificado las densidades de empleo y las aglomeraciones de actividades económicas en las áreas de la ciudad para el año 2004, se utilizó la metodología empleada en el Observatorio de Dinámica Urbana de Bogotá para la construcción del tipo de intensidad de uso, con base en la información disponible. A continuación se presenta la metodología empleada en la creación de la variable que mide el tipo de uso del suelo por destino económico.

Usoe: Con el fin de identificar la mezcla de usos entre actividades residenciales y otros de carácter institucional o económico, se utilizó la metodología empleada por el Observatorio de Dinámica Urbana<sup>5</sup> para la construcción de la variable USOE que permite identificar la mayor o menor proporción en que el espacio ocupado y construido es utilizado para localizar hogares y viviendas, establecimientos o para generar empleo. Esta variable se calculó dividiendo el área residencial medida en metros cuadrados en el área conformada por otros usos diferentes al uso residencial medida en metros cuadrados.

<sup>5</sup> Sistema de indicadores Urbanos. Base conceptual. Observatorio de Dinámica Urbana. DAPD-SECI. Febrero de 2001. Pág. 137.

Tipo de intensidad de uso: Esta variable fue construida con la metodología empleada en el sistema de indicadores del Observatorio de Dinámica Urbana.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Ibid. Pag. 137.

Este índice califica la intensidad con la cual se utiliza el suelo en actividad residencial o económica, utilizando la escala de clasificación presentada en la tabla 3, que clasifica los diferentes usos como Residencial Exclusivo, Residencial Predominante, Residencial Mixto, Económico Liviano o Económico Exclusivo (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Escala de clasificación del tipo de intensidad de uso

<b>% de áreas desarrolladas en diferentes usos</b>	<b>Nombre de la clase</b>	<b>Valor de USOE</b>	<b>Tipus</b>
0-20	Residencial Exclusivo	>4.01	1
>20-40	Residencial Predominante	4.0>1.52	2
>40-60	Residencial Mixto	1.5>0.93	3
>60-80	Económico Liviano	0.9>0.254	4
>80-100	Económico Exclusivo	<0.255	5

Fuente: Sistema de indicadores Urbanos. Base conceptual. Observatorio de Dinámica Urbana. DAPD- SECI. Febrero de 2001. Pág. 137

## *Estimación de cambios en la mezcla de usos en Bogotá*

Con el fin de determinar la posibilidad de que se presenten cambios en la estructura del uso del suelo urbano en la ciudad de Bogotá, se evalúa un modelo probabilístico para la variable tipo de uso utilizada anteriormente. Se define la estructura de tipo logit multinomial no ordenada, dado que la variable mencionada es discreta, con múltiples categorías, las cuales no definen una ordenación determinada<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Una referencia amplia de este tipo de modelos se encuentra en Cameron y Trivedi (2005).

Para poder realizar la estimación de las probabilidades, es necesario definir una categoría de referencia (Wooldridge, 2002), por lo que se elige la categoría uso residencial mixto. Por este motivo, las probabilidades que calcule el modelo para cada una de las categorías restantes, serán calculadas con referencia al uso residencial mixto. Aunque parece una limitación de la metodología, más adelante se observará que permite de manera mucho más intuitiva establecer cómo cambios en los determinantes definen una mayor o menor probabilidad de estar en una categoría de uso frente a que se presente el uso mixto.

Para la estimación se utilizan los sectores censales de la ciudad con información completa de los determinantes que fueron definidos para encontrar las probabilidades de interés para los años 2008 y 2013. La estimación se realiza por el método de máxima verosimilitud a partir de una función de densidad de probabilidad logística. La variable a explicar es Tipus, la cual es función de otras variables que se describen a continuación.

Los determinantes de la probabilidad de que en un sector censal se presenten las categorías residenciales exclusivas, residenciales predominantes, económicas livianas y económicas exclusivas, son: variables asociadas a la estructura urbana (distancia a subcentros de empleo), variables asociadas a la infraestructura (distancia a vías ), variables asociadas a los atributos locales (distancia a cuerpos de agua, pendiente del terreno), variables asociadas a la actividad económica (densidad de empleo en sectores de comercio, la hotelería, actividades inmobiliarias y financieras, en el sector transporte, especialización del sector censal en servicios a las empresas). En el anexo 1 se describen las variables utilizadas en el modelo.

Adicionalmente, se incluye como determinante a la estimación de la variación porcentual del precio del suelo promedio para los años 2004–2008, a partir de una regresión lineal de esta variable en función de las distancias a los subcentros de servicios, industria, comercio y CBD, junto a distancias a cuerpos de agua, a vías principales, a estaciones del sistema de transporte masivo (TRANSMILENIO) y a centros comerciales. Esto se realiza con el fin de que la variación en los precios capture la estructura urbana de la ciudad y de allí que las probabilidades contengan dicho componente espacial.

Por último, se incluyen variables dummy para identificar a los sectores censales que hacen parte de los subcentros de educación, industria y transporte, que se identificaron en la segunda sección del documento. Esto se realiza con el fin de determinar si la probabilidad de cada tipo de uso es diferente para un sector censal ubicado en un subcentro. Los demás subcentros no se utilizan por problemas de colinealidad entre variables dummy. La siguiente expresión resume presenta el modelo a estimar:

- 1) *Probabilidad tipus = f(estructura urbana, infraestructura, atributos físicos y ambientales, especialización económica, error)*

Con el fin de cuantificar los cambios en la probabilidad de cambiar de un tipo de uso frente a la mezcla (tipología residencial mixto), es necesario calcular los efectos marginales del modelo logit multinomial estimado (Cameron y Trivedi, 2005).

Como el modelo se estima con variables dummy, se estiman escenarios para los cuales cada una de dichas variables toma el valor uno, es decir, cuando se evalúan los sectores censales presentes en los subcentros identificados frente a los que no se encuentran allí.

El Anexo 2 presenta los resultados de la estimación y los cambios marginales en la probabilidad para cada tipología de suelo y tipo de subcentro.

## **Probabilidades de cambio de uso del suelo en Bogotá D.C.**

A partir de las probabilidades obtenidas por el método econométrico utilizado para estimar los cambios en la mezcla de usos en Bogotá D.C. se obtuvieron las probabilidades de que los sectores censales de la ciudad presenten determinado uso del suelo con respecto al uso mixto.

Estas probabilidades fueron obtenidas para cada uno de los sectores censales para los cuales se tiene información completa con respecto a los determinantes de usos del suelo.

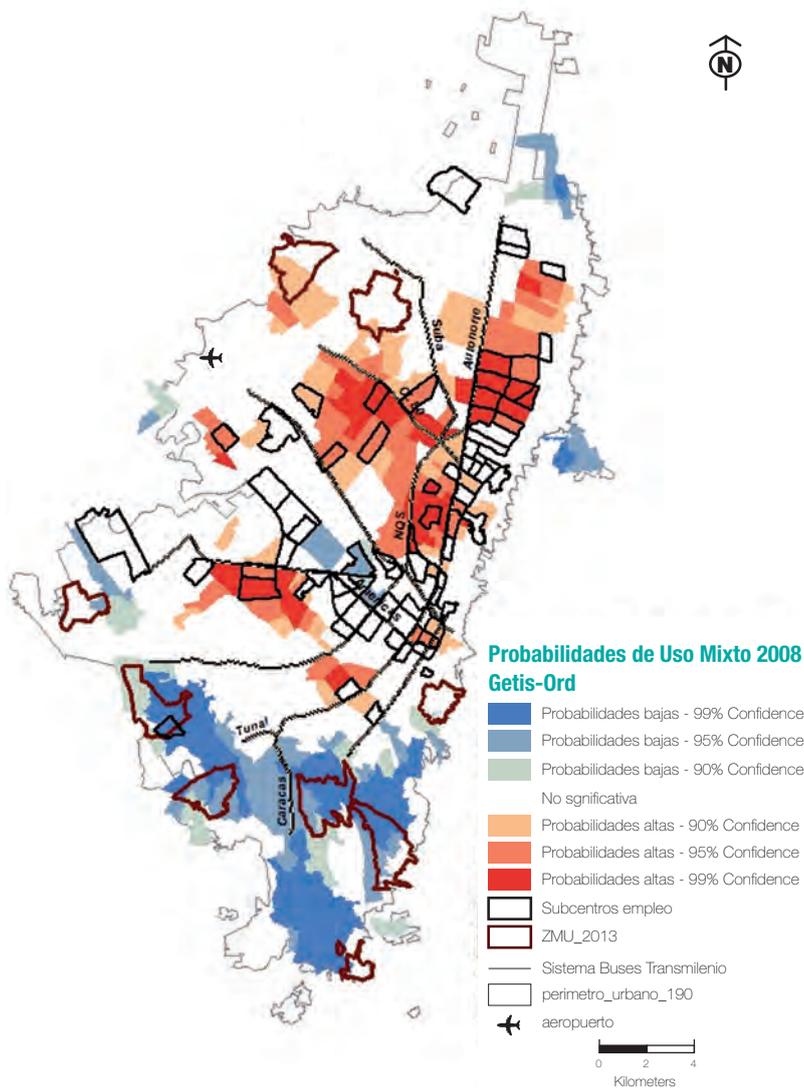
No obstante, con el ánimo de evidenciar más la tendencia espacial en el uso del suelo que los casos puntuales por cada unidad cartográfica, se identificaron clústeres de valores altos y bajos de la probabilidad de que se presente un uso o una mezcla determinada de los mismo en una zona de la ciudad.

Estos clústeres fueron identificados a partir del estadístico Getis-Ord (Anselin L., 1992), con el objetivo de calcular el grado de agrupamiento de las probabilidades y su significancia estadística.

En los mapas de la figuras uno y dos, los colores más intensos indican un agrupamiento estadísticamente significativo de valores altos de probabilidad asociados a la presencia de determinado uso del suelo. El color más claro indica agrupamiento estadísticamente significativo de valores bajos de probabilidad.

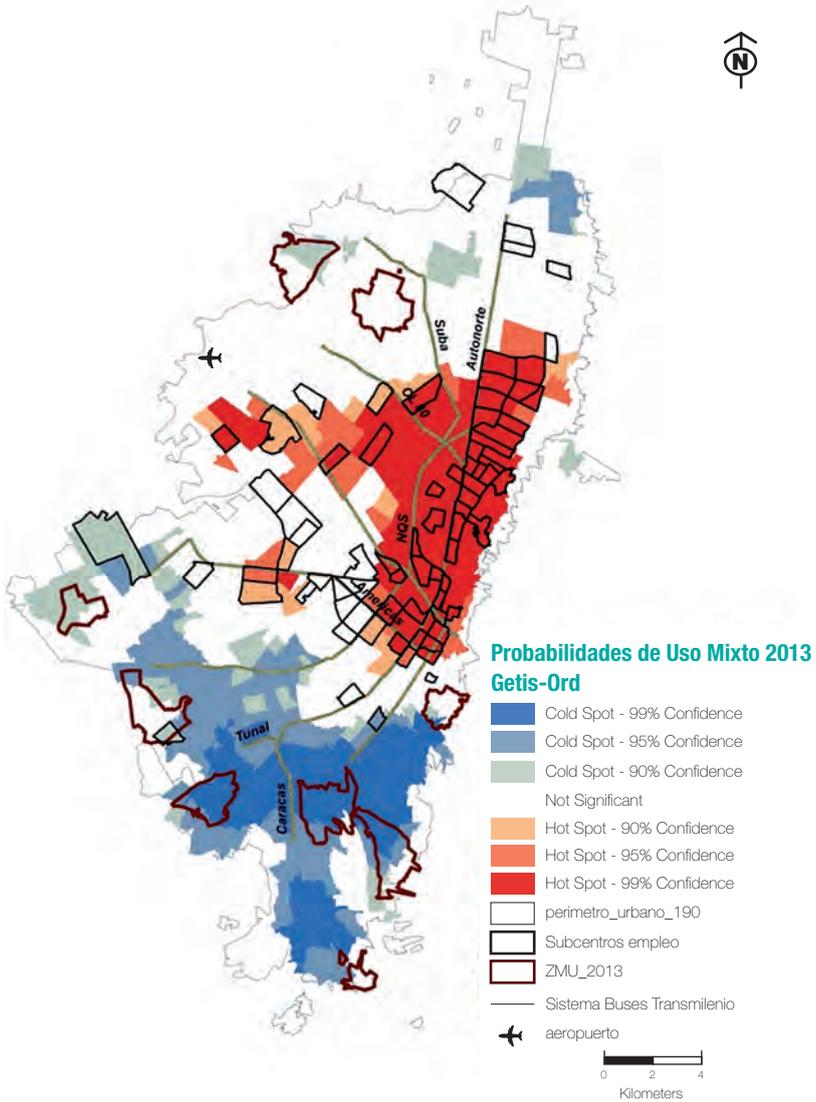
Las áreas en blanco no presentan agrupamientos significativos para ningún tipo de uso. Para guiar al lector, se antepone a los mapas de agrupamiento de probabilidad de uso del suelo, un mapa de referencia con los nombres de algunas vías y zonas de actividad de la ciudad.

Figura 1. Probabilidades de Uso Mixto. 2008



Fuente: Modelo de estimación de probabilidades de usos con base en datos de SDP y la Unidad Administrativa de Catastro Distrital (UAECD).

Figura 2. Probabilidades de Uso Mixto. 2013



Fuente: Modelo de estimación de probabilidades de usos con base en datos de SDP y la Unidad Administrativa de Catastro Distrital (UAECD).

En las figuras se georreferencian las probabilidades estadísticamente significativas relativas al uso mixto del suelo (TIPUS 3). Los mapas muestran un resultado muy interesante desde el punto de vista de la dinámica de la estructura urbana de la ciudad. En efecto, se observa como el uso mixto del suelo se agrupa de manera significativa en zonas que están más al occidente y al norte de las zonas de actividad consolidadas como el CBD (Central Business District) y la zona central del borde oriental, donde se localizan los subcentros de empleo. Esto estaría indicado que en las zonas tradicionales de actividad económica de la ciudad están empezando a operar también diseconomías de aglomeración producto de la congestión y los mayores valores del suelo. Por lo tanto, las actividades residenciales y económicas se descentralizan en busca de zonas con un nivel aceptable de accesibilidad a los ejes clásicos.

Por el contrario, la zona sur de la ciudad presenta un agrupamiento de bajas probabilidades de uso mixto del suelo lo cual refuerza la segregación socioeconómica y espacial de las zonas más pobres de la ciudad. El uso mixto del suelo está asociado a menores costos de transporte debido a la cercanía entre distintas actividades. En este sentido, la población de la zona sur de la ciudad debe asumir un elevado costo de transporte debido a los mayores desplazamientos para acceder a las áreas de actividad principal de la ciudad. Las actividades económicas que se localizan en la zona sur de la ciudad son de baja jerarquía y por lo general están asociadas al uso de la vivienda como establecimiento comercial. Los mapas muestran como el borde sur de la ciudad presenta bajas probabilidades de uso mixto, reforzando el uso residencial con actividades de subsistencia que no están vinculadas a los circuitos productivos de la ciudad.

Al comparar los mapas 1 y 2, se observa la consolidación del uso mixto del suelo en la zona denominada Centro Ampliado. Mientras en el 2008 las mejoras en el sistema de transporte urbano de la ciudad pudieron incentivar la descentralización de las actividades

debido a la reducción de los costos de transporte, para el año 2013 el aumento de la actividad económica no se ha visto reflejado en mejoras sustanciales en el sistema de transporte, por lo cual los incentivos a buscar otras localizaciones por fuera de las áreas centrales tradicionales se reducen<sup>8</sup>. Es decir, las mejoras en el sistema de transporte no se han traducido en mejores costos de transporte.

Las probabilidades de uso muestran que al interior de los subcentros de empleo localizados en el borde oriental de la ciudad, y que definen en gran medida la estructura urbana de la ciudad se consolida el uso mixto del suelo. En la zona sur de la ciudad no se presentan agrupamientos significativos de probabilidades de uso económico o mezcla de usos<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> *Hasta el año 2008 la velocidad promedio de los diferentes modos de transporte motorizados se mantuvo constante alrededor de 30 Km./h. A partir de este año y hasta 2011 dicho indicador bajo a niveles de 23.2 km./h., lo que implicó una reducción del 23% en la velocidad en 3 años. Lo anterior se ve reflejado en un aumento del tiempo de viaje de mayor frecuencia a partir del 2006. En este año el tiempo promedio era de 53 minutos, y para el año 2011 este indicador había subido a 65 minutos (SDM, 2011).*

<sup>9</sup> *En el Anexo 3 se muestra la disposición espacial de las probabilidades de usos del suelo para las demás tipologías de uso.*

En esta zona de la ciudad habita la población de bajos recursos, las cuales se han asentado en el territorio a través de procesos de urbanización informal con una débil dotación de equipamiento e infraestructura física. En este sentido, las condiciones sociales y físicas de esta zona de la ciudad no son atractivas para la disposición de la actividad económica en el territorio. Lo anterior implica que una fuerte intervención en el territorio es requerida para mejorar sus condiciones sociales y urbanísticas.

Al interior de las ZMU localizadas en el borde sur de la ciudad se presentan agrupamientos significativos de bajos niveles de probabilidad. En las dos ZMU localizadas en la zona noroccidental no se presentan agrupamientos significativos de probabilidades de uso mixto. Esta situación se presenta tanto en 2008 como en 2013, y guarda relación con el hecho de que en estas zonas no se localizan subcentros de empleo, es decir no operan economías de aglomeración. El único subcentro de empleo en las ZMU se localiza en el borde oriental de Altos de la Estancia.

Uno de los pilares de la política de ordenamiento territorial de la ciudad es la mezcla de usos. Esta se concibe como una estrategia que permita reducir los tiempos de viaje y favorecer el uso del transporte público, articulando la localización de la actividad económica con el sistema de movilidad. Lo anterior tiene como objetivo reducir los fuertes desequilibrios territoriales, que en el caso de las ZMU se manifiestan tiempos de viaje superiores a la media de la ciudad. Mientras el tiempo de viaje promedio en la ciudad se sitúa alrededor de los 59 minutos, para los habitantes de las ZMU está por encima de los 66 minutos, y llegando incluso en algunas zonas a los 85 minutos<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> En el Anexo 4 se muestra un mapa con los tiempos de viaje promedio por UPZ al cual se superponen las coberturas de todas las ZMU definidas en el año 2013.

Las intervenciones en los territorios que comprenden las ZMU tienen un gran reto frente a la reducción de estos desequilibrios. Por lo tanto, es necesario que la administración pública cuente con información pertinente y rigurosa que permita definir escenarios de acción en condiciones de menor incertidumbre para definir los instrumentos de planificación que se deben implementar en los territorios de las ZMU.

A continuación se presentan la metodología y los modelos propuestos para estimar los efectos de intervenciones sobre el territorio bajo escenarios contra factuales que pueden ser modificados.

## *Impacto de intervenciones sobre el territorio de las ZMU*

La información de la sección dos permite establecer que, al menos para el año 2005, la actividad económica en los ZMU es de muy baja escala y se caracteriza por desarrollarse en microestablecimientos. Este tipo de establecimientos de baja jerarquía urbana no tiene la capacidad de generar economías de aglomeración con alcance zonal. Por lo tanto, los habitantes de las ZMU no cuentan en su territorio con equipamientos y establecimientos de comercio para la realización de las actividades urbanas de mayor jerarquía urbana.

Los resultados del modelo de probabilidad de usos del suelo de la sección anterior muestran que en las ZMU la probabilidad de uso mixto es muy baja, evidenciando la escasa presencia de usos de jerarquía urbana.

En esta sección se presenta una aproximación metodológica para determinar el efecto que determinadas intervenciones físicas tienen sobre el territorio. En primer lugar se especifican modelos econométricos para estimar la relevancia de los aspectos económicos, sociales y físicos sobre el avalúo catastral de las ZMU. El avalúo es una variable que captura información sobre los aspectos físicos de los predios, el entorno socioeconómico de los mismos y las presiones del mercado inmobiliario. Por lo tanto, captura las características económicas de la zona y sirve

como una aproximación a la escala y jerarquía de las actividades que se desarrollan en el territorio de las ZMU. Los aspectos antes mencionados se definen a partir de las variables consideradas en la literatura especializada (Baerwald, 1982; Cheshire y Sheppard, 2005; Colwell, 1997; Duncan, 2011; Epple et al., 2010; Hand, 2008; Lai et al., 2007; Rosen, 1974; Sheppard, 1999). En segundo lugar, se estima un modelo probabilístico en función de estas mismas variables para estimar las probabilidades de usos mixto en las ZMU a partir de una intervención sobre el territorio.

Para el modelo que evalúa los determinantes del valor del stock inmobiliario en las ZMU se estima el valor esperado de dos tipos de intervenciones en el territorio. Una asociada a los objetivos de los PMU, y la otra a los objetivos de las OE. Para el modelo que estima las probabilidades de uso mixto bajo una intervención específica en el territorio, se georreferencian las probabilidades con el objeto de determinar el alcance geográfico de la intervención. La pertinencia de este ejercicio radica en que la mezcla de usos es el principio rector que guía las normas de usos del suelo en la ciudad. Por lo tanto, la estimación de la probabilidad de uso mixto del suelo en las ZMU es un buen indicador de los retos normativos que supone la aplicación de los instrumentos de planificación en estas zonas de la ciudad.

## **Determinantes del valor del stock inmobiliario en las ZMU**

La Tabla 12 muestra los resultados de la estimación de un modelo lineal para estimar el valor del stock inmobiliario de las ZMU a partir de determinantes económicos, sociales y físico. El modelo a estimar tiene la siguiente especificación:

$$2) Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ik} + e_i$$

Donde el subíndice  $i$  denota las manzanas de cada ZMU.  $Y_i$  es el avalúo catastral para el año 2013,  $X_{ij}$  denota un vector de características económicas, sociales y físicas de las manzanas de cada ZMU. Los resultados muestran que la escala económica de los establecimientos con actividad económica (Trabajadores/establecimiento) tiene un efecto positivo sobre el valor del stock inmobiliario. Sin embargo, en Chigüaza y Tibabuyes el efecto es negativo. En estos casos, el signo negativo significa que al parecer los microestablecimientos generan mayor valor sobre el espacio construido. Las condiciones sociales, medidas a través del número de personas que reportaron no estudiar en el Censo de 2005 tiene un efecto ambiguo sobre los el valor del stock inmobiliario en las ZMU. En cuanto a las condiciones físicas, estas presentan los signos esperados, excepto en el caso del área de construcción en Tibabuyes. En lo referente a los usos del suelo, se observa que en general el industrial tiene efectos negativos sobre el valor del stock inmobiliario de las manzanas de cada PMU. Por el contrario, a mayor peso del uso comercial en la distribución total de usos del suelo mayor es el valor del stock inmobiliario en las ZMU. En el caso del uso dotacional, este también tiene un efecto positivo sobre el valor de las construcciones de las ZMU, excepto en los casos de altos de la Estancia y Lucero Tesoro.

El mismo ejercicio estadístico se repite pero con una modificación en el peso del área dotacional dentro del área total de las ZMU (Tabla 12a). Este ejercicio representaría una intervención tipo PMU. En este ejercicio contra factual se aumentó el área dotacional en 1%, distribuyendo la reducción en los usos residencial, comercial e industrial. Los resultados se muestran en la Tabla 12a. En términos generales los signos se mantienen con contadas excepciones. Por ejemplo, en el caso de Alfonso López, el aumento del área de terreno pasa a tener signo negativo.

En la Tabla 12b se presenta el ejercicio pero modificando la variable tipo de usos (Ver Tabla 11). En este caso, las manzanas que estaban clasificadas con uso residencial exclusivo pasaron a ser manzanas con uso residencial predominante. La reclasificación no se hizo hacia el uso mixto, pues este cambio es más abrupto y llevaría más tiempo para consolidarse. Este ejercicio contra factual representará una intervención tipo OE.

Al observar los resultados de las estimaciones presentadas en las Tablas 12a y 12b para cada ZMU surgen algunas consideraciones importantes. En primer lugar las condiciones de densidad no presentan el signo esperado para las ZMU de Chigüaza, Los libertadores y Lucero Tesoro. Este resultado es difícil de explicar, toda vez que esas zonas de la ciudad presentan niveles de densidad muy superiores a la media urbana. El resultado indicaría que las condiciones de hacinamiento tendría un efecto positivo sobre el valor del stock inmobiliario. Sin embargo, el resultado también puede significar que existen centros de actividad locales en los cuales los habitantes pueden llevar a cabo algunas actividades urbanas, y por lo tanto existen presiones por localizarse alrededor de dichos centros. Se requiere llevar a cabo estudios más detallados sobre las características de los hogares de estos ZMU para determinar hasta qué nivel de densidad existe un efecto positivo sobre el valor del stock del inmobiliario.

Otro aspecto a resaltar es el efecto ambiguo que tiene sobre el valor del stock inmobiliario el nivel de personas sin estudiar. Cabe esperar que ante una mayor presencia de personas sin estudio, los ingresos sean menores y esto se vea reflejado en las condiciones de oferta del espacio construido. Sin embargo, la precariedad de las condiciones iniciales de algunas ZMU son las que determinan las condiciones de oferta del stock inmobiliario. Es decir, en algunas ZMU las condiciones de mercado están determinadas por una alta presencia de personas que no estudian, y esta es la masa crítica que determina las condiciones económicas del territorio.

Otro resultado de especial atención es el efecto de la escala de los establecimientos sobre el valor del stock inmobiliario. Cabe esperar que los microestablecimientos tengan menor capacidad de pago en escenarios caracterizados por altos niveles de informalidad laboral y bajos niveles de ingreso. Sin embargo, en algunas ZMU este tipo de estructuras organizacionales son la única salida al problema del desempleo. En este sentido, la vivienda cumple un doble propósito, pues a la vez que es lugar de residencia también es el sitio donde se lleva a cabo la actividad productiva que genera parte de los ingresos del hogar. Por lo tanto, en algunas ZMU el mercado inmobiliario internaliza el deseo de la población de contar con una vivienda con espacio para aun local comercial. No obstante, ZMU como Chigüaza y Tibabuyes parecen presentar una saturación de este tipo de establecimientos que puede estar afectando las condiciones de habitabilidad en términos de ruido y movilidad, lo que se traduce en un efecto negativo sobre el valor del stock inmobiliario.

En lo referente a las áreas, el uso comercial es el que mayor efecto promedio tiene sobre el valor del stock inmobiliario. En el caso del uso dotacional, en la ZMU Lucero – Tesoro se presenta un efecto negativo tanto en el escenario actual como en el escenario de un aumento del área dotacional. Este punto es clave para la intervención del Cable Aéreo, toda vez que indica que el uso dotacional debe complementarse con el uso comercial de forma que se genere una mayor oferta de servicios urbanos a los habitantes de la ZMU. En lo referente al efecto del índice de usos del suelo (Tabla 12b, variables `tipus_2013`) el resultado muestra que una mayor participación del uso económico de las actividades diferentes a la residencial no tendría un efecto positivo y significativo sobre el valor del stock inmobiliario. En este sentido, es muy importante realizar las intervenciones procurando no exacerbar las ZMU con el uso económico exclusivo, sino a través de una mezcla del uso económico con el dotacional.

Tabla 12. Estimación del avalúo base 2013

Variable	ALFONSO_LÓPEZ	ALTOS DE LA ESTANCIA	BOSA	CHIGÜAJA	LOS LIBERTADORES	RINCON	TIBABUYES	LUCERO-TESORO
Trabajadores/estable.	5,061,157.00	5,492,976.00	816,046.90	- 10,500,000.00	40,024.49	1,365,609.00	- 15,900,000.00	1,437,227.00
	3.31	2.74	0.76	9.26	0.76	1.36	3.89	1.15
Personas no estudiant	186,901.00	- 1,455,336.00	290,009.30	362,840.60	- 163,422.90	- 900,169.50	2,333,858.00	- 1,260,093.00
	0.86	- 2.12	1.92	1.64	- 1.34	- 3.00	2.65	2.47
área terreno	3,681.27	119,452.90	119,833.30	48,393.46	27,024.39	25,097.25	178,292.80	132,370.30
	2.46	53.94	103.39	59.17	54.60	105.06	61.68	20.10
área construcción	229,414.80	881,750.90	346,174.20	1,060,809.00	262,401.30	105,190.10	- 1,540,888.00	1,130,559.00
	5.44	34.58	7.56	335.40	15.92	2.33	- 10.39	23.03
densidad pob.	- 17,013.58	- 29,651.80	- 9,116.07	73,985.19	1,120.58	- 47,139.18	- 75,590.79	34,483.56
	- 3.69	- 2.11	- 1.65	14.34	56.00	- 5.37	- 3.89	2.27
peso área ccial.	38,900,000.00	373,000,000.00	15,800,000.00	6,779,227.00	15,900,000.00	34,300,000.00	240,000,000.00	241,000,000.00
	2.33	6.42	0.97	0.35	1.33	0.96	2.86	6.30
peso área industrial	70,800,000.00	-959,000,000.00	41,300,000.00	- 200,000,000.00	- 35,700,000.00	- 99,100,000.00	182,000,000.00	- 89,500,000.00
	0.66	- 4.57	0.93	- 1.24	- 0.53	- 0.72	0.41	- 0.41
peso área dotacional	53,600,000.00	-667,000,000.00	28,900,000.00	62,500,000.00	140,000,000.00	227,000,000.00	591,000,000.00	177,000,000.00
	3.09	- 7.25	0.73	2.27	15.32	7.41	6.59	- 4.17
constante	11,500,000.00	- 35,500,000.00	3,118,465.00	- 156,000,000.00	10,600,000.00	118,000,000.00	282,000,000.00	123,000,000.00
	3.24	- 2.39	0.46	- 24.79	3.75	7.86	9.93	- 8.70
N	135	576	303	633	406	525	400	542
R^2	0.55	0.96	0.98	0.98	0.91	0.96	0.99	0.80

Fuente: Estimaciones propias con base en información del DANE para empleo y establecimientos (Censo, 2005) y SDP para áreas y usos. (2013)

Tabla 12a. Estimación del avalúo contra factual 2013 (modificación del área dotacional)

Variable	ALFONSO_ LOPEZ	ALTOS DE LA ESTANCIA	BOSA	CHIGÜAZA	LOS LIBERTADORES	RINCON	TIBABUYES	LUCERO-TESORO
Trabajadores/estable.	4,652,750.00	303,939.60	947,097.90	- 10,200,000.00	- 22,256.45	- 616,417.00	- 12,200,000.00	1,580,720.00
	3.94	0.15	0.91	- 8.51	- 0.33	- 0.77	- 3.06	1.28
Personas no estudiant	201,711.40	- 1,463,786.00	288,811.60	320,127.50	- 254,884.20	- 329,093.70	1,926,937.00	- 1,339,532.00
	1.20	- 2.04	1.91	1.44	- 1.72	- 1.36	2.21	- 2.64
área terreno	- 6,374.14	115,621.30	119,781.70	48,120.27	26,373.83	23,445.59	167,990.30	142,372.50
	- 4.17	50.34	103.72	59.12	41.67	111.39	64.59	21.62
área construcción	241,476.90	831,528.70	3,556,048.10	1,062,628.00	374,184.40	77,234.18	- 1,115,418.00	1,048,512.00
	8.06	32.44	8.14	345.58	20.72	2.18	- 8.27	25.08
densidad pob.	- 12,433.05	- 5,890.39	- 8,978.06	70,642.70	3,538.35	- 19,068.20	- 55,861.77	31,853.73
	- 3.58	- 0.34	- 1.63	13.79	1.44	- 2.70	- 2.84	2.14
peso área ccial.	50,400,000.00	534,000,000.00	15,400,000.00	3,629,272.00	- 5,162,662.00	88,500,000.00	236,000,000.00	229,000,000.00
	3.84	8.67	0.94	0.18	- 0.36	3.04	2.82	5.90
peso área industrial	92,600,000.00	- 670,000,000.00	42,900,000.00	- 218,000,000.00	- 84,100,000.00	9,135,175.00	198,000,000.00	- 94,400,000.00
	1.10	- 3.06	0.95	- 1.33	- 1.03	0.08	0.45	- 0.43
peso área dotacional	77,400,000.00	20,700,000.00	14,300,000.00	- 28,520.96	35,700,000.00	443,000,000.00	292,000,000.00	-112,000,000.00
	9.97	0.82	0.67	- 6.02	19.39	7.03	- 4.93	- 4.93
constante	7,100,995.00	- 60,500,000.00	1,666,228.00	- 153,000,000.00	- 1,751,054.00	79,500,000.00	209,000,000.00	-111,000,000.00
	2.54	- 3.12	0.24	- 24.28	- 0.51	6.53	7.13	- 7.61
N	135	576	303	633	406	525	400	542
R^2	0.73	0.95	0.98	0.98	0.87	0.91	0.99	0.80

Fuente: Estimaciones propias con base en información del DANE para empleo y establecimientos (Censo, 2005) y SDP para áreas y usos. (2013)

Tabla 12b. Estimación del avalúo contra factual 2013 (tendencia a la mezcla de usos)

Variable	ALFONSO_ LOPEZ	Altos_ Estancia	Bosa	Chiguaza	LOS LIBERTADORES	Rincon	Tibabuyes	lucero_ tesoro
traprestab	5,130,851.00	- 970,266.90	1,268,629.00	- 10,300,000.00	112,871.50	3,565,485.00	- 10,400,000.00	98,112.26
per_no_estudiando	3.50	- 0.43	1.30	- 9.09	1.69	3.52	- 2.49	0.08
area_terre	169,789.60	- 1,338,966.00	269,997.20	367,982.70	- 324,443.30	- 1,269,954.00	1,090,878.00	- 1,642,096.00
area_const	0.78	- 1.74	1.76	1.67	- 2.06	- 4.06	1.20	3.07
denpermz	3,414.03	117,551.50	119,743.60	48,189.04	27,809.99	25,177.42	169,837.70	144,188.80
a_uso_ccio_2013	2.14	48.51	104.56	59.40	44.33	100.01	61.36	21.07
tipus_2013	225,693.30	867,341.50	332,614.50	1,062,423.00	359,111.30	188,289.60	- 1,156,018.00	1,056,073.00
_cons	5.30	31.63	7.38	346.38	18.35	4.01	- 8.06	23.37
n	- 18,262.18	- 28,167.45	- 9,058.98	71,979.90	290.65	- 63,132.60	- 98,929.25	39,307.84
r-cuadrado	- 3.96	- 1.82	- 1.70	14.40	0.11	- 7.27	- 5.01	2.55
	15,351.81	6,887.92	6,515.46	- 2,519.44	- 4,319.28	- 312.66	54,973.40	17,670.43
	3.06	1.40	1.03	- 1.25	- 1.12	- 0.13	2.69	1.18
	- 98,343.72	- 8,502,201.00	3,521,894.00	6,955,680.00	3,934,869.00	2,266,399.00	- 35,100,000.00	- 14,500,000.00
	- 0.03	- 0.64	0.92	1.54	1.43	0.35	- 1.75	1.66
	13,600,000.00	- 13,000,000.00	623,066.60	- 161,000,000.00	- 111,018.40	123,000,000.00	306,000,000.00	- 93,200,000.00
	2.56	- 0.68	0.08	- 19.78	- 0.03	7.32	8.88	5.30
	135.00	576.00	303.00	633.00	406.00	525.00	400.00	542.00
	0.55	0.94	0.98	1.00	0.86	0.95	0.99	0.77

Fuente: Estimaciones propias con base en información del DANE para empleo y establecimientos (Censo, 2005) y SDP para áreas y usos. (2013)

En la Tabla 13 se presentan los valores estimados del stock inmobiliario promedio bajo los dos escenarios de intervención. Estos resultados corresponden al valor máximo promedio que se presentaría en las manzanas donde se presenta una mayor probabilidad de cambio de uso. Sobre esas manzanas se estima y se suma el valor del avalúo<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> No todas las manzanas presentan valores superiores al avalúo reportado por la UAECD en 2013. También se obtiene valores negativos de las intervenciones.

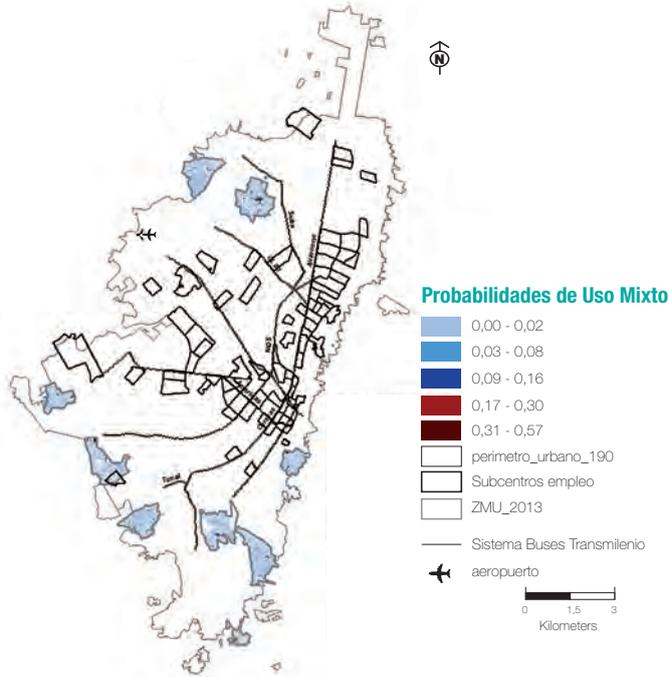
El primer escenario para la intervención tipo PMU (CF1) corresponde a una reducción del 1% en el área residencial, comercial e industrial. Esta área se traslada al uso dotacional, teniendo en cuenta que uno de los objetivos principales de los PMU es la reducción de déficit en los sistemas generales. El valor estimado del valor del stock inmobiliario resulta de las estimaciones presentadas en la Tabla 12b. En el mismo escenario (CF1) para la intervención tipo OE las manzanas clasificadas en uso bajo residencial exclusivo pasan a ser clasificadas en usos residencial predominante, bajo precepto de generar una mayor mezcla de usos, que en principio es un objetivo general de la política de planeamiento, y puede ser promovido por una OE. El escenario base corresponde a la estimación del avalúo sin ninguna intervención en el territorio. En el escenario dos de las intervenciones PMU y OE se aumenta la densidad poblacional teniendo en cuenta el área residencial después de la intervención y se clasifican las manzanas de usos residencial predominantes a uso mixto. Los resultados muestran que bajo una mayor mezcla de usos que combine el uso dotacional con el comercial se lograrían un mayor valor del stock inmobiliario.

Tabla 13. Estimaciones de los escenarios de intervención en los territorios de las ZMU

Instrumento	Avalúo Real	Base	CF1	CF2
PMU	77.899.300.000,00	78.431.500.000,00	78.390.919.168,00	78.427.430.912,00
	Cambio (%)	0,68	0,63	0,68
OE	77.899.300.000,00	78.434.123.776,00	78.427.611.136,00	78.464.614.400,00
	Cambio (%)	0,69	0,68	0,73

Fuente: Elaboración propia con base en la estimación de los modelos de las tablas 12, 12a y 12b.

Para identificar las manzanas de las ZMU con mayor probabilidad de presentar mezcla de usos (tipus 3). Se estimó un modelo logístico multinomial para obtener la probabilidades de cada tipo de usos reportado en la Tabla 1. Una vez obtenidas estas probabilidades se procedió a georreferenciar. Este modelo se estimó en función de las mismas variables que determinan el avalúo base (Tabla 12). Los resultados se muestran en la Figura 3.



## ZMU Borde sur

### Probabilidades de Uso Mixto

0,00 - 0,02

0,03 - 0,08

0,09 - 0,16

0,17 - 0,30

0,31 - 0,57

perimetro\_urbano\_190

Subcentros empleo

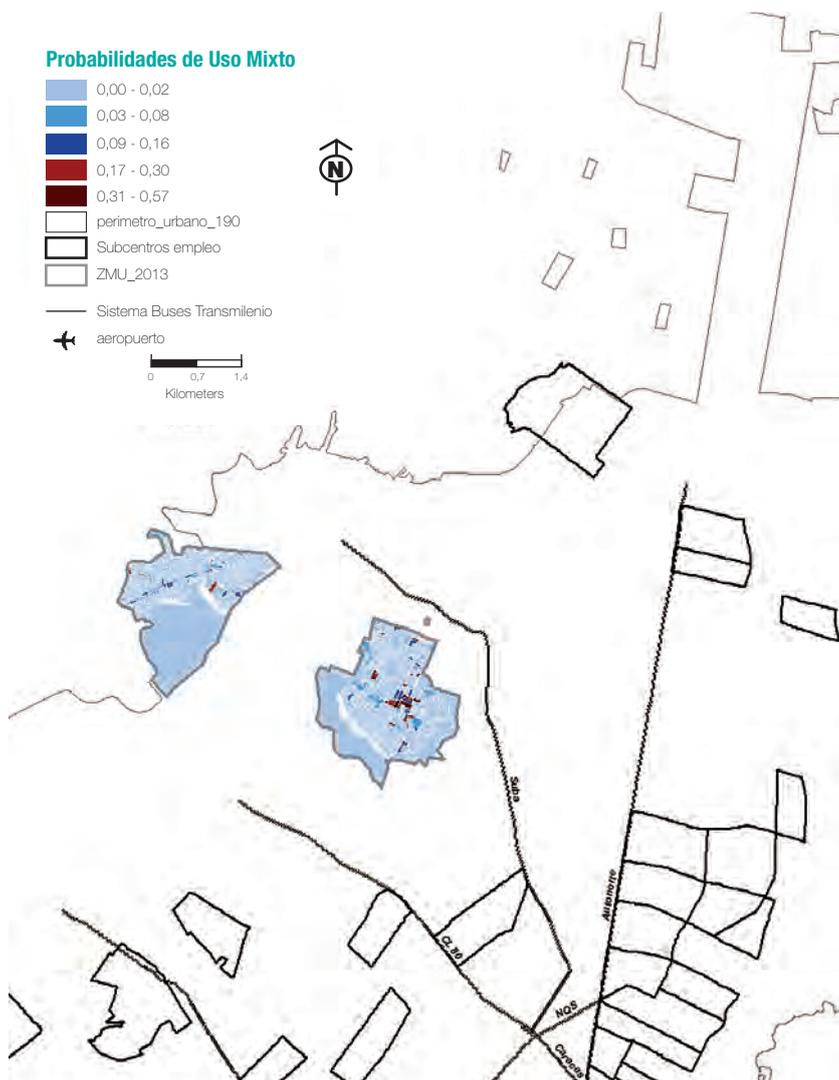
ZMU\_2013

Sistema Buses Transmilenio

aeropuerto

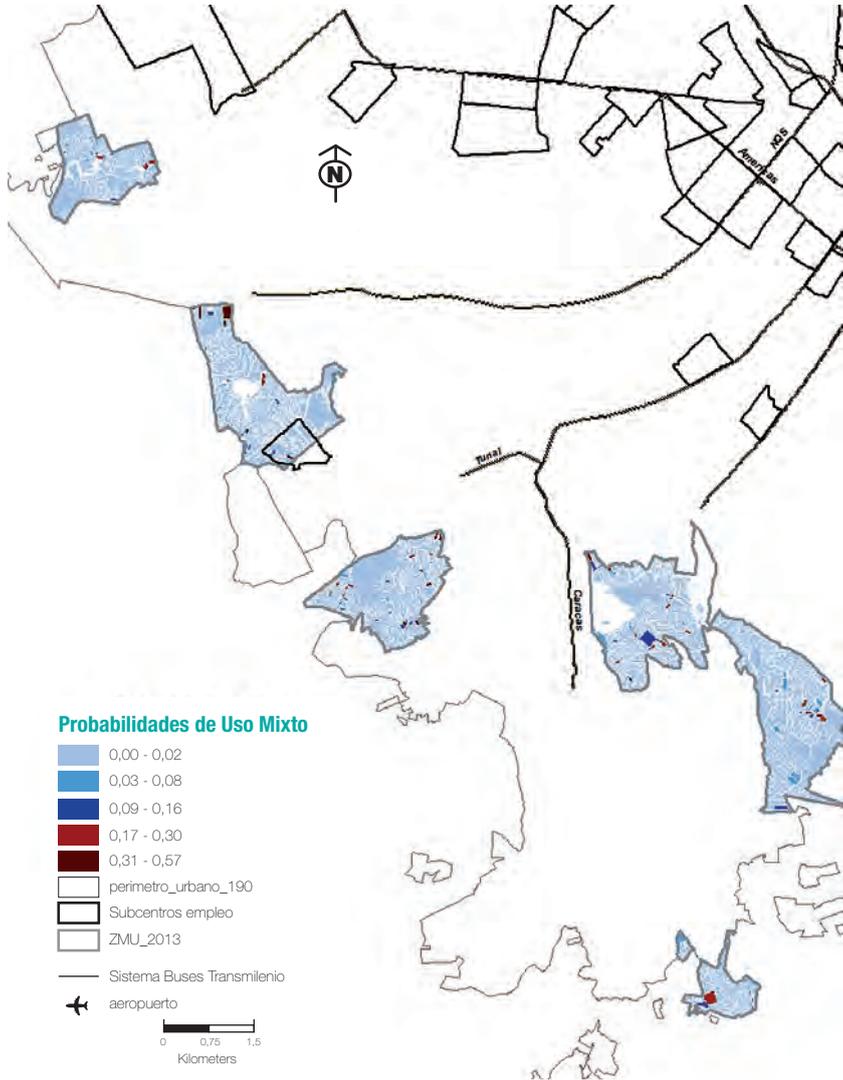
0 0,7 1,4

Kilometers



## ZMU Noroccidente

Figura 3. Localización áreas de las ZMU con mayor probabilidad de presentar mezcla de usos.



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo probabilístico para estimar la mezcla de usos en las ZMU. Datos de UAEC y SDP.

El modelo probabilístico estimado sólo tiene en cuenta las ZMU con el fin de aislar los efectos de otras zonas de la ciudad. Al tener en cuenta toda la ciudad, la presencia del Parque El Tunal y el Portal Tunal y el Portal Usme por ejemplo, inciden en las probabilidades de uso mixto en la zona sur de la ciudad, pues estos corresponden a dotacionales de escala zonal y urbana.

En este caso, se puede generar sesgo en las probabilidades de uso mixto de las ZMU del sur de la ciudad por motivo de auto correlación espacial.

Al controlar por la presencia de grandes equipamientos, los resultados muestran que mientras en las ZMU existen corredores con mezcla de actividades establecidos, en las ZMU del sur se presenta una mayor dispersión de este tipo de zonas. La excepción es la ZMU Altos de la Estancia, que presenta actividad industrial en la zona que limita con la Autopista Sur. En los demás casos las zonas con mayor probabilidad de mezcla de usos no generan áreas de proximidad, y responden más a la presencia de microestablecimientos en determinadas áreas que generan una mezcla de usos caracterizada por actividades de baja jerarquía.

En las ZMU del noroccidente, la mezcla de usos no está determinada tampoco por actividades de jerarquía urbana, pero la disposición de las zonas con mayor probabilidad de mezcla de usos implica al menos actividades de con jerarquía zonal.

Cuando el modelo se estima controlando por la presencia de grandes equipamientos y teniendo en cuenta únicamente las ZMU, emerge un resultado diferente al que se mostraba en las Figuras 1 y 2. En efecto, al aplicar los controles mencionados las ZMU del noroccidente presentan un patrón de localización de actividades mixtas más definido y concentrado.

Esto implica que existen ganancias de la aglomeración y la mezcla. Por su parte en las ZMU del sur de la ciudad las zonas de uso mixto no presentan un patrón de localización en forma de pequeños centros de actividad, sino que están dispuestas de forma dispersa producto de la baja escala de las actividades económicas de estas ZMU<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Las ZMU del sur de la ciudad presentan un menor número de empleados promedio por establecimiento que las ZMU del noroccidente de la ciudad. Ver sección de caracterización.

## Conclusiones

Las probabilidades de uso mixto del suelo en las ZMU son muy bajas. Sin embargo, mientras en las ZMU que se localizan en el sur de la ciudad estas probabilidades presentan un patrón de agrupamiento significativo, no ocurre lo mismo en la ZMU que se localizan en la zona noroccidental de la ciudad. En principio esto podría indicar que la mezcla de usos se puede potenciar en las ZMU localizadas en el sur de la ciudad<sup>13</sup>, mientras que las dos que se localizan en la zona noroccidental requerirían generar condiciones que conlleven a la mezcla de usos.

<sup>13</sup> Las ZMU del sur de la ciudad presentan un menor número de empleados promedio por establecimiento que las ZMU del noroccidente de la ciudad. Ver sección de caracterización.

Teniendo en cuenta las intervenciones que se pueden implementar sobre el territorio, entre las que se cuentan un PMU o una OE los resultados muestran que en principio está última tendría un mayor impacto sobre las condiciones físicas y económicas de los entornos de las ZMU, lo cual se traduce en un mayor valor de los predios. Sin embargo, en términos monetarios las diferencias entre una u otra intervención no es tan relevante para decidirse por una u otra opción.

Al reestimar las probabilidades controlando por la presencia de grandes equipamientos o zonas comerciales, se observa que en las ZMU del noroccidente de la ciudad las zonas de uso mixto presentan un patrón de localización compacto, mientras que en las ZMU del sur de la ciudad este patrón es disperso. En este sentido, una intervención tipo PMU podría generar una reconfiguración predial que conlleve a una mejor disposición de usos en el territorio. En el caso de las ZMU del noroccidente si bien parece estar configurada una zona comercial y de servicios a la población, el déficit de equipamiento y la configuración predial limitan el alcance de la mezcla de usos que se presenta en la zona.

Bajo cualquiera de los escenarios desarrollados en este trabajo, teniendo en cuenta toda la configuración de usos de la ciudad o únicamente aquella que tiene lugar en las ZMU, dos resultados son claros. En primer lugar, la mezcla de usos no es predominante en las ZMU. En segundo lugar, en las pocas zonas que se presentan, las actividades que lo determinan tienen un alcance funcional de escala local. El primer resultado emerge del modelo general de probabilidad que muestra muy bajas probabilidades de tendencia al uso mixto del suelo. El segundo se comprueba al observar el reducido efecto, que a su vez no es significativo, de la variable que mide la mezcla de usos. Una mayor participación de los usos económicos del suelo no se ve reflejada en un mayor valor del stock inmobiliario.

Bajo ninguno de las dos formas de intervención utilizadas en este trabajo para caracterizar a un PMU y una OE se obtiene diferencias sustanciales en el valor del espacio construido, y cuando se controla por la escala de los equipamientos y la configuración de usos del suelo de toda la ciudad, los resultados muestran que la que el alcance de la mezcla de usos en las ZMU es limitado.

Los resultados del modelo que estima la probabilidad de usos del suelo a nivel general demuestran que existe potencial para intensificar la mezcla de usos en el borde sur de la ciudad, donde se localizan seis (6) ZMU. De acuerdo a los objetivos que se definen para las OE, esta sería la mejor opción para asegurar la transformación del territorio de forma integral. Es decir, en caso de promover e implementar una OE, esta debe aplicarse a todas las ZMU y no en forma aislada. La clusterización significativa de bajos niveles de probabilidad de mezcla de usos en la zona sur de la ciudad surge cuando se tiene en cuenta la disposición integral de usos de toda la ciudad. En este caso, aunque las ZMU de la zona sur de Bogotá no dispongan de toda las condiciones socioeconómicas y físicas requeridas para soportar actividades de mayor jerarquía, al evitar las delimitaciones de estas mismas zonas y tener en cuenta el territorio de forma integral se captura el efecto del desarrollo urbano en las zonas cercanas a las ZMU. La implementación de una OE supone una estrategia de planificación de largo plazo bajo la cual se mejore la calidad de vida de los habitantes y se reduzcan los desequilibrios territoriales.

Sin embargo, si la estrategia de planificación busca priorizar las necesidades de corto plazo de la población que habita cada una de las ocho (8) ZMU definidas en el año 2013 respecto a las condiciones de hábitat y ampliación de los sistemas generales, la implementación de un PMU sería la mejor opción. El modelo de probabilidad enfocado en los territorios de la ZMU, aislando el efecto de la configuración urbana general, muestra que las condiciones de mezcla de usos son en general limitadas y de alcance local. En este sentido, y evaluando las condiciones económicas de las ZMU sin tener en cuenta el resto del territorio urbano, queda claro que en las ZMU no existe la configuración predial adecuada ni las condiciones requeridas respecto a los sistemas generales urbanos para soportar actividades de mayor escala que permitan una mejor integración de los habitantes con el territorio.

## Bibliografía

Anselin L., G. A. (1992). Spatial statistical analysis and geographic information systems. *The Annals of Regional Science*, 26(1), 19–33.

Baerwald, T. J. (1982). Land use change in suburban clusters and corridors. *Transportation Research Record*, (861).

Baumont, C., Ertur, C., & Gallo, J. (2004). Spatial Analysis of Employment and Population Density: The Case of the Agglomeration of Dijon 1999. *Geographical Analysis*, 36(2), 146–176. doi:10.1111/j.1538-4632.2004.tb01130.x

Bocarejo, J. P., Portilla, I., & Pérez, M. A. (2012). Impact of Transmilenio on density, land use, and land value in Bogotá. *Research in Transportation Economics*. doi:10.1016/j.retrec.2012.06.030

Borukhov, E., & Hochman, O. (1977). Optimum and Market Equilibrium in a Model of a City without a Predetermined Center. *Environment and Planning A*, 9(8), 849–856.

Button, K. J., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (2004). Land-use, Transportation and Urban Development. In R. Capello & P. Nijkamp (Eds.), *Urban Dynamics and Growth: Advances in Urban Economics (Vol. 266, pp. 151–179)*. Elsevier. doi:10.1016/S0573-8555(04)66006-8

Cheshire, P., & Sheppard, S. (2005). The Introduction of Price Signals into Land Use Planning Decision-making: A Proposal. *Urban Studies*, 42(4), 647–663. doi:10.1080/00420980500060210

Cohen, J. P., & Paul, C. M. (2007). THE IMPACTS OF TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE ON PROPERTY VALUES : A HIGHER-ORDER SPATIAL ECONOMETRICS APPROACH, 47(3), 457–478.

Colwell, P. (1997). The Structure of Urban Land Prices,. *Journal of Urban Economics*, 41(3), 321–336. doi:10.1006/juec.1996.2000

Craig, S. G., & Ng, P. T. (2001). Using Quantile Smoothing Splines to Identify Employment Subcenters in a Multicentric Urban Area. *Journal of Urban Economics*, 49(1), 100–120. doi:DOI: 10.1006/juec.2000.2186

Curran, C., Carlson, L. A., & Ford, D. A. (1982). A theory of residential location decisions of two-worker households. *Journal of Urban Economics*, 12(1), 102–114.

Dowall, D. E., & Treffeisen, P. A. (1991). Spatial transformation in cities of the developing world: Multinucleation and land-capital substitution in Bogot , Colombia. *Regional Science and Urban Economics*, 21(2), 201–224. doi:DOI: 10.1016/0166-0462(91)90034-K

Duncan, M. (2011). The Impact of Transit-oriented Development on Housing Prices in San Diego, CA. *Urban Studies*, 48(1), 101–127. doi:10.1177/0042098009359958

Epple, B. D., Gordon, B., & Sieg, H. (2010). A New Approach to Estimating the Production Function for Housing. *American Economic Review*, 100(June), 905–924.

Fujita, M., & Ogawa, H. (1982). Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations\* 1. *Regional Science and Urban Economics*, 12(2), 161–196.

Giuliano, G., Redfearn, C., Agarwal, A., & He, S. (2011). Network Accessibility and Employment Centres. *Urban Studies*, 49(1), 77–95. doi:10.1177/0042098011411948

Glaeser, E. L., Kahn, M. E., & Rappaport, J. (2008). Why do the poor live in cities ? The role of public transportation. *Journal of Urban Economics*, 63, 1–24. doi:10.1016/j.jue.2006.12.004

Gordon, P., & Richardson, H. W. (1996). Beyond polycentricity - The dispersed metropolis, Los Angeles, 1970-1990. *JOURNAL OF THE AMERICAN PLANNING ASSOCIATION*, 62(3), 289–295.

Hand M.S., T. J. A. M. D. W. B. R. P. (2008). Intra-regional amenities, wages, and home prices: The role of forests in the southwest. *Land Economics*, 84(4), 635–651.

Hartwick, P. G., & Hartwick, J. M. (1974). Efficient resource allocation in a multinucleated city with intermediate goods. *The Quarterly Journal of Economics*, 88(2), 340.

Lai, L. W. C., Chau, K. W., Yiu, E. C. Y., Wong, K. S. K., Wong, W. S., & Chan, P. Y. L. (2007). Measuring and interpreting the effects of a public-sector-led urban renewal project on housing prices—an empirical study of a comprehensive development area zone developed upon “taking” in Hong Kong. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34(3), 524–538. doi:10.1068/b31139

Lucas, R. E. B. (2001). The effects of proximity and transportation on developing country population migrations. *Journal of Economic Geography*, 1(3), 323–339.

Martinez F., A. C. (2000). Transport and land-use benefits under location externalities. *Environment and Planning A*, 32(9), 1611–1624.

Mcdonald, J. (1987). The identification of urban employment subcenters. *Journal of Urban Economics*, 21(2), 242–258. doi:10.1016/0094-1190(87)90017-9

McDonald, J. F., & McMillen, D. P. (2010). *Urban economics and real estate: theory and policy*. Wiley-Blackwell.

McMillen, D. P. (2001). Nonparametric Employment Subcenter Identification. *Journal of Urban Economics*, 50(3), 448–473. Retrieved from <http://ideas.repec.org/a/eee/juecon/v50y2001i3p448-473.html>

McMillen, D. P. (2006). Testing for monocentricity. In D. P. McMillen & R. J. Arnot (Eds.), *A companion to urban economics* (pp. 128–140). Wiley Online Library.

Muñiz, I., & Garcia-López, M.-À. (2010). The Polycentric Knowledge Economy in Barcelona. *Urban Geography*, 31(6), 774–799. doi:10.2747/0272-3638.31.6.774

Odland, J. (1978). The conditions for multi-center cities. *Economic Geography*, 234–244.

OECD. (2009). *How Regions Grow: Trend and Analysis*. Paris.

Ogawa, H., & Fujita, M. (1980). EQUILIBRIUM LAND USE PATTERNS IN A NONMONOCENTRIC CITY. *Journal of Regional Science*, 20(4), 455–475.

Papageorgiou, G. J., & Casetti, E. (1971). Spatial equilibrium residential land values in a multicenter setting. *Journal of Regional Science*, 11(3), 385–389.

Peiser, R. B. (1982). On the emergence of subcenters in a non-monocentric city. In *North American Meeting, Regional Science Association, Pittsburgh* (Vol. 12).

Redfearn, C. L. (2007). The topography of metropolitan employment: Identifying centers of employment in a polycentric urban area. *Journal of Urban Economics*, 61(3), 519–541. doi:DOI: 10.1016/j.jue.2006.08.009

Romanos, M. C. (1977). Household location in a linear multi-center metropolitan area\* 1. *Regional Science and Urban Economics*, 7(3), 233–250.

Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55.

Secretaría Distrital de Movilidad (2011). Movilidad en Cifras 2011. Alcaldía Mayor de Bogotá 2012. Bogotá Humana.

Secretaría Distrital de Movilidad (2012). Informe de Indicadores. encuesta de Movilidad de Bogotá 2011. Alcaldía Mayor de Bogotá 2012. Bogotá Humana.

Secretaría distrital de Planeación (2001). Sistema de indicadores Urbanos. Base conceptual. Observatorio de Dinámica Urbana. DAPD-SECI. Febrero de 2001.

Shearmur, R., & Coffey, W. J. (2002). A tale of four cities: intrametropolitan employment distribution in Toronto, Montreal, Vancouver, and Ottawa-Hull, 1981-1996. *Environment and Planning A*, 34(4), 575–598.

Sheppard, S. (1999). Chapter 41 Hedonic analysis of housing markets. In P. Cheshire & E. S. Mills (Eds.), *Applied Urban Economics (Vol. 3, pp. 1595–1635)*. Elsevier. doi:10.1016/S1574-0080(99)80010-8

Suárez, M., & Delgado, J. (2009). Is Mexico City Polycentric? A trip attraction capacity approach. *Urban Studies*, 46(10), 2187.

Von Böventer, E. (1976). Transportation costs, accessibility, and agglomeration economies. *Papers in Regional Science*, 37(1), 167–183.

White, M. J. (1976). Firm suburbanization and urban subcenters. *Journal of Urban Economics*, 3(4), 323–343. doi:DOI: 10.1016/0094-1190(76)90033-4

## Anexos:

### *Anexo 1. Variables utilizadas para la estimación del modelo multinomial.*

Variable	Nombre
sectdane	Sector Departamento Nacional de Planeación - DANE
activos	Total Activos
denempind	Densidad de Empleo subcentro industria
denempccio	Densidad de Empleo subcentro comercio
denemprans	Densidad de Empleo subcentro Transporte
denemphotel	Densidad de Empleo subcentro Hotel
denempreal	Densidad de Empleo subcentro Real state
denempeduc	Densidad de Empleo subcentro Educación
denemptot	Densidad de Empleo subcentro Total
psuelo04	Precios del suelo 2004
psuelo09	Precios del suelo 2009
ctopsuelo	Crecimiento en el precio del suelo
sch	Subcentro Hoteles
sce	Subcentro educacion
sci	Subcentro industria
scre	subcentro real estate
scret	subcentro retail
sct	subcentro transporte
tipus08	Tipo de intensidad de uso 2008
ctopsueloanual	Crecimiento del precio del suelo anual
dcbdkm	Distancia al CDB en Kilometros
dptm	Distancia portal Transmilenio
dscindus	Distancia al subcentro de Industria
dscserv	Distancia al subcentro de Servicio
dscocio	Distancia al subcentro de Comercio
davchile	Distancia Avenida Chile
distecological	Distancia a cuerpos de agua

altura_snm	Altura sobre el nivel del mar - Pendiente del suelo
area_has	Área en Hectareas
sectordane	Sector Departamento Nacional de Planeación - DANE
schoteles	Sector censal identificado al subcentro Hoteles
sceduc	Sector censal identificado al subcentro Educación
scindus	Sector censal identificado al subcentro Industria
screalstate	Sector censal identificado al subcentro Real State
sccomercio	Sector censal identificado al subcentro Comercio
sctransporte	Sector censal identificado al subcentro Transporte
point_x	Punto X
point_y	Punto Y
distvias	Distancia Vias
__vias	Dummy de frontera con las vias
vias2	Distancia Vias al cuadrado
especialización_serv0	Nivel de especialización en Servicios
dummy_infra	Dummy Infraestructura
dummy_infra_nva	Dummy Infraestructura nueva
in_fid	Indicador
near_dist	dsitancia cercana al Centro comercial
distccial	Distancia al Centro comercial

Anexo 1a. Listado de variables de la base de datos de usos del suelo.

Variable	Nombre	Descripción
seccensal	Sector censal	Sector censal
athouses04	Área total viviendas 2004	Área total viviendas 2004 por sector censal
atcommssc04	Área total Comercio 2004	Área total Comercio 2004 por sector censal
atindsc04	Área total Industria 2004	Área total Industria 2004 por sector censal
atdotsc04	Área total Dotacional 2004	Área total Dotacional 2004 por sector censal
atparksc04	Área total Parques 2004	Área total Parques 2004 por sector censal
atpsc04	Área total 2004	Área total 2004 por sector censal
shathousesc04	Participación área total Viviendas 2004	Participación área total Viviendas 2004 por sector censal
shatcommssc04	Participación área total Comercio 2004	Participación área total Comercio 2004 por sector censal
shatindsc04	Participación área total Industria 2004	Participación área total Industria 2004 por sector censal
shatdotsc04	Participación área total Dotacional 2004	Participación área total Dotacional 2004 por sector censal
shatparksc04	Participación área total Parques 2004	Participación área total Parques 2004 por sector censal

Variable	Nombre	Descripción
athouses08	Área total viviendas 2008	Área total viviendas 2008 por sector censal
atcommc08	Área total Comercio 2008	Área total Comercio 2008 por sector censal
atindsc08	Área total Industria 2008	Área total Industria 2008 por sector censal
atdotsc08	Área total Dotacional 2008	Área total Dotacional 2008 por sector censal
atparksc08	Área total Parques 2008	Área total Parques 2008 por sector censal
attotsc08	Área total 2008	Área total 2008 por sector censal
shathousesc08	Participación área total Viviendas 2008	Participación área total Viviendas 2008 por sector censal
shatcommc08	Participación área total Comercio 2008	Participación área total Comercio 2008 por sector censal
shatindsc08	Participación área total Industria 2008	Participación área total Industria 2008 por sector censal
shatdotsc08	Participación área total Dotacional 2008	Participación área total Dotacional 2008 por sector censal
shatparksc08	Participación área total Parques 2008	Participación área total Parques 2008 por sector censal
tasatop	Tasa de crecimiento del precios	Tasa de crecimiento del precios del suelo
atotsc04	Otras áreas	Áreas otros diferente de sectores antes identificados
uose	Uso	Uso Económico
tipus	Tipo de intensidad de uso	Tipo de intensidad de uso del suelo
valor2004_	Precio del suelo 2004	Precios del suelo para el año 2004
valor_2009	Precio del suelo 2008	Precios del suelo para el año 2008

Variable	Nombre	Descripción
dempind	densidad empleo industrial	Densidad empleo industrial
personal	personal industria	Personal ocupado en el sector industria
activos	total activos	Total activos
perservmen	personal servicios por menor	Personal ocupado en el sector servicios al por menor
aserporme	Activos sector por menor	Activos sector por menor
persertran	Persona sector transporte	Persona sector transporte
asertrans	Activos Sector transporte	Activos Sector transporte
photel	Personal en hotel	Personal en hotel
ahotel	Activos Hotel	Activos Hotel
prealfin	empleo sector censal real estate	empleo sector censal real estate
arealfin	Activos real estate	Activos real estate
pserveduc	Personal servicios educativos	Personal servicios educativos
aeducser	Activos dl sector servicios educativos	Activos del sector servicios educativos
emptot	Empleo total	Empleo total
totemp	total empleo	Total empleo
totempind	Total empleo industria	Total empleo en el sector industria
totempserp	Total Empleo servicios	Total empleo en el sector servicios personales
totempsertr	Total empleo en el sector transporte	Total empleo en el sector transporte
totempserh	Total empleo en el sector servicios de alojamiento	Total empleo en el sector servicios de alojamiento

Variable	Nombre	Descripción
totemperr	Total empleo en el sector retail	Total empleo en el sector retail
totempere	Total empleo servicios	Total empleo en el sector industria
denpersona	densidad personas	densidad personas
denperserv	Densidad servicios personales	Densidad de personal ocupado Servicios al por menor
denpersert	transporte	Densidad de personal ocupado sector transporte
denphotel	hotel	Densidad servicios de alojamiento
denprealfi	Densidad personal real estate	Densidad de personal ocupado en el sector de actividades financieras e inmobiliaria
denperserved	servicios educativos	Densidad de personal ocupado servicios educativos
sch	Subcentro hoteles	Subcentro servicios de alojamiento
sce	Subcentro educación	Subcentro actividades de educación
sci	Subcentro industria	Subcentro industria
scre	subcentro real estate	subcentro actividades financieras e inmobiliarias
scret	subcentro retail	subcentro retail
sct	subcentro transporte	subcentro servicios de transporte
aotros08	Área otros	Área diferentes a los antes identificados 2008
usoe08	uso económico	uso económico 2008
tjpus08	Tipo de intensidad de uso	Tipo de intensidad de uso 2008

## Anexo 2. Modelo probabilístico para estimar el uso del suelo.

Como es de esperarse, un aumento en la densidad de empleo en el sector comercio reduce la probabilidad de que se presenten las tipologías de usos en favor de la mezcla de usos. Por su parte, la densidad de empleo en el sector de transporte aumenta la probabilidad de encontrar el respectivo tipo de uso, con excepción del uso residencial exclusivo. Por último, la densidad de empleo en actividades inmobiliarias y financieras aumenta la probabilidad de que se presenten los usos residenciales, y la disminuye en los usos económicos.

Tabla A1. Modelo logístico multinomial para variable tipo de uso

OBSERVACIONES =	437	Log pseudolikelihood =	-571.57865
WALD CHI2 =	4551.22	Pseudo R2 =	0.1097
PROB > CHI2 =	0.0000		

TIPO SE USO (2008)	Variable	Coef.	Std. Err.	z	P> z
Residencial exclusivo	varpreest	-0.020	0.011	-1.85	0.064
	denemphotel	0.042	0.368	0.11	0.909
	denempreal	0.108	0.073	1.48	0.138
	denempccio	-0.111	0.119	-0.93	0.354
	denemptrans	-3.859	1.708	-2.26	0.024
	sceduc	-15.556	2.789	-5.58	0
	scindus	19.619	0.970	20.23	0
	sctransporte	5.626	2.667	2.11	0.035
	__vias	2.219	2.148	1.03	0.302
	__cons	0.256	0.883	0.29	0.772

Residencial Predominante	varpreest	-0.006	0.007	-0.83	0.404
	denemphotel	-0.552	0.248	-2.23	0.026
	denempreal	0.032	0.034	0.93	0.351
	denempccio	-0.020	0.070	-0.28	0.776
	denemptrans	0.856	0.643	1.33	0.183
	sceduc	-0.359	0.691	-0.52	0.603
	scindus	0.913	0.747	1.22	0.221
	sctransporte	-23.946	7.237	-3.31	0.001
	__vias	-1.970	1.458	-1.35	0.177
	_cons	1.311	0.579	2.26	0.024
Económico Liviano	varpreest	-0.007	0.009	-0.85	0.397
	denemphotel	-0.276	0.189	-1.46	0.143
	denempreal	-0.027	0.016	-1.69	0.091
	denempccio	0.042	0.061	0.68	0.495
	denemptrans	0.942	0.501	1.88	0.06
	sceduc	-0.082	0.584	-0.14	0.889
	scindus	16.968	0.662	25.61	0
	sctransporte	-0.801	1.313	-0.61	0.542
	__vias	0.845	1.372	0.62	0.538
	_cons	0.542	0.669	0.81	0.418
Económico Exclusivo	varpreest	0.016	0.014	1.19	0.235
	denemphotel	-0.383	0.250	-1.53	0.126
	denempreal	-0.047	0.038	-1.23	0.217
	denempccio	0.216	0.064	3.36	0.001
	denemptrans	0.917	0.496	1.85	0.065
	sceduc	-0.771	0.963	-0.8	0.423
	scindus	17.568	0.851	20.63	0
	sctransporte	-0.827	1.395	-0.59	0.553
	__vias	2.158	1.784	1.21	0.226
	_cons	-3.515	1.105	-3.18	0.001

Notas: Categoría de referencia Residencial mixto Ver diccionario de variables en el anexo 1 .Fuente: elaboración propia con base en la información catastral de la ciudad suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD)

Tabla A2. Cambios marginales en la probabilidad de uso del suelo según el tipo de subcentros

TIPO SE USO (2008)	DUMMY	Variable	Cambio marginal
Residencial exclusivo	sceduc = 1 scindus = 0 sctransporte = 0	varpreest	-0,0003363***
		denemphotel	0,0006927
		denempreal	0,0017828***
		denempccio	-0,0018281
		denemptrans	-0,0637704***
	sceduc = 0 scindus = 1 sctransporte = 0	varpreest	0,0033563***
		denemphotel	0,0588837
		denempreal	0,0237596***
		denempccio	-0,034216***
		denemptrans	-0,034216*
	sceduc = 0 scindus = 0 sctransporte = 1	varpreest	-0,000798
		denemphotel	0,0076215
		denempreal	0,0048335
		denempccio	-0,0061948
		denemptrans	-0,1675721
Residencial Predominante	sceduc = 1 scindus = 0 sctransporte = 0	varpreest	-0,0006906
		denemphotel	-0,0793841
		denempreal	0,0097274
		denempccio	-0,0108747
		denemptrans	0,0670093
	sceduc = 0 scindus = 1 sctransporte = 0	varpreest	9,96e-09
		denemphotel	-3,41e-06
		denempreal	7,64e-07
		denempccio	-9,02e-07
		denemptrans	-6,54e-07
	sceduc = 0 scindus = 0 sctransporte = 1	varpreest	-0,000057
		denemphotel	-0,0051629**
denempreal		0,0002951	
denempccio		-0,0001865	
		denemptrans	0,0079988

Económico Liviano	sceduc = 1 scindus = 0 sctransporte = 0	varpreest	-0,0013327
		denemphotel	0,0042029
		denempreal	-0,0080792**
		denempccio	0,0064112
		denemptrans	0,0982134
	sceduc = 0 scindus = 1 sctransporte = 0	varpreest	0,0004377
		denemphotel	-0,0330098
		denempreal	-0,0152194
		denempccio	0,0100189
		denemptrans	0,5759293**
	sceduc = 0 scindus = 0 sctransporte = 1	varpreest	0,0000863
		denemphotel	-0,0051814
		denempreal	-0,0017686
		denempccio	0,0007848
		denemptrans	0,0690415
Económico Exclusivo	sceduc = 1 scindus = 0 sctransporte = 0	varpreest	0,0010116
		denemphotel	-0,0055416
		denempreal	-0,0020388
		denempccio	0,0095832
		denemptrans	0,0127688
	sceduc = 0 scindus = 1 sctransporte = 0	varpreest	0,0029193
		denemphotel	-0,0258035
		denempreal	-0,0085448
		denempccio	0,0242003**
		denemptrans	0,2320834**
	sceduc = 0 scindus = 0 sctransporte = 1	varpreest	0,0004892
		denemphotel	-0,0048645
		denempreal	-0,0013108
		denempccio	0,0042664
		denemptrans	0,0329789***

\* Significancia al 1%

\*\* Significancia al 5%

\*\*\* Significancia al 10%

Nota: Tipo de uso de referencia: Residencial Mixto

Fuente: elaboración propia

Del ejercicio realizado se puede observar que no todos los cambios estimados son estadísticamente significativos. Si bien bajo un primer análisis se podría concluir que no todos los cambios en los determinantes afectan la probabilidad de que se presente alguna de las tipologías de usos de suelo utilizadas respecto al uso residencial mixto, se debe tener precaución debido a la posible presencia de heterocedasticidad en el modelo, causadas por efectos espaciales no controlados.

Un segundo resultado que se tiene se relaciona con la magnitud del cambio en las probabilidades de observar cada uno de los tipos de suelo respecto a cambio en la variación del precio del suelo. En este caso, dicho cambio marginal puede interpretarse como la velocidad de crecimiento de los precios de suelo, la cual tiene un reducido efecto en la probabilidad cuando es significativo, hecho que solo se presenta para las categorías de residencial exclusivo, en los subcentros de educación e industria. Para el primer caso, un aumento en la velocidad de crecimiento de los precios de una unidad porcentual, disminuye la probabilidad de observar este tipo de uso en 0,03%, mientras que en el segundo caso la probabilidad de observar el tipo de uso aumenta en 0,33%.

Resultados adicionales respecto a las densidades de empleo indican que los cambios en la densidad de empleo en hoteles solo son significativos en el subcentro de transporte bajo la tipología residencial predominante. En este caso, la probabilidad de observar este tipo de uso disminuye 0,5% cuando aumenta la densidad de empleos en los sectores censales identificados en dicho subcentro.

Para el caso de la densidad de empleos en el sector inmobiliario y financiero, se tiene que es el que más efectos significativos presenta, específicamente para el uso residencial exclusivo, residencial predominante y económico liviano. La primera categoría se observa para los subcentros de educación e industrial, aumentando la

probabilidad de presencia del tipo de uso en el subcentro respecto al uso mixto en 0,17% y 2,37% respectivamente. Para la tipología de uso económico liviano el aumento en la densidad de empleos en actividades inmobiliarias y financieras, disminuye la probabilidad de encontrar la tipología de uso de suelo en 0,8% en el subcentro de educación.

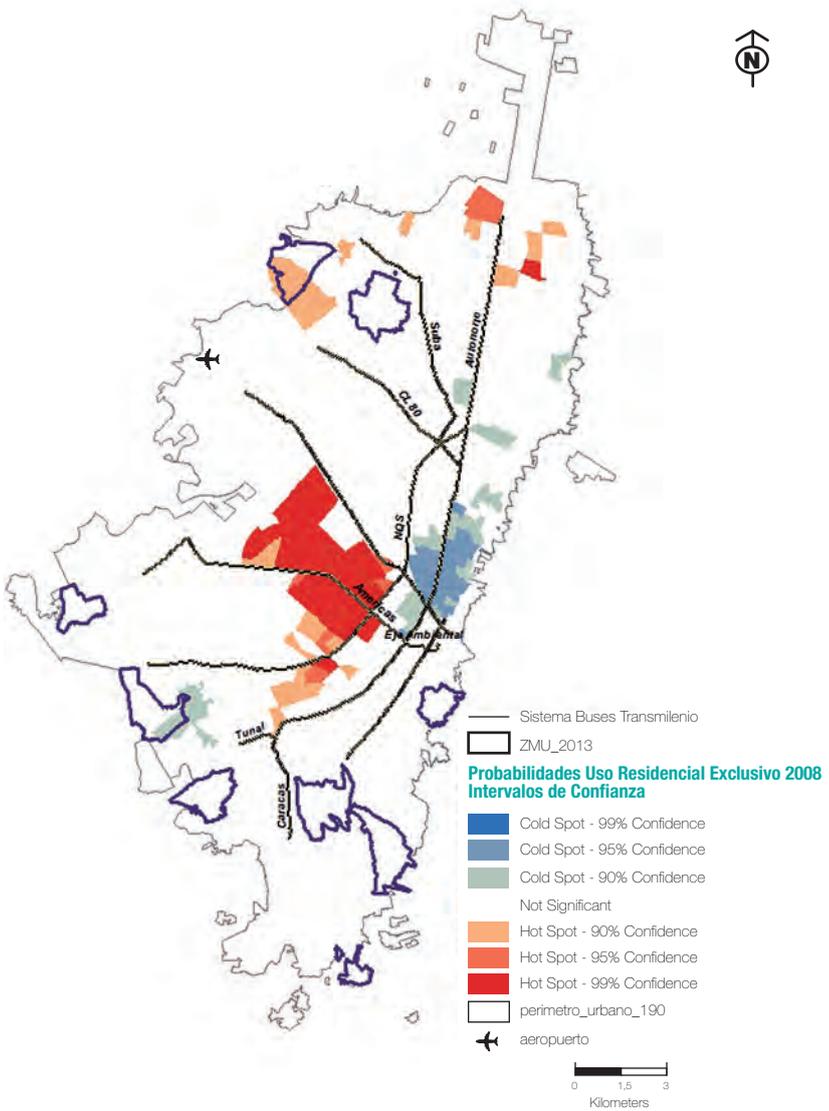
Los cambios en la densidad de empleos en la actividad de comercio son significativos para la tipología residencial exclusiva y económica exclusiva para el subcentro de industria aunque muestran una dirección diferente. En el primer caso la probabilidad de observar el tipo de uso disminuye en 3,4% y en el segundo aumenta en 2,4%.

Por último, la densidad de empleo en la actividad de transporte resulta significativa para el uso residencial exclusivo, económico liviano y económico exclusivo. En la primera, para los subcentros de educación e industria se reduce la probabilidad en 6,33% y 3,4%. En la segunda, se observa para el subcentro de industria un aumento importante en la probabilidad en un 57,6%. En la tercera, al igual que la anterior, para el subcentro industrial la probabilidad aumenta en 23,20% y para el subcentro de transporte el aumento en la probabilidad es de 3,3%.

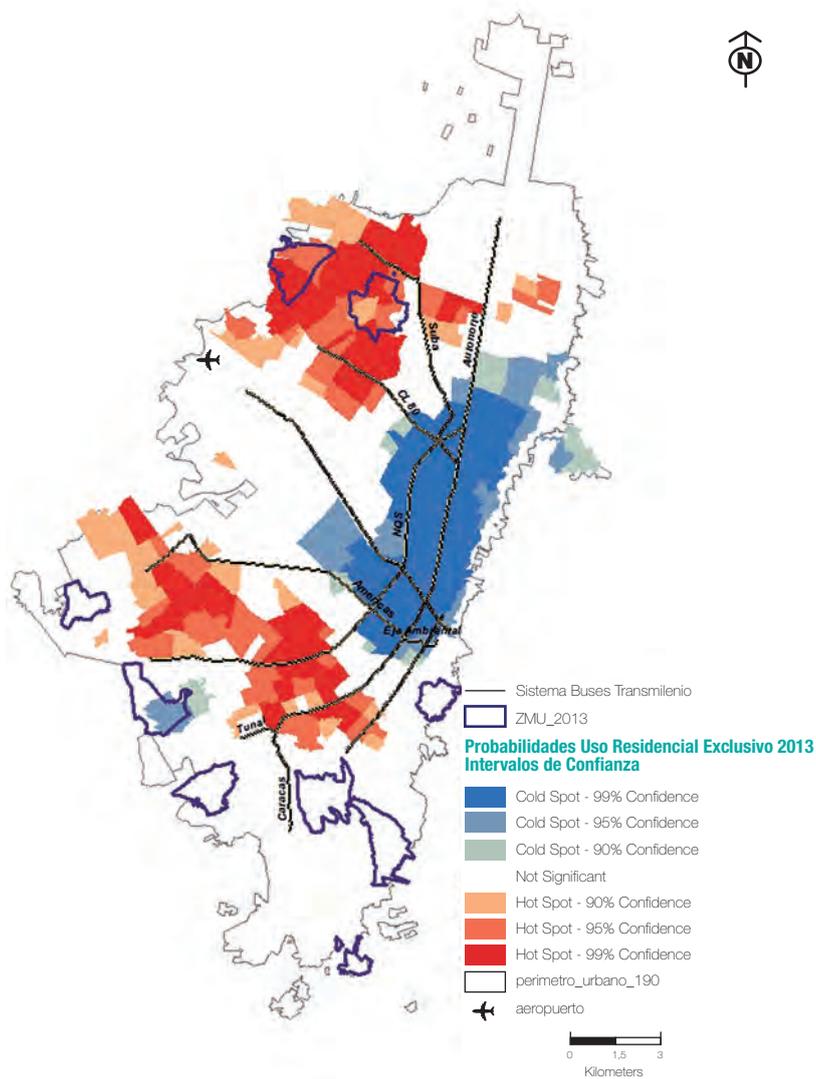
El mismo ejercicio se repite para el año 2013. Los resultados del modelo para ambos períodos se muestran en las figuras 1 y 2 del documento.

Anexo 3. Probabilidad de usos del suelo para las diferentes tipologías (TIPUS)

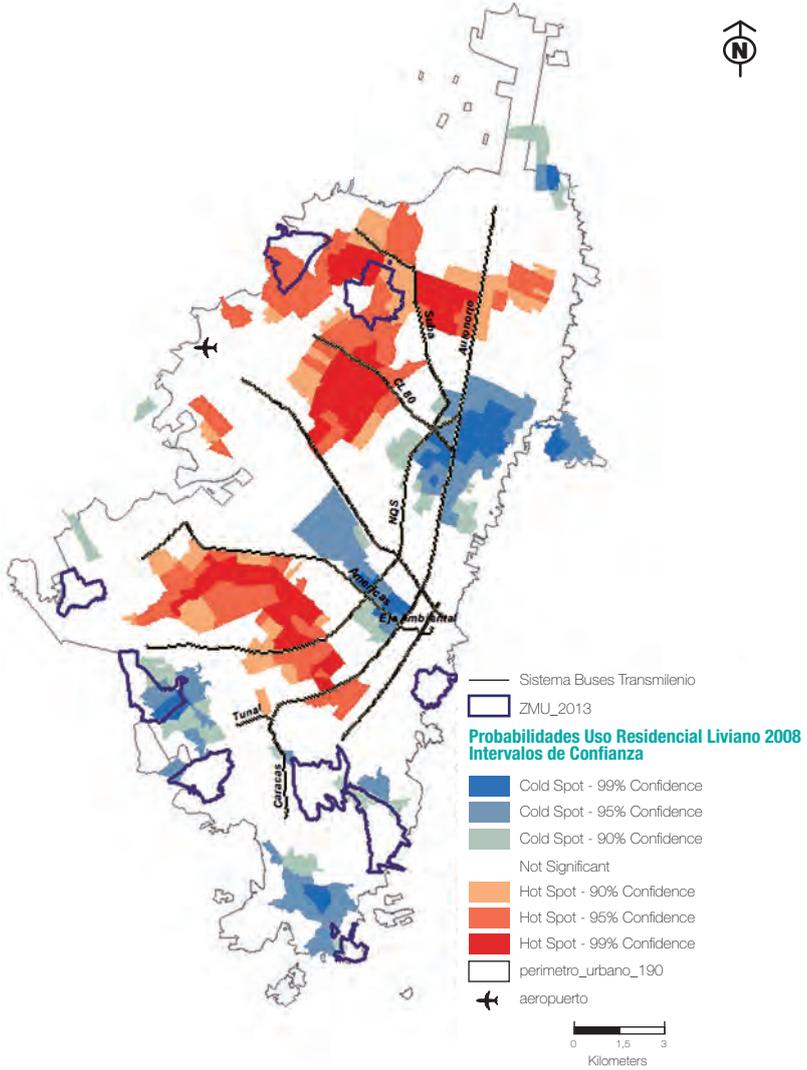
a) Probabilidad uso residencial exclusivo 2008



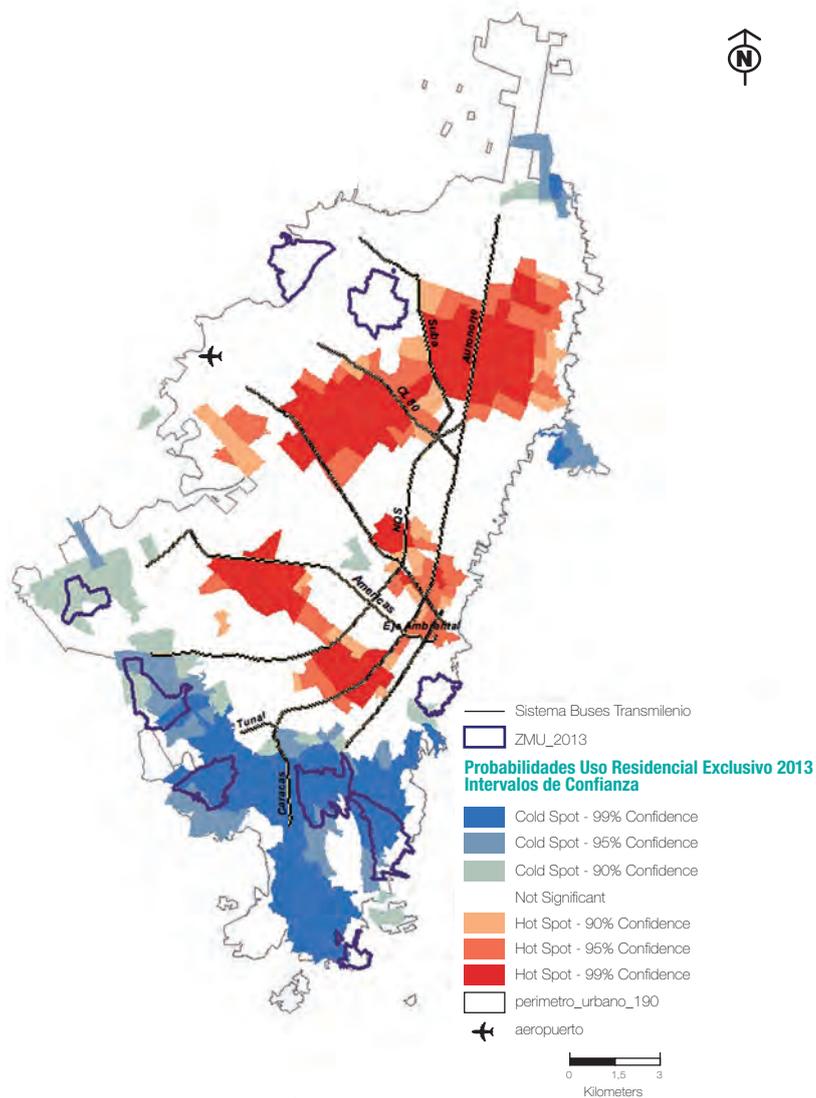
b) Probabilidad uso residencial exclusivo 2013



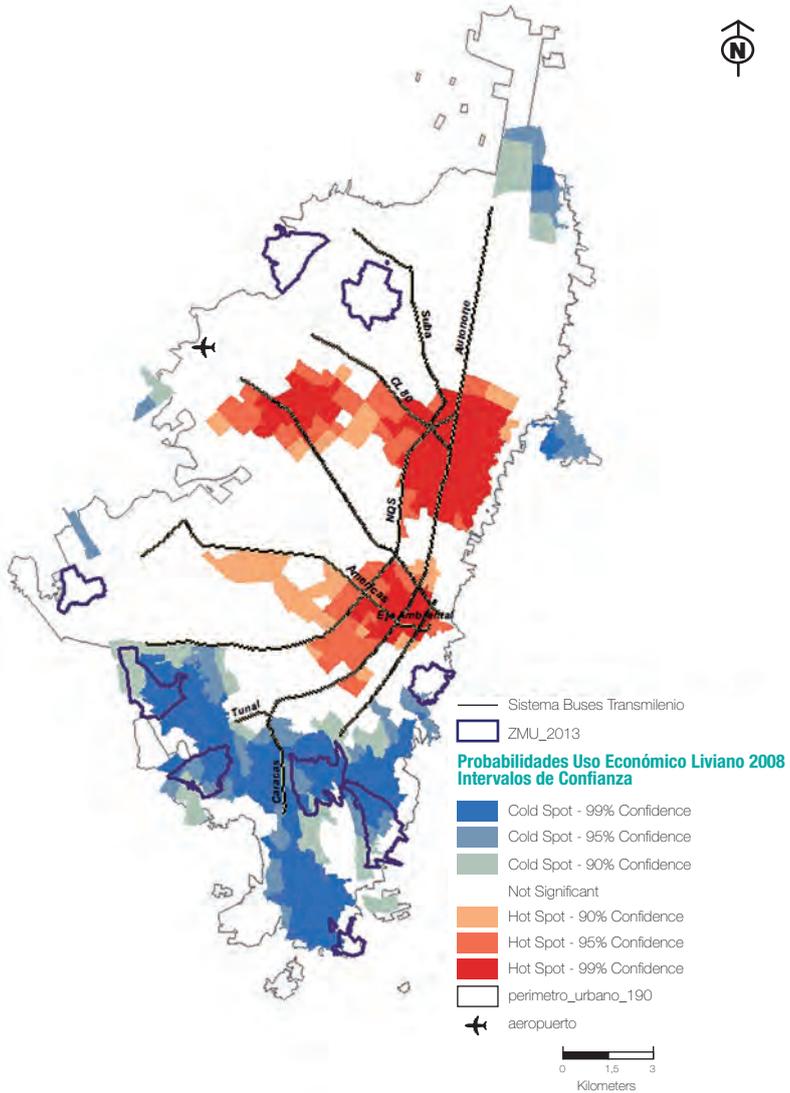
c) Probabilidad uso residencial liviano 2008



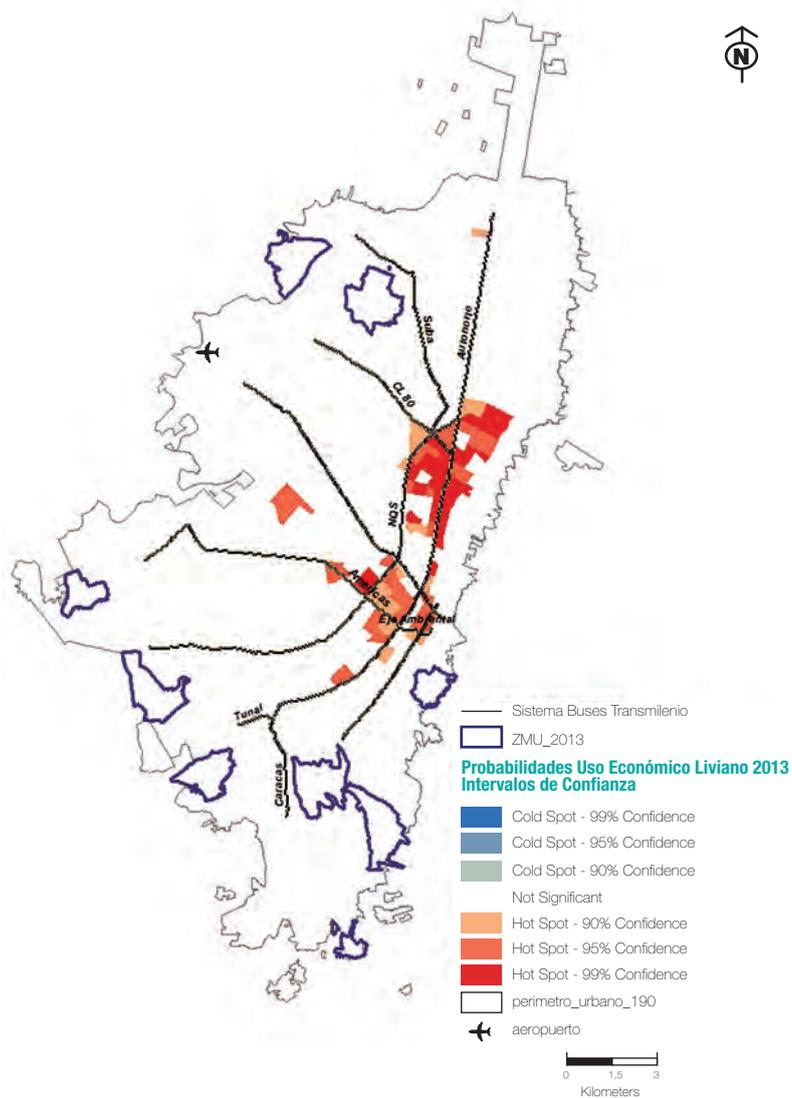
d) Probabilidad uso residencial liviano 2013



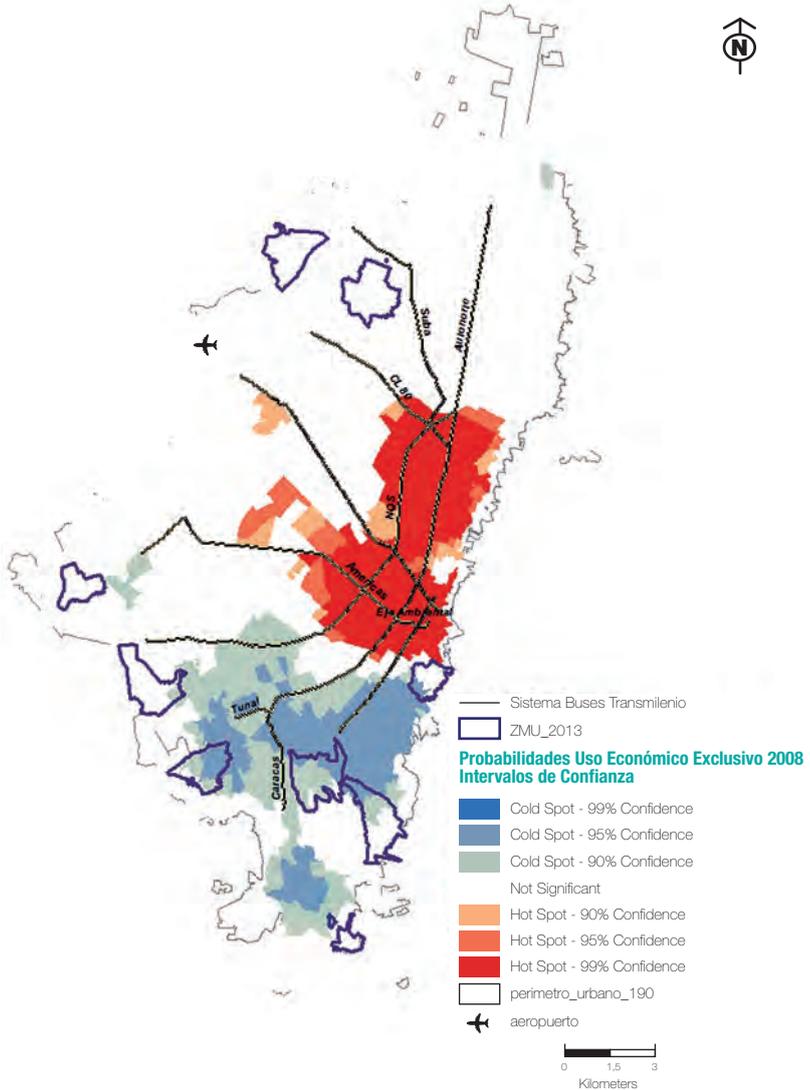
e) Probabilidad uso económico liviano 2008



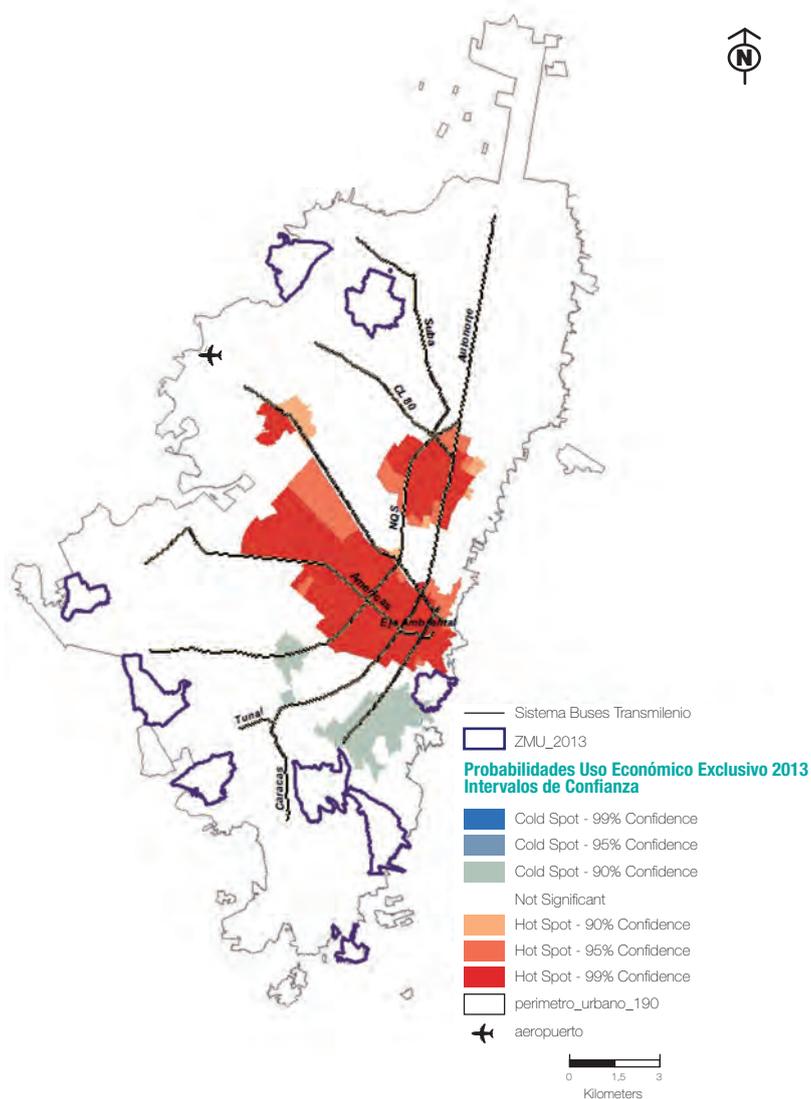
## f) Probabilidad uso económico liviano 2013



g) Probabilidad uso económico exclusivo 2008

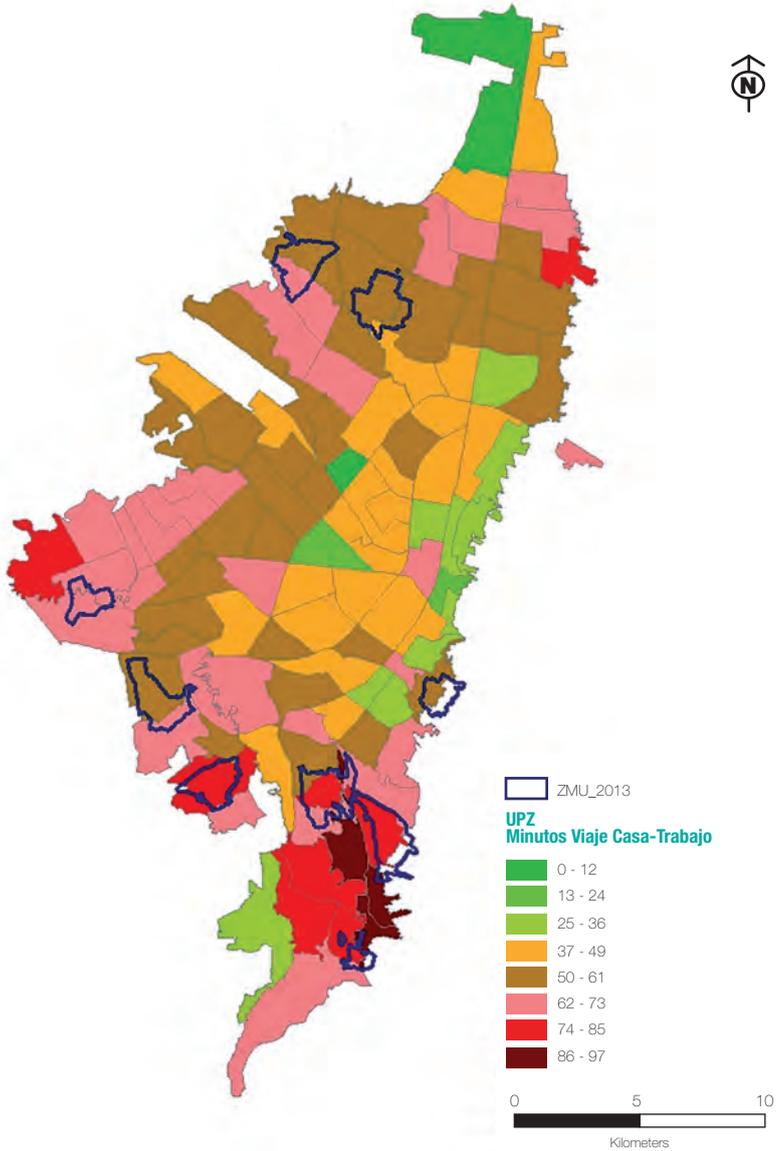


## h) Probabilidad uso económico exclusivo 2013



Fuente: Elaboración propia con base en el modelo probabilístico especificado para determinar las probabilidades de uso. La información proviene de la UAEDC y SDP.

Anexo 4. Tiempo promedio de viaje



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta de Movilidad de Bogotá (2011).



**LABORATORIO DENTAL**  
PROTESIS  
• Fija • REMOVIBLE  
• TOTAL • PARCIAL

Horario Servicio

*De 10:30h*

ALBA VILA



CAPITULO 3



---

# La transferencia de derechos de construcción y desarrollo

---





La transferencia de derechos de construcción y desarrollo es uno de los instrumentos de gestión del suelo que tienen las administraciones de las ciudades para reducir el impacto financiero del ordenamiento territorial ante la adquisición de predios de conservación ambiental, arquitectónica, zonas de afectación y reservas viales entre otros. Este mecanismo parte de la emisión de títulos representativos del valor de las zonas generadoras (el suelo que se desea adquirir) llevados al mercado donde se convierten en la posibilidad de mayor edificabilidad en las zonas receptoras. El principio sobre el cual se soporta la realización de estos títulos es en al menos la equivalencia entre el precio del suelo de la zona generadora y el mayor valor del suelo en la zona receptora derivado de los derechos adicionales de edificabilidad.

En este documento se revisa la formación del precio del espacio edificado con el propósito de señalar el carácter residual del precio del suelo en virtud de la primaria existencia de la renta del suelo, la primera sección, se plantea como si existen rendimientos a escala en la producción, existe una relación entre la edificabilidad y el incremento del precio del suelo. En la siguiente sección se señala como la estructura urbana, derivada del mercado, como es el caso general de Bogotá (a excepción de algunos lugares como Ciudad Salitre), modula las rentas y precios del suelo. En la siguiente sección se trata la relación entre precio e índice de edificabilidad para abordar la dificultad de la eventual relación

entre \$ m2 del suelo y de edificabilidad en la emisión de derechos. En la sección final se propone una regla de emisión del título y se muestran las dificultades, o quizás ventajas para la intermediación financiera, en términos de la variabilidad temporal de los precios del suelo.

## *Los precios del suelo*

En primer lugar, se debe señalar que los precios de producción de espacio edificado, así como de cualquier otro bien, deben retribuir a los factores productivos, es decir, se debe pagar al trabajador y al propietario del capital por intervenir en la producción del bien y, bajo competencia, producirá hasta el punto en donde el mayor costo de producción no genere ganancia adicional. Bajo este esquema, el suelo no entra en el precio de producción pero si lo hace en el de venta al ofrecer una localización exclusiva.

Lo anterior lleva a que las comparaciones se deban realizar desde la perspectiva de la renta ofrecida, donde, en principio, las comparaciones deberían realizarse sobre una renta base, que generalmente corresponde a aquella donde las posibilidades de uso y las amenidades son de menor jerarquía, y por ende, la disponibilidad de los agentes a ofrecer una renta para quedarse con la localización es menor frente a otros sectores de la ciudad. Es decir, como expresión formal se puede presentar:

$$p a_{ij}(h)(1+r) + w l_1(h) + l(h)\rho(h) = p_k \quad h = 1 \dots K \quad (1)$$

En donde  $p$  corresponde al vector de precios de los insumos,  $a_{ij}$  los insumos,  $r$  el beneficio del productor,  $w$  el salario,  $l$  el número de trabajadores o el volumen de trabajo empleado,  $t$  el \$ m2 de suelo y  $r$  la renta del suelo.

Ahora se definen dos momentos del tiempo en una ciudad con distintas edificabilidades. En un momento  $T_0$  se tienen edificaciones de Alturas  $X_1$  reflejo de la edificabilidad concedida  $g$  en donde el precio de venta es el máximo que el mercado está dispuesto a aceptar y financia todos los componentes de la ecuación (1) o lo que es lo mismo, se paga el salario, el beneficio y la renta del suelo.

En el siguiente momento, se incrementa la edificabilidad concedida en  $\alpha$ , de forma que la edificabilidad que ahora tiene el predio es de  $g + \alpha$ , llegando a una altura de  $X_2$ , para efectos prácticos se mantienen los precios de los insumos constantes. En este sentido el costo de producir espacio edificado no se incrementa, al igual que la tasa de interés y el salario.

Dado lo anterior, el incremento en la edificabilidad significa que las ventas, o los ingresos, del promotor se incrementan y su única contrapartida es un incremento de la renta del suelo, al mantener como supuesto rendimientos constantes a escala. En otras palabras, los cambios en los factores se da en la cantidad,  $a$  y  $l$ , mientras que el suelo utilizado se mantiene igual, llevando a un incremento en la renta que se puede obtener, como se puede apreciar en la ecuación (2).

$$\alpha [pa_{i_1}(h)(1+r) + wl_1(h) + t(h)\rho(h)] = \alpha p_k \quad (2)$$

En donde

$$h = 1 \dots K$$

Este incremento en la posibilidad de aprovechamiento económico del suelo, por una decisión administrativa, significa un incremento en el precio del suelo. En consecuencia, la diferencia frente al valor inicial es de  $\alpha$  veces el valor del suelo, esta diferencia se conoce en la literatura como plusvalía, sobre la cual se reconoce el derecho que

tiene el municipio como generador de la misma al tomar las decisiones administrativas. Si volvemos a la realidad de Bogotá, la reglamentación existente permite desarrollar varios mecanismos para su captura, entre ellos los derechos de edificabilidad. Sin embargo, el único utilizado hasta la fecha es el esquema de participación en plusvalías, y en donde se determina que la mitad del valor de ese excedente del precio del suelo corresponde a la ciudad. De manera formal:

$$\alpha/2 * t(h) p(h) = \text{Participación en Plusvalía} \quad (3)$$

Es importante mencionar que este instrumento resulta de un ejercicio de comparación normativa, por tanto, depende de la reglamentación urbana anterior, la cual no siempre es progresiva y coherente. Generando además inequidad entre diferentes sectores de la ciudad.

Aun así, todo lo anterior implica que la captura por parte de la ciudad no puede superar el valor generado por la mayor edificabilidad, así como tampoco puede ser inferior al 50% del mayor valor generado, puesto que sería menos eficiente que la opción de menor recaudo en la actualidad.

### *Los precios del suelo y la estructura urbana*

La estructura de rentas del suelo, o de precios del suelo, se deriva de la configuración urbana de actividades frente a un punto de referencia como lo es el centro de la ciudad. En general se pueden mencionar al menos tres grandes conjuntos de determinantes de los precios del suelo como lo expresa la ecuación:

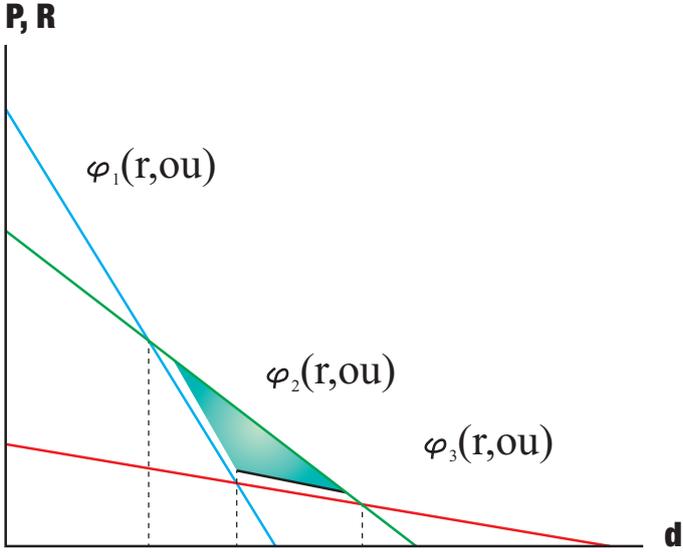
$$p = f(gc, lc, a) \quad (4)$$

Las condiciones generales o de estructura urbana de la ciudad determinan una buena porción del precio de un predio. Económicamente, la distribución espacial de todas las actividades está orientada en relación a un centro metropolitano, frente al cual se articulan y entretajan los sistemas urbanos. Bajo este esquema urbano, y si el mercado inmobiliario opera bajo un sistema de libre competencia, el beneficio del productor se establece en términos de la tensión entre promotores y propietarios del suelo, de forma que la concurrencia obliga la cesión de toda ganancia excedente al propietario del suelo. En consecuencia, la renta de equilibrio implica que:

$$R^* = \max\{\max\varphi_i(r, ou), 0\} = \max = \{(p_i q_i - c_i), 0\} \quad (9)(5)$$

De esta forma la renta de equilibrio es la envolvente de todas las funciones de renta de cada uso o la que ofrece cada producto inmobiliario ofrecido.

Figura 1. Estructura urbana, precios, rentas del suelo y costo de oportunidad



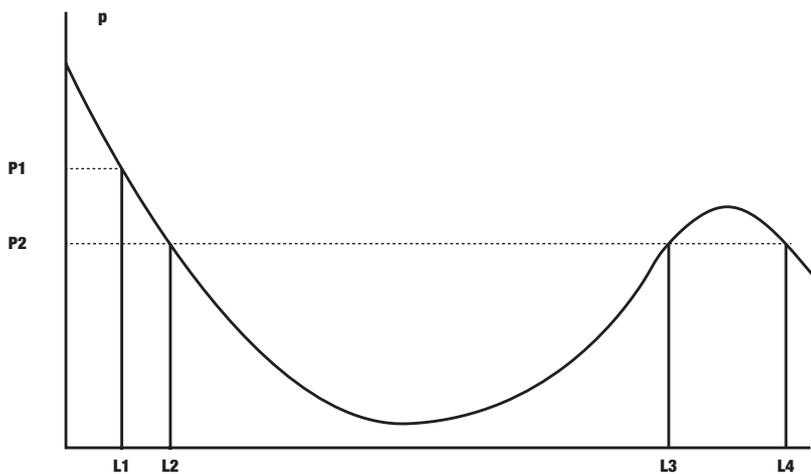
Fuente: Fujita&Thisse (2002)

En el eje vertical se tienen los precios y la renta del suelo, el horizontal representa la distancia frente al centro metropolitano. Los gradientes (líneas en color) corresponden al precio del suelo y nivel de renta frente a los distintos usos y las distintas edificabilidades aplicables en cada una de las localizaciones. Así, la línea azul representa el gradiente para el uso del suelo de mayor jerarquía, y el rojo el gradiente para el de menor. Su contraste muestra el rango de acción de cada actividad en el territorio, así, las actividades de mayor jerarquía, con las mayores posibilidades de renta, suelen estar localizadas en el centro metropolitano con los valores de suelo más alto.

Las líneas punteadas representan los puntos de inflexión entre un grupo de actividades frente a otro. Así, la línea punteada más próxima al origen marca un punto de indiferencia entre las actividades de mayor valor jerarquía (por ejemplo servicios) y las de nivel intermedio (por ejemplo comercio), y la más lejana divide esta última y las actividades de menor valor (por ejemplo agricultura). La intermedia, representa lo que sería donde solo existieran dos grupos de actividades económicas (servicios y agricultura).

La figura 1 también permite ver el costo de oportunidad cuando normativamente se establecen usos contrarios al mercado, así, si en el sector intermedio, entre las dos líneas punteadas extremas, se imponen usos de alta jerarquía económica o de la más baja, el suelo no se estará aprovechando a su potencial de mercado, generando un coste de oportunidad equivalente a la diferencia entre la línea azul y roja, frente a la verde (área en color verde)

Figura 2. Precios del suelo en ciudad policéntrica

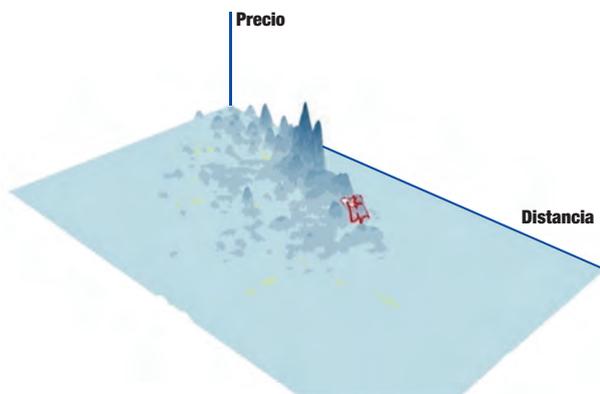


Fuente: Autor

Ahora bien, las ciudades de gran tamaño como Bogotá se caracterizan por tener diversos sectores con condiciones locales que provocan el agrupamiento de actividades de relevancia económica, centralidades, lo cual termina siendo una modificación de la estructura general del gradiente metropolitano. Estas centralidades se pueden jerarquizar, por tanto, aun cuando cambia el gradiente general, si un predio está localizado en el centro mayor de la ciudad tendrá un precio distinto a si se encuentra en la vecindad de una centralidad periférica.

De acuerdo con la función renta distancia, las localizaciones I2, I3 y I4 en la figura 2 deberían tener precios distintos en una ciudad monocéntrica, no así en una policéntrica en donde podrían tener el mismo precio, pero debido a condiciones diferentes. En esencia, el gradiente de cada subcentro captura las condiciones locales y particulares de cada localización. Para Bogotá, se pueden apreciar las diferencias de precios en las isodistancias al centro de la ciudad, como se puede apreciar en la figura 3. En esta imagen se sobrepone el Distrito central de negocios (el centro tradicional) en el recuadro rojo para diferenciar con el nuevo centro de la calle 72, de igual forma, se notan otros subcentros de la ciudad.

Figura 3. Superficie de precios de Bogotá



Fuente: LPRB 2012. Cálculos del autor

Ahora bien, las condiciones propias de los inmuebles no determinan totalmente el precio del suelo, como se ha visto en las ecuaciones (1) y (2), es principalmente la renta del suelo la que determina el precio del mismo. Las condiciones normativas determinan o modulan la mayor localización de hogares y de firmas que permiten mayor nivel de empleo y el bienestar, pero esto por sí solo no genera renta, su generación depende de la demanda que exista por el sector y que el beneficio normativo pueda ser explotado. Es decir, la edificabilidad y los índices de ocupación no hacen parte de los determinantes del precio en algunos sectores, debido a que no existe demanda, pero en otros su relación es muy fuerte.

### *La norma y las edificabilidades*

Un aspecto importante referente a la norma debe ser tratado en este momento. De acuerdo con la teoría, en las ecuaciones (1) y (2) la renta del suelo es residual, de forma que no hace parte de los precios de producción de espacio edificado.

Ahora, si se supone una presión de precios derivadas del auge económico, los gradientes de la estructura urbana de la figura 1 se deberían subir como expresión de este auge. Es decir, cada localización se encarece por la demanda de actividades sobre el lugar. No obstante, un incremento notable de precios indica que solo las actividades que pueden ofrecer esta renta del suelo se quedan con la localización. En muchos casos los compradores pueden ser reducidos, dificultando la venta del predio y por ende, la apropiación de la renta.

Bajo este escenario, la fragmentación de derechos de propiedad permitiría la realización del predio para la edificación. Es decir, el incremento de la edificabilidad permite satisfacer la demanda por

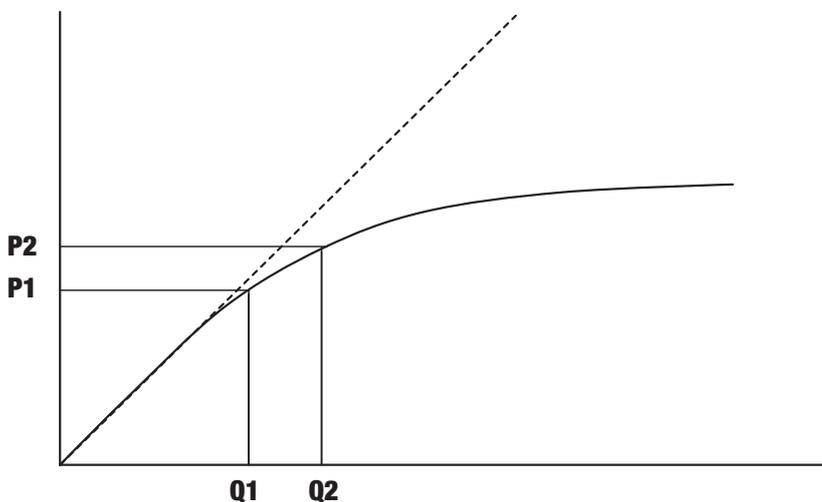
una localización y el propietario del suelo asegura la venta de su predio de forma expedita.

Así, para una localización  $li$  de dimensiones  $A_i$ , cuyo precio agregado es  $P_i$ , el valor de la localización es la suma del producto de los valores de los precios de cada \$ m<sup>2</sup> del suelo multiplicada por el índice de edificabilidad.

$$P_i = p_i * A_i \quad (6)$$

Para citar un ejemplo, los precios del suelo de las casas de San Simón y el de los edificios de Ciudad Salitre en Bogotá. Las primeras tienen un precio superior a Ciudad Salitre en términos de la edificabilidad asignada. Quien desee localizarse en San Simón deberá ofrecer una renta lo suficientemente alta, lo que permite excluir el gran potencial de demandantes. En Ciudad Salitre, la alta edificabilidad permite que una gran suma de individuos de bajos ingresos pueda financiar el pago de la mayor renta del suelo.

Figura 4. Precio del suelo e índice de edificabilidad



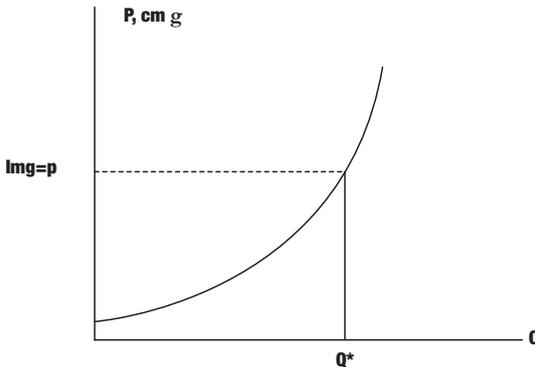
La figura 4 explica de forma gráfica la relación entre el precio del suelo y el índice de edificabilidad. Si se tienen rendimientos constantes en la producción de espacio edificado la relación precio edificabilidad seguirá una línea recta que forma un ángulo de 45 grados como la línea punteada de la figura. En otras palabras, un incremento porcentual del 100% en la edificabilidad, incrementa el precio en el doble. Si existen rendimientos decrecientes en los costos de producción el precio seguirá la curva exponencial. Si el índice se incrementa de forma sostenida el precio del suelo se incrementa pero se estabiliza y quizás debe reducirse en la medida en que el costo marginal se incrementa con la altura o con la edificabilidad.

La existencia de la renta depende de las posibilidades de realización del precio. Es decir:

$$Pr(R) = f(Ie, cpv) \quad (7)$$

La probabilidad de realización del predio es función de la edificabilidad y del costo de producción de espacio edificado. De nuevo, en el primer caso se fracciona el costo del predio en muchos propietarios y, en el segundo caso, cuando el precio alcanza el nivel para producir con otra tecnología, asumir su costo, se desarrolla la edificación.

Figura 5



La curva de costo marginal indica que solo cuando el precio del espacio edificado se incrementa permite usar nuevas tecnologías. Con la edificabilidad existe un tramo de la relación índice de edificabilidad precio del suelo en el cual el costo es demasiado alto para realizar la edificación. Nótese que esta curva del costo marginal se asocia con la curva del índice de edificabilidad y el precio del suelo en rendimientos decrecientes de la figura 4. Si se considera esta situación en un tramo de la figura 4, la ecuación (6) no se cumple. De hecho, el precio del suelo deberá bajar para compensar el incremento del costo de la construcción con alturas exageradas.

Esto significa que la asignación de edificabilidad debe ser acotada, dependiendo de las condiciones actuales de cada sector, de lo contrario se podría generar edificabilidad no aprovechable que termine alterando el mercado del suelo, e inmobiliario, de la ciudad y la dinámica económica.

## *El caso de la ZMPA*

Si se tiene un predio de \$ m<sup>2</sup> A el cual tiene la particularidad de ser una ZMPA y la Administración de la ciudad desea adquirirlo mediante la Transferencia de Derechos de Edificabilidad y Desarrollo debe tenerse en consideración que el título emitido sobre este predio deberá coincidir en su valor con el precio máximo de Mercado del predio. Es decir, aquí no tiene sentido emitir un título en función de algún tipo de \$ m<sup>2</sup> diferente, solo del precio.

Ahora bien, el precio de un predio se deriva de sus condiciones físicas y jurídicas ciertas. En este sentido, interesan las condiciones jurídicas, el aprovechamiento económico permitido para las zmpa y las condiciones hedónicas que configuran su precio. Es decir, en

dos zmpa las posibilidades de aprovechamiento económico pueden ser iguales pero su valoración por los individuos, con diferentes capacidades de pago, es diferente, luego tendrán un precio distinto. Es decir, la zmpa de San Simón tendrá una valoración diferente a la de Ciudad Bolívar cuya presión de demanda podría ser superior a la zona anterior. En consecuencia, los títulos emitidos harán referencia al precio por metro cuadrado de la zmpa en una localización geográfica. El precio de estas zonas debería estar libre de expectativas de forma que deber ser avaluadas con un método que elimine la especulación pero que incorpore los distintos hechos económicos del mercado. En conclusión se requiere de los avalúos de referencia de la normatividad colombiana.

### *Precios vs edificabilidad en tdcd*

Como se señaló anteriormente, los precios del suelo son residuales y se derivan fundamentalmente de la renta del suelo y la posibilidad de su explotación (la realización del predio sí). La renta del suelo tiene origen en las presiones de demanda por la localización en un determinado lugar (Samuel Jaramillo y la semiología urbana). El mercado asigna el predio al agente cuya oferta por el mismo sea mayor. De nuevo, a mayor cercanía a una centralidad, la capacidad adquisitiva de los oferentes deberá ser mayor.

No obstante, la administración de la ciudad ofrece este mayor suelo con mayores edificabilidades donde el precio del suelo depende de muchos factores, entre ellos el uso y su combinación con la edificabilidad, por tanto no hay homogeneidad en el precio ni en la renta generada. Ello implica que no hay relación 1:1 entre la edificabilidad de un predio generador de derechos de edificabilidad y la que recibe el predio receptor.

Para tener un mayor contexto, supóngase cuatro zonas distintas de la ciudad en donde dos de ellas tienen las mismas edificabilidades pero distintos precios del suelo. No es difícil ofrecer ejemplos de estas situaciones. De Nuevo, en Ciudad Salitre se tienen Alturas de 10 pisos. En el borde occidental de Bogotá se están construyendo edificios de 17 pisos, al igual que en la autopista al Llano con autopista sur y los precios del suelo son totalmente diferentes. Las casas de Gratamira y las de San Simón son igualmente ejemplo de zonas con índices de edificabilidad similares pero precios absolutamente distintos.

Continuando con el ejemplo, para aclarar las dificultades de la emisión de títulos en función de metros cuadrados construidos y en referencia a valores del suelo se propone el siguiente ejercicio: Los cuatro predios se dividen en parejas, cada pareja tiene la misma edificabilidad, en la pareja 1 la edificabilidad es de 2 (en predio de 1000 M<sup>2</sup> se podrían construir 2000 M<sup>2</sup>), en la otra pareja es de 4. Ahora supóngase que los precios del suelo son 1, 2, 3 y 4 unidades monetarias respectivamente. En la tabla se presentan las relaciones de edificabilidad.

Tabla 1.

	Z1	Z2	Z3	Z4
Z1	1	1	1/2	½
Z2	1	1	1/2	½
Z3	2	2	1	1
Z4	2	2	1	1

Fuente: Cálculos del autor

La lectura de la tabla se realiza de forma horizontal, en la segunda fila de la tabla se compara la edificabilidad de la zona 1 frente a las restantes zonas 2, 3 y 4. La relación de edificabilidad es de 1 a 1 en las dos primeras zonas mientras que es apenas la mitad de las dos restantes, o lo que es igual, las zonas 3 y 4 tienen el doble de la edificabilidad.

En términos de los precios, las cosas son distintas como se puede apreciar en la siguiente tabla. La razón de precios es decreciente comparada con las zonas 2, 3 y 4.

*Tabla 2. Relación de precios*

Zona	Z1	Z2	Z3	Z4
Z1	1.00	0.50	0.33	0.25
Z2	0.50	1.00	0.67	0.50
Z3	0.33	1.50	1.00	0.75
Z4	0.25	2.00	1.33	1.00

*Fuente: Cálculos del autor*

La lectura de la tabla se realiza igualmente de forma horizontal, en la segunda fila de la tabla se compara el precio de la zona 1 frente a los precios de las restantes zonas 2, 3 y 4. En las tablas se puede apreciar como las relaciones de edificabilidad son distintas a las relaciones de precios. Teniendo en cuenta que tanto el mercado del suelo como inmobiliario funcionan en un mercado abierto, la relación de edificabilidad se debe dejar de lado en la expedición de los derechos, dado que lo relevante son los precios o los derechos traducidos en valores (Coase).

## *La regla de intercambio de derechos*

De acuerdo con el análisis, una vez establecido el precio de referencia de la zona generadora, llámese ZMPA, Reserva vial, etc, esté en las zonas de proximidad o el tratamiento que sea, la ecuación (2) nos dice que se define una estructura de precios del suelo en la ciudad, o un gradiente de acuerdo con la ecuación (2) y la figura (1) en el cual cada precio permite al productor de espacio edificado y al propietario del suelo obtener el máximo ingreso en la venta del espacio edificado. De otra parte, se deberían desarrollar funciones tipo como la figura (3) en la cual se tenga un estimado de cuanto se incrementa el precio del suelo con el índice de edificabilidad, bajo las condiciones institucionales dadas. En este sentido la regla sería una ecuación en la cual:

$$A g_i * p_i < A r_j * p e_j \quad (7)$$

En donde el  $A g_i * p_i < A r_j * p e_j \quad (7)$ . De acuerdo con la figura (3), el incremento de las posibilidades de construcción en la zona receptora debe ser atractivo para el sector constructor e incrementar el valor del suelo de tal forma que permita la adquisición del suelo generador. En este sentido, como se sabe que unos títulos de edificabilidad adicional (digamos Y m<sup>2</sup>) tienen un efecto sobre el precio del suelo de la zona receptora igual a  $p e_j$ , este monto deberá, en el peor de los casos, igualar el valor de la zona generadora. La tabla debería quedar entonces de la siguiente manera:

Tabla 4. La matriz de equivalencias

ZG/ZR	Título emitido	Precio inicial Zr	Precio final Zr	Valor
Z1 (P1*Az1)<	Apzr1	Pi_zr1	Pf_zr1	Dp*Apzr1
	Apzr2	Pi_zr2	Pf_zr2	Dp*Apzr2
	Apzr3	Pi_zr3	Pf_zr3	Dp*Apzr3
	Apzr4	Pi_zr4	Pf_zr4	Dp*Apzr4
	Apzr5	Pi_zr5	Pf_zr5	Dp*Apzr5
Z2 (P2*Az2)<	Apzr1	Pi_zr1	Pf_zr1	Dp*Apzr1
	Apzr2	Pi_zr2	Pf_zr2	Dp*Apzr2
	Apzr3	Pi_zr3	Pf_zr3	Dp*Apzr3
	Apzr4	Pi_zr4	Pf_zr4	Dp*Apzr4
	Apzr5	Pi_zr5	Pf_zr5	Dp*Apzr5

El punto central aquí es calcular las funciones para las distintas zonas para saber cuál sería la cantidad de derechos adicionales de forma que se sepa cuál es el efecto sobre el precio del suelo con los derechos adicionales de edificación. El título emitido será por el número de metros cuadrados de edificación en la zona receptora. Como cada zona receptora puede tener un precio inicial distinto, lo importante es calcular el precio final. De nuevo, el diferencial de precios por la edificabilidad adicional es el valor generado en la zona receptora que deberá igualar al derecho del propietario de la zona generadora.

Aquí se debe tener una función de edificabilidad y precio del suelo para hacer la equivalencia del mayor precio del suelo en las zonas receptoras. Para efectos prácticos se supone que la transferencia de derechos es un índice de edificabilidad aumentado cuyo reflejo sobre el precio del suelo iguala el valor de la zona generadora.

## Las zonas receptoras

La definición de las zonas receptoras depende de las zonas de la ciudad en las cuales el mercado ofrezca señales de requerir un mayor nivel de edificabilidad. Para el efecto se realiza una aproximación econométrica en la cual el avalúo de los precios medios de una manzana sigue una ecuación como la siguiente:

$$avaluo = \beta_1 + \beta_2 \text{empleo} + \beta_3 \text{población} + \beta_4 \text{dist}_{cent} + \beta_5 \text{equip} + \beta_6 \text{edlf} + \beta_7 \text{area}_{constr} + \mu \quad (8)$$

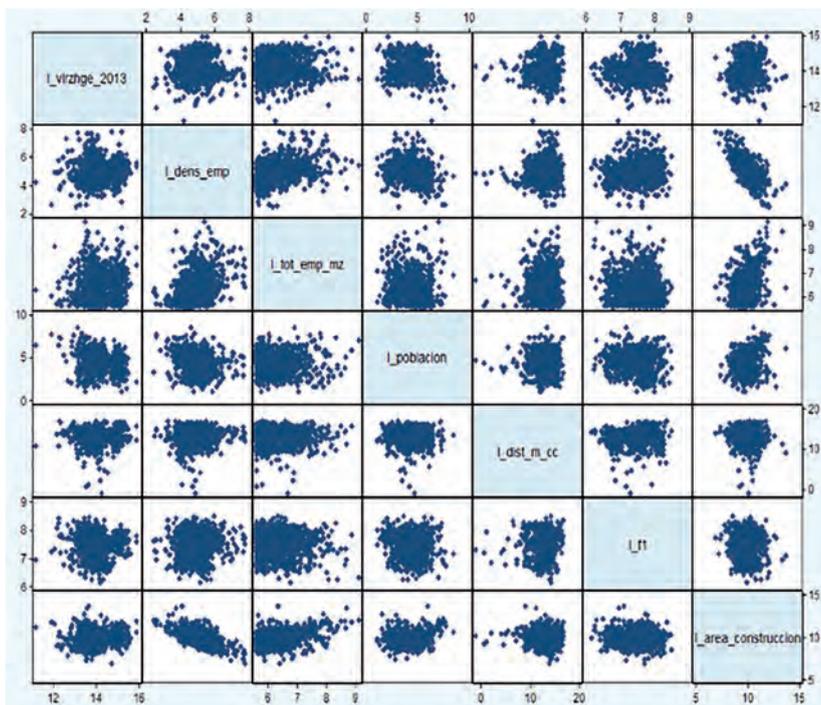
Todas las variables de la ecuación están en logaritmos. Se toma como indicador del empleo en 2013 el empleo del censo del año 2005 al igual que la población. Como se señaló arriba, la localización respecto del centro más cercano establece un gradiente local, los equipamientos urbanos modulan el avalúo e indican como se modifica el precio de los inmuebles con la presencia de equipamientos o el desequilibrio urbanístico. La edificabilidad actual mide lo existente en edificación actual, es lo construido. El término de perturbación inicialmente no es un ruido blanco pero se corrigen los problemas de heteroscedasticidad y los residuos son bien comportados. Se deben estimar modelos en versiones en donde se tiene alta actividad económica y aquellos de baja o de usos residenciales.

Una revisión gráfica a la relación de las variables incluidas en la regresión se presenta en la siguiente figura en donde las variables están en logaritmos. La matriz es simétrica de forma que en términos de las correlaciones lo que está sobre y debajo de la diagonal principal es igual. En la diagonal se encuentran las variables. Para entender bien las figuras se toma como ejemplo dos pares de variables. En primer lugar, en la primera fila de la figura se tiene siempre en el eje vertical el avalúo del año 2013,  $l\_vlrzhge\_2013$ . En los ejes horizontales se encuentran la densidad de empleo,  $l\_dens\_emp$ , el empleo total en la manzana,  $l\_tot\_emp\_mz$ , la población,

$I_{poblacion}$ , la distancia a la centralidad de empleo más cercana a la manzana,  $I_{dist\_m\_cc}$ , la distancia a los equipamientos,  $I_{f1}$  y el área construida,  $I_{área\_construccion}$ .

En una primera instancia se toman solo las manzanas con alta densidad económica. El primer par de variables, avalúo y densidad de empleo, muestran que no existe un claro patrón de asociación entre estas dos variables. De hecho, en la ciudad se tienen manzanas de alta densidad de empleo y bajo avalúo y viceversa. Esto indica que solo la densidad no genera un mayor valor del suelo. Una situación similar se presenta con el número de empleos de la figura de la derecha. Este hecho se puede explicar por los distintos usos del suelo y de la jerarquía de las actividades desarrolladas en él. Un edificio de oficinas puede no ocupar una gran cantidad de personas como lo haría una industria, pero si tiene una alta rentabilidad que le permite localizarse en una zona de alta renta del suelo.

Figura 6. Las correlaciones gráficas



El caso de la distancia a los equipamientos es similar a los anteriores. En el área de construcción, nótese que manzanas con una misma área tienen una gran dispersión de precios de los inmuebles, esto indica igualmente que en las manzanas se desarrollan distintas actividades de distinta jerarquía económica. Los resultados de la estimación de la ecuación (8) se presentan en la tabla (5).

Tabla (5) Estimación del avalúo del metro cuadrado por manzana con alta actividad económica

Observaciones	693	Variable endógena: log_avalúo 2013				
Probabilidad (F)	0,00					
R <sup>2</sup> ajustado	0,23					Intervalo de confianza 95%
Variables	Coficiente	Desv. Estándar	t-value	P> t	Inferior	Superior
l_tot_emp_mz	-0,28	0,10	-2,82	0,005	-0,48	-0,09
l_dens_emp	0,33	0,10	3,39	0,001	0,14	0,52
l_poblacion	-0,13	0,02	-6,83	0,000	-0,16	-0,09
l_dist_m_cc	0,07	0,01	6,78	0,000	0,05	0,09
l_f1	0,33	0,05	6,20	0,000	0,23	0,44
l_edif_actual	0,16	0,02	7,14	0,000	0,12	0,21
l_area_construccion	0,47	0,09	5,28	0,000	0,30	0,65
constante	6,31	0,83	7,65	0,000	4,69	7,93

Fuente: Cálculos del autor

Las dos primeras variables están asociadas linealmente por el empleo. No obstante existen diferencias en el signo del empleo y de la densidad de empleo. Si se incrementa en 100 por ciento el empleo, el avalúo desciende en 28.2 por ciento. Si se incrementa la densidad de empleo en el 100 por ciento, el avalúo se incrementa en cerca del 33 por ciento. Si bien incrementar el empleo significa incrementar la densidad, esta última es la clave para estos propósitos en virtud de su relación con la edificabilidad. La densidad de empleo se incrementa en las manzanas con alto número de empleos lo que indica que las presiones sobre sitios ya consolidados son mayores. Un ejemplo para Bogotá se puede ofrecer en la zona comprendida entre las calles 94 y 100 con carrera 11 y carreras 20 en donde se está mutando de casas a edificios de oficinas en donde se está incrementando la densidad. Esto exige una mayor edificabilidad.

En las manzanas de alta actividad económica el equipamiento reduce el valor de los inmuebles. Es decir, los equipamientos localizados en las manzanas de alta actividad económica le riñen a la localización de más actividad que valorizaría las manzanas. Una situación igual se presenta con la población. Esta reduce el avalúo. La distancia al centro aumenta el avalúo lo que parece inconsistente pero puede estar expresando la existencia de otros centros que desvirtúan el gradiente del centro en el cual están localizadas algunas manzanas. El coeficiente del área de la construcción señala que si se incrementa ésta en 100 por ciento, el avalúo de los inmuebles se incrementa en 47,3 por ciento en todas las zonas de alta actividad económica. Este modelo indica que en los centros de actividad económica habría espacio para incrementar la edificabilidad, sobre todo en las zonas de empleo consolidado.

## Las áreas de baja actividad económica

La situación de las manzanas en donde existe baja actividad económica la relación entre el número de empleos y la densidad es inversa a la regresión anterior. En este caso es el número de empleos el importante y no la densidad. Es decir, aquí al no haber manzanas de alta densidad económica lo importante es aumentar el empleo en general.

El problema es con la población y la posible saturación que está mostrando el modelo global. De hecho, no parece consistente que su incremento reduzca el avalúo aun cuando la densidad sería importante como en la actividad económica.

Tabla (6) Estimación del avalúo del metro cuadrado por manzana con baja actividad económica

Observaciones	28004	Variable endógena: log_avalúo 2013				
Probabilidad (F)	0,00					
R <sup>2</sup> ajustado	0,41				Intervalo de confianza 95%	
Variables	Coeficiente	Desv. Estándar	t-value	P> t	Inferior	Superior
l_tot_emp_mz	0,212	0,019	11,27	0,000	0,17	0,25
l_dens_emp	-0,149	0,019	-7,8	0,000	-0,19	-0,11
l_poblacion	-0,195	0,005	-37,2	0,000	-0,20	-0,18
l_dist_m_cc	-0,102	0,002	-44,29	0,000	-0,11	-0,10
l_f1	0,268	0,009	30,82	0,000	0,25	0,28
l_edif_actual	0,001	0,003	0,24	0,811	-0,01	0,01
l_area_construccion	0,302	0,017	17,29	0,000	0,27	0,34
_cons	10,981	0,158	69,71	0,000	10,67	11,29

Fuente: Cálculos del autor

La distancia al centro de empleo más cercano indica que si se aleja del centro, el avalúo medio disminuye. La distancia a los equipamientos no tiene un signo adecuado. De hecho por cuanto al incrementar la distancia, aumenta el avalúo. El área de construcción tiene importancia. Si se incrementará en 100 por ciento valor del avalúo lo haría en 30 por ciento.

## Centros descartados por baja elasticidad

Centro	emp_mz	dens_emp	poblacion	dist_m_cc	l_f1	edif_actual	\$ m2 const
5	0,0082388	0,0154792	-0,0273578	-0,0165469	-0,3438324	-0,0133478	0,0363339
7	0,1746094	-0,1648975	-0,0964007	-0,0601729	0,6563838	-0,0204087	0,0043967
10	0,0699665	-0,03929	-0,1346347	0,0790821	0,2553225	0,0016476	0,0703993
15	0,0576952	-0,0131572	-0,0117923	0,0317082	-0,9665365	0,0709333	0,1011238
16	0,088921	-0,0524457	-0,1003177	-0,0010955	0,0728703	0,0554695	0,0242307
19	-0,1395853	0,1794821	-0,0482101	-0,0017763	0,1692683	0,0159308	0,1597657
22	0,0156357	0,0055928	-0,0545403	0,0326519	0,3011968	0,0525271	0,0615381
25	-0,1581484	0,1610993	-0,0432275	0,0367417	0,0367417	0,026534	0,1527407
30	-0,1101778	0,1967058	0,0095053	-0,0204194	-0,7815401	0,2359454	0,0688435
33	0,0365986	-0,0156531	-0,0712205	-0,0897921	0,0905586	0,0371254	0,0945241
35	-0,0635404	0,0416622	0,0380645	-0,0045167	0,2478919	-0,0409668	0,1266199

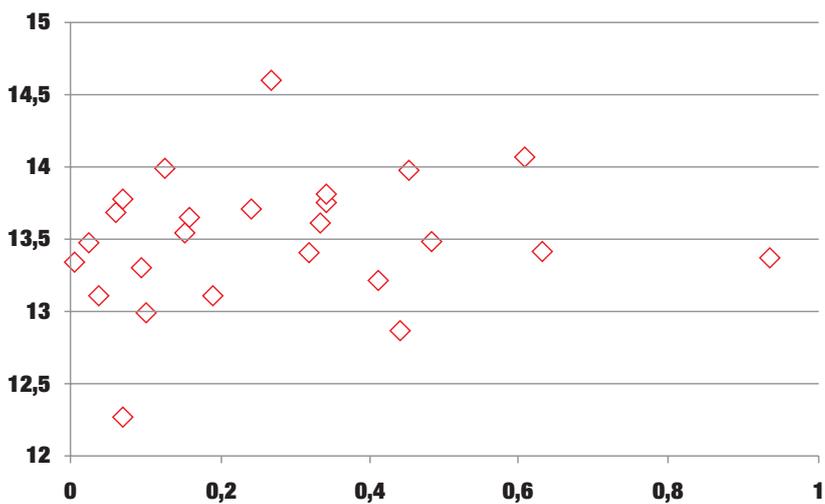
## Centros de elasticidad media

Centro	emp_mz	dens_emp	poblacion	dist_m_cc	l_f1	edif_actual	\$ m2 const
1	0,0589514	-0,0694545	-0,0594629	-0,0315861	0,2802458	0,0763755	0,1897181
2	0,1154535	-0,0481102	-0,1196828	-0,0761046	1,480099	-0,0813607	0,2660285
27	-0,2319506	0,2682193	0,0354845	-0,0359477	0,937952	0,0034875	0,2422271

## Centros de elasticidad Alta

Centro	emp_mz	dens_emp	poblacion	dist_m_cc	l_f1	edif_actual	\$ m2 const
4	-0,3385041	0,3600817	-0,1013674	0,0060728	0,0678326	0,1028707	0,3342131
8	-0,8855658	0,9145363	-0,0153526	0,0206614	0,7648831	0,0151033	0,9363849
12	-0,2574076	0,3834767	-0,1172332	-0,2388522	-0,3701333	0,0282702	0,4406058
13	-0,3898922	0,4760615	-0,0740725	-0,1316325	0,5741053	-0,0244829	0,4840173
14	-0,0577704	0,1247837	-0,2289354	-0,1081138	0,2563389	0,0101598	0,4117071
18	-0,2404193	0,2268666	-0,0574706	0,0549407	1,037414	-0,0773786	0,4089548
20	-0,2481974	0,2774389	-0,0274089	-0,0004946	0,0881008	0,0226169	0,3425983
21	-0,0445649	0,1326052	-0,106291	0,004955	0,2414905	-0,015542	0,3422406
23	-0,158419	0,1740051	-0,1271303	-0,0467791	1,322046	0,0875429	0,318136
26	-0,432558	0,4629975	-0,1414006	0,0534797	0,0674589	-0,1096371	0,6307246
28	-0,2597949	0,2589757	-0,0575279	0,1117545	0,7474753	-0,0022674	0,4533931
34	-0,1812708	0,2253543	-0,232204	0,1503438	-0,331879	-0,0200358	0,6090283

### Avalúo medico vs area\_construcción



Edificabilidades			Centro											
IB	IM	D_I	4	8	12	13	14	18	20	21	23	26	28	34
2,5	3,0	0,2	0,0668	0,1873	0,0881	0,0968	0,0823	0,0818	0,0685	0,0684	0,0636	0,1261	0,0907	0,1218
2,5	3,5	0,4	0,1337	0,3746	0,1762	0,1936	0,1647	0,1636	0,1370	0,1369	0,1273	0,2523	0,1814	0,2436
2,5	4,0	0,6	0,2005	0,5618	0,2644	0,2904	0,2470	0,2454	0,2056	0,2053	0,1909	0,3784	0,2720	0,3654
2,5	4,5	0,8	0,2674	0,7491	0,3525	0,3872	0,3294	0,3272	0,2741	0,2738	0,2545	0,5046	0,3627	0,4872
2,5	5,0	1,0	0,3342	0,9364	0,4406	0,4840	0,4117	0,4090	0,3426	0,3422	0,3181	0,6307	0,4534	0,6090
2,5	5,5	1,2	0,4011	1,1237	0,5287	0,5808	0,4940	0,4907	0,4111	0,4107	0,3818	0,7569	0,5441	0,7308
2,5	6,0	1,4	0,4679	1,3109	0,6168	0,6776	0,5764	0,5725	0,4796	0,4791	0,4454	0,8830	0,6348	0,8526
2,5	6,5	1,6	0,5347	1,4982	0,7050	0,7744	0,6587	0,6543	0,5482	0,5476	0,5090	1,0092	0,7254	0,9744
2,5	7,0	1,8	0,6016	1,6855	0,7931	0,8712	0,7411	0,7361	0,6167	0,6160	0,5726	1,1353	0,8161	1,0963
2,5	7,5	2,0	0,6684	1,8728	0,8812	0,9680	0,8234	0,8179	0,6852	0,6845	0,6363	1,2614	0,9068	1,2181
2,5	8,0	2,2	0,7353	2,0600	0,9693	1,0648	0,9058	0,8997	0,7537	0,7529	0,6999	1,3876	0,9975	1,3399
2,5	8,5	2,4	0,8021	2,2473	1,0575	1,1616	0,9881	0,9815	0,8222	0,8214	0,7635	1,5137	1,0881	1,4617
2,5	9,0	2,6	0,8690	2,4346	1,1456	1,2584	1,0704	1,0633	0,8908	0,8898	0,8272	1,6399	1,1788	1,5835
2,5	9,5	2,8	0,9358	2,6219	1,2337	1,3552	1,1528	1,1451	0,9593	0,9583	0,8908	1,7660	1,2695	1,7053
2,5	10,0	3,0	1,0026	2,8092	1,3218	1,4521	1,2351	1,2269	1,0278	1,0267	0,9544	1,8922	1,3602	1,8271
2,5	10,5	3,2	1,0695	2,9964	1,4099	1,5489	1,3175	1,3087	1,0963	1,0952	1,0180	2,0183	1,4509	1,9489
2,5	11,0	3,4	1,1363	3,1837	1,4981	1,6457	1,3998	1,3904	1,1648	1,1636	1,0817	2,1445	1,5415	2,0707
Elasticidad precio \$ m2 construida			0,3342	0,9364	0,4406	0,4840	0,4117	0,4090	0,3426	0,3422	0,3181	0,6307	0,4534	0,6090

## Parámetros

Generador	Valor
\$ m2	1.000
Precio	800.000.000
Predio receptor	
\$ m2	1.000
Precio	1.200.000.000

## Incrementos de precios con incremento del índice y precio m2 adicional

D_I	Centro					
	4	\$ m2 D_ Indice	8	\$ m2 D_ Indice	12	\$ m2 D_ Indice
0,2	80.211.144	401.056	224.732.376	1.123.662	105.745.392	528.727
0,4	160.422.288	401.056	449.464.752	1.123.662	211.490.784	528.727
0,6	240.633.432	401.056	674.197.128	1.123.662	317.236.176	528.727
0,8	320.844.576	401.056	898.929.504	1.123.662	422.981.568	528.727
1,0	401.055.720	401.056	1.123.661.880	1.123.662	528.726.960	528.727
1,2	481.266.864	401.056	1.348.394.256	1.123.662	634.472.352	528.727
1,4	561.478.008	401.056	1.573.126.632	1.123.662	740.217.744	528.727
1,6	641.689.152	401.056	1.797.859.008	1.123.662	845.963.136	528.727
1,8	721.900.296	401.056	2.022.591.384	1.123.662	951.708.528	528.727
2,0	802.111.440	401.056	2.247.323.760	1.123.662	1.057.453.920	528.727
2,2	882.322.584	401.056	2.472.056.136	1.123.662	1.163.199.312	528.727
2,4	962.533.728	401.056	2.696.788.512	1.123.662	1.268.944.704	528.727
2,6	1.042.744.872	401.056	2.921.520.888	1.123.662	1.374.690.096	528.727
2,8	1.122.956.016	401.056	3.146.253.264	1.123.662	1.480.435.488	528.727
3,0	1.203.167.160	401.056	3.370.985.640	1.123.662	1.586.180.880	528.727
3,2	1.283.378.304	401.056	3.595.718.016	1.123.662	1.691.926.272	528.727
3,4	1.363.589.448	401.056	3.820.450.392	1.123.662	1.797.671.664	528.727

## Incrementos de Precios con incremento del índice

D_I	Centro					
	13	\$ m2 D_Index	14	\$ m2 D_Index	18	\$ m2 D_Index
0,2	116.164.152	580.821	98.809.704	494.049	98.149.152	490.746
0,4	232.328.304	580.821	197.619.408	494.049	96.298.304	490.746
0,6	348.492.456	580.821	296.429.112	494.049	294.447.456	490.746
0,8	464.656.608	580.821	395.238.816	494.049	392.596.608	490.746
1,0	580.820.760	580.821	494.048.520	494.049	490.745.760	490.746
1,2	696.984.912	580.821	592.858.224	494.049	588.894.912	490.746
1,4	813.149.064	580.821	691.667.928	494.049	687.044.064	490.746

D_J	Centro					
	13	\$ m2 D_Index	14	\$ m2 D_Index	18	\$ m2 D_Index
1,6	929.313.216	580.821	790.477.632	494.049	785.193.216	490.746
1,8	1.045.477.368	580.821	889.287.336	494.049	883.342.368	490.746
2,0	1.161.641.520	580.821	988.097.040	494.049	981.491.520	490.746
2,2	1.277.805.672	580.821	1.086.906.744	494.049	1.079.640.672	490.746
2,4	1.393.969.824	580.821	1.185.716.448	494.049	1.177.789.824	490.746
2,6	1.510.133.976	580.821	1.284.526.152	494.049	1.275.938.976	490.746
2,8	1.626.298.128	580.821	1.383.335.856	494.049	1.374.088.128	490.746
3,0	1.742.462.280	580.821	1.482.145.560	494.049	1.472.237.280	490.746
3,2	1.858.626.432	580.821	1.580.955.264	494.049	1.570.386.432	490.746
3,4	1.974.790.584	580.821	1.679.764.968	494.049	1.668.535.584	490.746

D_J	Centro					
	20	\$ m2 D_Indice	21	\$ m2 D_Indice	23	\$ m2 D_Indice
0,2	82.223.592	411.118	82.137.744	410.689	76.352.640	381.763
0,4	164.447.184	411.118	164.275.488	410.689	152.705.280	381.763
0,6	246.670.776	411.118	246.413.232	410.689	229.057.920	381.763
0,8	328.894.368	411.118	328.550.976	410.689	305.410.560	381.763
1,0	411.117.960	411.118	410.688.720	410.689	381.763.200	381.763
1,2	493.341.552	411.118	492.826.464	410.689	458.115.840	381.763
1,4	575.565.144	411.118	574.964.208	410.689	534.468.480	381.763
1,6	657.788.736	411.118	657.101.952	410.689	610.821.120	381.763

D_J	Centro					
	20	\$ m2 D_Indice	21	\$ m2 D_Indice	23	\$ m2 D_Indice
1,8	740.012.328	411.118	739.239.696	410.689	687.173.760	381.763
2,0	822.235.920	411.118	821.377.440	410.689	763.526.400	381.763
2,2	904.459.512	411.118	903.515.184	410.689	839.879.040	381.763
2,4	986.683.104	411.118	985.652.928	410.689	916.231.680	381.763
2,6	1.068.906.696	411.118	1.067.790.672	410.689	992.584.320	381.763
2,8	1.151.130.288	411.118	1.149.928.416	410.689	1.068.936.960	381.763
3,0	1.233.353.880	411.118	1.232.066.160	410.689	1.145.289.600	381.763
3,2	1.315.577.472	411.118	1.314.203.904	410.689	1.221.642.240	381.763
3,4	1.397.801.064	411.118	1.396.341.648	410.689	1.297.994.880	381.763

D_J	Centro					
	26	\$ m2 D_Index	28	\$ m2 D_Index	34	\$ m2 D_Index
0,2	151.373.904	756.870	108.814.344	544.072	146.166.792	730.834
0,4	302.747.808	756.870	217.628.688	544.072	292.333.584	730.834
0,6	454.121.712	756.870	326.443.032	544.072	438.500.376	730.834
0,8	605.495.616	756.870	435.257.376	544.072	584.667.168	730.834
1,0	756.869.520	756.870	544.071.720	544.072	730.833.960	730.834
1,2	908.243.424	756.870	652.886.064	544.072	877.000.752	730.834
1,4	1.059.617.328	756.870	761.700.408	544.072	1.023.167.544	730.834
1,6	1.210.991.232	756.870	870.514.752	544.072	1.169.334.336	730.834
1,8	1.362.365.136	756.870	979.329.096	544.072	1.315.501.128	730.834

D_J	Centro					
	26	\$ m2 D_Index	28	\$ m2 D_Index	34	\$ m2 D_Index
2,0	1.513.739.040	756.870	1.088.143.440	544.072	1.461.667.920	730.834
2,2	1.665.112.944	756.870	1.196.957.784	544.072	1.607.834.712	730.834
2,4	1.816.486.848	756.870	1.305.772.128	544.072	1.754.001.504	730.834
2,6	1.967.860.752	756.870	1.414.586.472	544.072	1.900.168.296	730.834
2,8	2.119.234.656	756.870	1.523.400.816	544.072	2.046.335.088	730.834
3,0	2.270.608.560	756.870	1.632.215.160	544.072	2.192.501.880	730.834
3,2	2.421.982.464	756.870	1.741.029.504	544.072	2.338.668.672	730.834
3,4	2.573.356.368	756.870	1.849.843.848	544.072	2.484.835.464	730.834

## Los precios del suelo en Bogotá

La evolución de los precios del suelo en Bogotá muestra los problemas de tomar una relación de áreas y aun de los propios precios inmodificables en el tiempo. En las figuras se separaron tres periodos y sendas distintas de un promedio simple de quintiles de precios de la revista la guía en el periodo 1995- 2013 por trimestres. Se puede observar como hasta el año 1998 los precios de las viviendas crecieron a una tasa similar en todos los quintiles y de allí hasta el 2002 todos los precios descendieron para luego acelerar su crecimiento hasta el año pasado. En este último periodo se aprecia la profundización de la brecha entre el quintil 1 y los quintiles 2 y 3. Los inmuebles del quintil superior exhiben unos picos de crecimiento de precios grandes por la dispersión de precios de los proyectos.

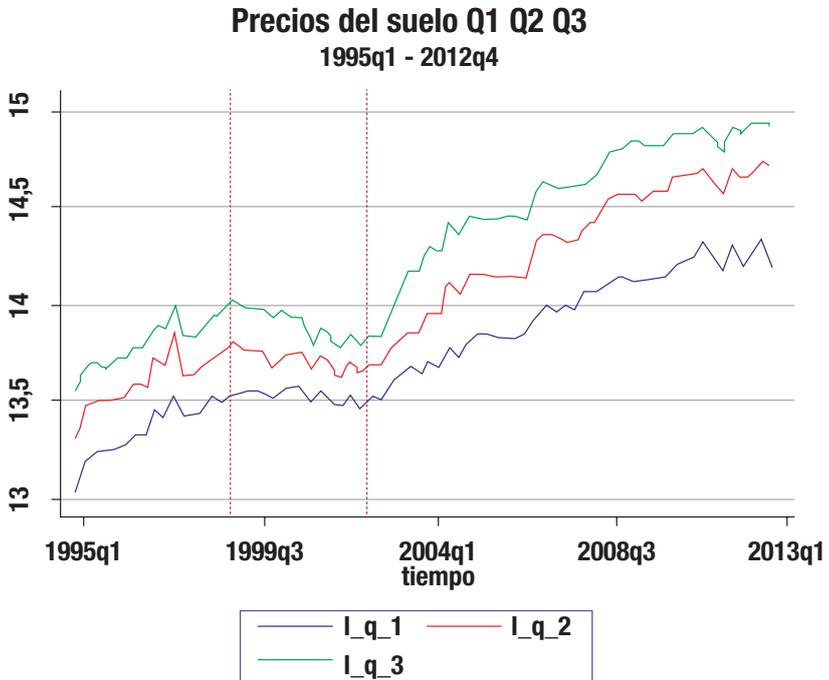
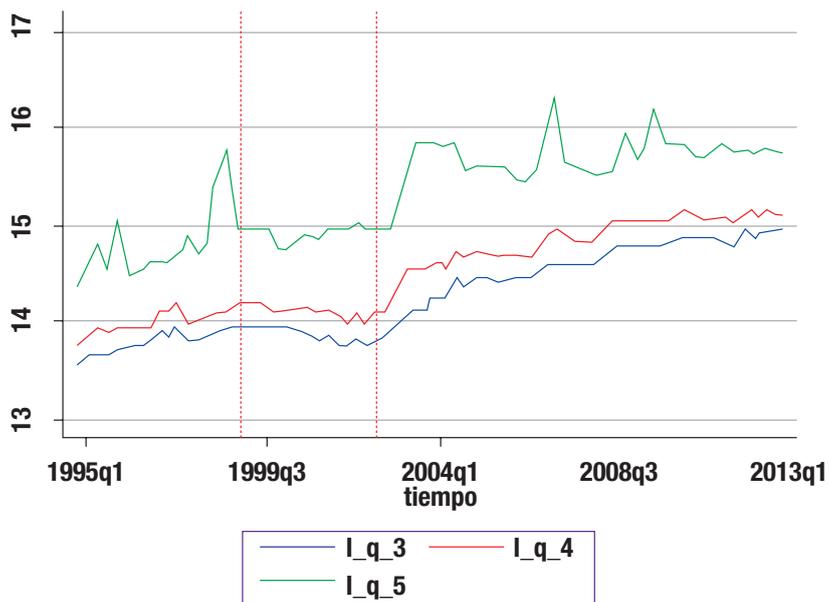


Figura 7. Los precios del espacio edificado 1995-2013

### Precios del suelo Q3 Q4 Q5 1995q1 - 2012q4



Fuente: Revista La guía. Cálculos del autor

Como se puede apreciar en las figuras, si la relación de derechos se hubiera mantenido en términos de edificabilidad y constante, la administración de la ciudad debería asumir un costo fiscal al tener que pagar las zmpa y en general las zonas generadoras a un precio superior (o inferior) al tomado como referencia por cuanto los precios de estas zonas están sometidos no solo a variaciones temporales (ciclos) sino a diferencias entre zonas derivadas de cambios en las preferencias de localización de los hogares y de las firmas. En este sentido se propone tomar como referencia de derechos la razón de precios de las distintas zonas, generadoras y receptoras y generar una tabla como la siguiente.

Tabla 5. Las razones de precios

G/R	Z1	Z2	Z3	.	Zi
Z1	P1a/p1d	p1/p2	p1/p3	..	p1/pi
Z2	P2/p1	P2a/p2d	P2/p3	p1/p2	P2/pi
Z3	P3/p1	P3/p2	P3a/p3d	p1/p2	P3/pi
...	p./p1	P./p2	p./p3	p1/p2	p./pi
Zi	pi/p1	pi/p2	p1/p3	p1/p2	pia/pid

Fuente: Autor

Esto es en un momento del tiempo, cada año esta tabla cambia como se puede apreciar en la tabla anexa de las zonas de la Lonja de Propiedad Raíz de Bogotá (LPRB). De hecho, si las relaciones de intercambio se realizan en m<sup>2</sup> en algún momento del tiempo, las distintas relaciones de precios podrían cambiar sin que las de metros cuadrados lo hagan por ser estas estáticas. Si estas tablas se hacen con valores del suelo y se actualizan anualmente, se captura tanto el ciclo como las brechas entre precios.

## *El mercado de derechos*

En este documento se tiene el comprador de los derechos como el actor fundamental que posibilita la creación de un mercado de derechos. Es decir, el área adicional edificada deberá generar un mayor valor del suelo en la zona receptora que compense el valor del suelo de la zona generadora. Dadas las condiciones del mercado inmobiliario, se encuentran posibilidades para arbitrar el mercado. Es decir, se podría generar un banco de derechos de transferencia que podría comprar los títulos y usar los diferenciales temporales de oferta y demanda para financiar su actividad. En este sentido el título no tendría vencimiento.

## Referencias

Arrow, K, and Debreu, G. (1954). Existence of an equilibrium for competitive economy. *Econometrica*, Vol 22 (3), pp. 265 – 290.

Coase, R. (1960). “The Problem of Social Cost”. *The Journal of Law and Economics*, Vol. 3, pp. 1 – 44.

Fujita M, Thisse J. (2002). *Economics of agglomeration, cities, industrial localization and regional growth*. Cambridge University Press. United Kingdom.

Jaramillo, S. (2009). *Hacia una teoría de la renta del suelo urbano*, Segunda Edición, Facultad de Economía, Ediciones Uniandes – Igac, Bogotá.

Monsalve, S. 2002. *Introducción a los conceptos de equilibrio en economía*. Universidad Nacional de Colombia. FCE.

Hildebrand W., y Kirman, A. 1982. *Introducción al análisis del equilibrio*. Antoni Bosch editor. Barcelona.



B3  
HOTEL

WLL 796

Sección  
Director

Sección  
Director

Sección  
Director



# CAPITULO 4



---

# Modelo de incentivo a la construcción sostenible

---





## *Introducción*

---

El presente documento presenta las alternativas que tiene el distrito para favorecer el desarrollo de proyectos considerados como sostenibles ambientalmente, es decir, cuya huella ecológica sea menor a los proyectos desarrollados bajo técnicas tradicionales.

Para ello, se analizan y comparan las alternativas de incentivos, aquellos que reducen la carga tributaria, reducción o exención de impuestos relacionados y los beneficios normativos que implican un reajuste del esquema de cargas y beneficios urbanísticos de los proyectos.

Sobre este último, es importante aclarar que el esquema analizado se hace en base a los establecido en el Decreto Distrital 364 de 2013, la modificación excepcional del POT, puesto que es en este último donde se establecen cargas urbanísticas para los predios que se encuentran en una clasificación diferente a la de desarrollo, que serían los predios objeto de esta política.

La contraprestación mediante cargas urbanísticas es analizada con mayor detenimiento revisando las cargas sobre las cuales se podría aplicar la política de incentivos, de igual forma se muestra una alternativa de medición.

Finalmente, se debe aclarar que aun cuando este análisis no es posible realizarlo bajo el esquema normativo del Decreto Distrital 190 de 2004, esto se debe a que no se ha desarrollado ningún tipo de carga urbanística (la participación en plusvalía no puede ser utilizada por su naturaleza y la forma en que se determina) y por ende la única alternativa sería la reducción de la carga tributaria. Sin embargo, si fueran desarrolladas las cargas por edificabilidad bajo la normatividad que indica el Decreto Distrital 190 de 2004, el ejercicio sería igualmente válido.

### *Instrumentos disponibles para incentivar la construcción sostenible*

La administración distrital tiene dos tipos de instrumentos para activar su política de construcción sostenible: los impuestos y las cargas urbanísticas, en cabeza de la Secretaría de Hacienda Distrital y de la Secretaría Distrital de Planeación, respectivamente.

Las reformas a los impuestos deben responder a objetivos de política tributaria. Las modificaciones a los elementos esenciales de los impuestos deben estar guiadas por los criterios inherentes a la imposición como son la equidad, la eficiencia, la suficiencia y la sencillez administrativa. Cuando las reformas se hacen con otros criterios -así sean loables o de interés público como las ambientales- se introducen distorsiones en el sistema impositivo que perjudican a grupos de contribuyentes.

Incentivar a los ciudadanos a cumplir con los deberes o a alcanzar beneficios sociales con descuentos o exenciones impositivas introduce pereza fiscal, elusiones y evasiones que distorsionan las características apropiadas que debe tener un sistema imponible e incrementan los costos de la gestión de la agencia tributaria.

Las razones de técnica y política impositiva conducen a una conclusión: no se recomienda utilizar los impuestos para alcanzar los objetivos de una política sectorial. En consecuencia, se propone que no se modifiquen los impuestos predial y de delineación urbana para incentivar la construcción sostenible.

El segundo instrumento son las cargas urbanísticas. Para usarlas con el propósito de desarrollar el artículo 139 del Decreto Distrital 364 de 2013, es necesario precisar el alcance económico de las cargas y para ello se pueden dividir en:

- I. Cargas inherentes a las obras tales como son las conexiones de los servicios de acueducto, alcantarillado, energía y teléfono y la infraestructura vial.
- II. Las de carácter social como los porcentajes de cesión de suelo para vivienda de interés social (VIS) y para vivienda de interés prioritario (VIP).
- III. Las de interés social o cultural como las cesiones para el patrimonio construido.
- IV. Las de bienestar social como las cesiones para parques o equipamientos como espacios peatonales.

Las tres primeras categorías de cargas no se deberían utilizar como incentivos de la política de construcción sostenible. Los proyectos de construcción deben tener conexión con las redes matrices y troncales de servicios públicos domiciliarios y con la red vial, y su costo, que lo deben asumir los constructores<sup>15</sup>, no lo puede modificar la administración distrital para incentivar la construcción sostenible. Además, el Decreto 364 estipula que el sistema de drenaje debe ser sostenible (artículo 332); esto es, la norma introduce elementos de construcción sostenible de tipo obligatorio lo cual apoya directamente la política de construcción sostenible sin que se incurra en un costo fiscal.

<sup>15</sup> *Parágrafo del artículo 331 del Decreto Distrital 364 de 2013.*

El componente que puede ser objeto de modificación es la cesión para equipamientos y componentes para el subsistema vial de la malla intermedia y local que estipula la carga por edificabilidad.

No es conveniente afectar las cargas para interés social dado el déficit de vivienda que sufren las clases sociales más vulnerables de la ciudad. En otras palabras, por equidad social y estabilidad política no se deberían sacrificar cargas para VIP y VIS a favor del eourbanismo.

El mantenimiento del patrimonio construido no es prioridad en la formulación de los planes de desarrollo, el acuerdo plurianual de inversiones ni en el presupuesto anual, dada la restricción de ingresos que tiene todo gobierno municipal y el Distrito Capital no es la excepción. Por ello y por el impacto para el atractivo turístico de la ciudad, una renta de destinación específica como la carga urbanística por edificabilidad para el Subprograma de Patrimonio Construido no es conveniente modificarla.

Los restantes componentes de la carga urbanística por edificabilidad es factible de modificarla para usarla como instrumento de la política de construcción sostenible, como a continuación se argumenta.

### *Crterios para elegir el instrumento de política*

Una política pública cualquiera que ella sea, debe tener sus propios objetivos e instrumentos y guardar consistencia con el conjunto de políticas macro, sectoriales y micro. En el caso que una política carezca de instrumentos, entonces es necesario recurrir a otras políticas para que jueguen el papel de subsidiarias aportando variables que se puedan utilizar como instrumentos idóneos.

La elección de las variables que van a desempeñar el papel de instrumentos de una política no es arbitraria. En primer lugar, debe ser eficaz para alcanzar el objetivo de política. El conjunto de variables disponibles se deben ordenar de acuerdo con su eficacia y se selecciona aquel que permite logra el mayor efecto.

En segundo lugar, el instrumento debe ser eficiente: se alcanza el objetivo al mínimo costo social. Se trata de reducir las pérdidas que puedan tener los ciudadanos en la ejecución de la política pública.

Para el caso que aquí atañe, la política ambiental tiene sus objetivos e instrumentos definidos en la modificación del POT-2013, pero en la parte de construcción sostenible los instrumentos son escasos lo que estimula a utilizar variables exógenas para promoverla.

El objetivo es incentivar la construcción sostenible y ahí la cuestión es identificar el agente relevante. La respuesta al respecto se deduce del proceso: quien diseña y estructura los costos es el agente

significativo, es decir, el constructor y promotor es a quien hay que incentivar. Para él la construcción sostenible es un tema de costos. Llevará a cabo obras sostenibles siempre y cuando a) mantenga o disminuya los costos relativos, la comparación entre los costos de una construcción sostenible con los de una no sostenible; y, b) si los costos relativos son superiores que con el precio de venta cubra el sobre costo y no incurra en menores ganancias o en pérdidas.

En forma sintética, sea el costo total de una obra ( $C$ ) que no se construya con los criterios de sostenibilidad es la suma de los costos de producción ( $CP$ ) más las cargas ( $E$ ):

$$[1] \quad C = CP + E$$

El precio de venta ( $p$ ) recupera el costo total más la ganancia del empresario:

$$[2] \quad p = C + \pi C = (1 + \pi)C$$

Con  $\pi$  como la tasa de ganancia sobre el capital total invertido o costo total. En este caso el precio de venta lo fija el productor porque la estructura de mercado de la construcción no es de competencia perfecta. Por ello, la tasa de ganancia se puede tratar como un mark up o margen de ganancia.

Una construcción sostenible incorpora:

- Materiales ahorradores de agua, sistemas que aprovechan el agua lluvia y drenajes sostenibles.
- Sistemas ahorradores de energía o tecnología de energía renovable.
- Materiales acústicos para mitigar la contaminación por ruido.
- Materiales ambientalmente amigables y reciclados.
- Incluye áreas arborizadas.
- Disminuye la huella edificada.

Algunos de los anteriores puntos disminuyen los costos de producción relativos y otros los aumentan. Aquí, para deducir la efectividad del instrumento de política, en el primer escenario se presume que el costo de una construcción sostenible ( $C_s$ ) es superior al de una no sostenible ( $C_n$ ):

$$\frac{C_s}{C_n} > 1$$

En este caso se genera un mayor costo en la cuantía excedente ( $C_x$ ) entre los costos de los dos tipos de edificaciones:

$$[3] C_x = C_s - C_n$$

Y el costo total de una construcción sostenible (CA) es:

$$[4] C_A = CP + C_x + E$$

y el precio de producción es:

$$[5] p_A = (1 + \pi) C_A$$

Si los demandantes están dispuestos a comprar al nuevo precio -validan el nuevo precio-, el constructor está dispuesto a efectuar construcciones sostenibles.

Lo anterior sugiere que el instrumento puede surgir de la demanda o de la oferta. Para el caso de la demanda se tendrían que identificar los instrumentos que incentiven a los compradores a validar el precio de oferta. Sin embargo, como el precio de una construcción no se forma en una estructura de mercado de competencia perfecta, pues lo determina la renta del suelo marginal y, además, existe un exceso de demanda, entonces cualquier incentivo a la demanda la absorbe el oferente, esto es, no le llega al demandante.

En el caso de la oferta, de acuerdo con la ecuación [4], la única variable disponible es E, las cargas por edificabilidad. La política tendría que modificar el nivel de la variable para igualar las ecuaciones [1] y [4] e incentivar al constructor a diseñar y ofertar construcciones sostenibles al precio de venta de la ecuación [2], en este caso se mantiene el precio para el comprador sin beneficiar al oferente.

La comparación entre el instrumento para la demanda y el de la oferta lleva a concluir que el más eficaz y eficiente es la oferta: modificar la carga por edificabilidad. Ahora bien, dados los parámetros definidos en la normatividad ¿cómo se puede alterar E con un costo fiscal mínimo y alcanzar el objetivo propuesto?

Según lo que se expuso en la sección anterior, las cargas las integran las inherentes a las obras ( $E_o$ ), las sociales ( $E_v$ ), las de interés social o cultural ( $E_c$ ) y las de bienestar social ( $E_B$ ).

$$E = E_o + E_v + E_c + E_B$$

Por las características económicas la única variable que se puede modificar es  $E_B$ , excepto que la administración no esté interesada en la política de vivienda y en el mantenimiento del patrimonio construido. Ahora bien, esa variable corresponde a las cargas urbanísticas por edificabilidad destinada a parques (D), vías y espacios peatonales (M), equipamientos (Q) y para la estructura ecológica principal, servicios públicos y parques de carga general y cargas locales deficitarias (G):

$$E_B = (D+G) + (M+Q)$$

En el primer paréntesis están las cargas destinadas a asuntos ambientales, por tanto, no se deben utilizar como herramientas porque se genera una contradicción entre el instrumento y el objetivo de la política. En ese factor no se incluyen los espacios peatonales porque se supone que no tienen ningún aspecto ambiental, presunción que no necesariamente es cierta, a manera de ejemplo, el espacio peatonal puede ser una alameda.

De acuerdo con la norma vigente<sup>16</sup> el componente ambiental de las cargas es:

<sup>16</sup> Artículo 338 del Decreto 364 de 2013.

$$[6]E_A = D + G = 0,16E_B + 0,42E_B = 0,58E_B$$

Y el componente a afectar es el 42% del total de carga por edificabilidad:

$$[7] E_I = M + Q = 0,22E_B + 0,2E_B = 0,42E_B$$

Esto significa que el instrumento de política corresponde a un 42% de la carga total por edificabilidad. Se rempazan las ecuaciones [6] y [7] en la ecuación [4]:

$$[8] C_A = (CP + E_O + E_v + E_c + E_A) + (C_x + E_I)$$

$$[8] C_A = (CP + E_O + E_v + E_c + 0,58E_B) + (C_x + 0,42E_B)$$

Para incentivar al oferente a realizar construcciones sostenibles se requiere que el último paréntesis de la ecuación [8] sea nulo, por tanto, el costo adicional por realizar este tipo de construcción tendría que ser igual al 42% de la carga urbanística por edificabilidad. Con valores superiores de costo adicional por construcción sostenible ( $C_x > E_I$ ) el objetivo de política no se logra.

En un segundo escenario se supone que:

$$[9] \frac{C_s}{C_n} = 1$$

Lo que indica que el comportamiento del constructor es indiferente a realizar construcciones sostenibles o no sostenibles. La política puede inclinar la balanza hacia lo sostenible al reducir las cargas por edificabilidad en el componente  $E_j$ .

El último escenario corresponde a:

$$[10] \frac{C_s}{C_n} < 1$$

En este caso no tiene sentido económico implantar una política de incentivos. El mercado por sí mismo, en el largo plazo, debería conducir a que predomine la construcción sostenible.

## *La carga urbanística como el instrumento de política*

En la sección anterior se indicó que para incentivar la construcción sostenible se pueden utilizar las cargas urbanísticas que se destinarían a la malla vial intermedia o local, al subsistema de espacios peatonales y a equipamientos.

La razón de la propuesta radica en que en el fondo hay una permuta: un suelo que el Estado le exige a los constructores para usarlo en el bienestar social de los habitantes de la ciudad, lo destina al entorno del proyecto de construcción. De posible beneficio general lo cede para un beneficio local. De disponer del suelo o de un ingreso cuando éste se paga en efectivo o con certificados, la administración distrital le diría al constructor que lo utilice para incrementar el nivel del medio ambiente que rodea al proyecto de construcción. El constructor puede estar incentivado a aceptar y convertirse en ejecutor de la política pues algo que debe pagar lo puede utilizar para promover en el mercado su proyecto, volverlo atractivo.

Esta permuta necesita delimitar el uso del instrumento, son dos las cuestiones a resolver ¿Cuáles circunstancias permiten determinar que un proyecto es candidato a beneficiarse del instrumento de la política de construcción sostenible? ¿En qué se debería utilizar el suelo permutado?

Con respecto a la primera cuestión es necesario empezar por los criterios que en la actualidad definen una construcción sostenible, esto es, los criterios exigidos por la Resolución 5926 de 2011 de la Secretaría Distrital de Ambiente: agua, energía, sistemas constructivos y urbanismo, con pesos específicos de 30%, 20%, 35% y 15% respectivamente. En este Programa de Reconocimiento Ambiental a Edificaciones Ecoeficientes –PRECO la mitad del

puntaje se le asigna a los criterios de agua y energía, aun cuando el mayor peso lo tiene los sistemas constructivos que involucran la implementación de techos verdes, jardines verticales, sistemas urbanos de drenaje sostenibles, aislamiento acústico, materiales con cumplimiento ambiental y reutilización de materiales de construcción y escombros en porcentaje mayor al 25%.

El proyecto de una nueva resolución que está en estudio en la Secretaría Distrital de Ambiente incorpora otros criterios: biodiversidad y diseño arquitectónico. De acuerdo con los comentarios de los técnicos de esa Secretaría en las reuniones realizadas, las ponderaciones de agua y energía bajarán y se le dará mayor peso a urbanismo, biodiversidad y diseño arquitectónico.

Si la ciudad sacrifica construcción pública por ambiente los pesos específicos para que una construcción reciba el beneficio de “menor” carga por edificabilidad deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Se puede incentivar el uso de materiales ambientalmente eficientes en agua y energía a través de las tarifas: un incremento de tarifas incentiva a los demandantes a comprar construcciones que incorporen energías alternativas, sistemas que utilicen el agua lluvia y diseños que aprovechen la luz y la ventilación natural.

Las tarifas de los servicios públicos no son un instrumento de las autoridades distritales, el control lo tienen las respectivas comisiones de regulación y en la medida de las tarifas se mantengan o modifiquen al alza, los demandantes van a estar más propensos a comprar construcciones que incorporen esas tecnología nuevas. Es más, ya están incorporados en el mercado.

En sistemas constructivos la implementación de sistemas de drenaje sostenibles ya no es una opción, es de carácter obligatorio por lo que estipula el Decreto 364 de 2013.

Cuestiones como el confort acústico, ventilación e iluminación son costos y beneficios que el comprador le remunera al vendedor, y el uso de materiales ambientalmente amigables y revalorizados disminuyen costos de construcción lo que lleva a esperar que el constructor esté por ello incentivado a utilizarlos.

Se sugiere que los anteriores criterios se excluyan para determinar los proyectos que se benefician del instrumento de la política de construcción sostenible. La calificación para los candidatos debería tener como base:

Urbanismo, pues en el actual PRECO incorpora mejoramiento del espacio público y cesión igual o mayor al 18%. En la propuesta del nuevo PRECO se incluye la generación de zonas arborizadas y mobiliario urbano con técnicas ambientales y el área de cesión igual a o superior a 22%.

En biodiversidad el nuevo PRECO incluye la arborización en proyectos de 10.000 metros cuadrados o más, lo que implica que el área no construida del proyecto tiene que tener un tratamiento ambiental. El punto a discutir es la cantidad de árboles por metro cuadrado a efecto de evaluar el costo-beneficio de la política de incentivos.

Del criterio de sistema constructivo se debe incorporar el aspecto de incremento de sistemas de superficies verdes.

En cuanto a la segunda cuestión, los proyectos beneficiados deben utilizar la menor área cedida en el entorno del proyecto para incrementar la arborización, superficies verdes y mobiliario urbano ambiental. Se busca que el sacrificio de suelo para malla vial, espacio peatonal y equipamientos se incorpore en el entorno del proyecto siempre y cuando tenga un alto impacto ambiental.

### *Fórmula de cálculo del instrumento de política*

El Decreto Distrital 364 de 2013 establece los criterios para el cálculo de la sesión de suelo por concepto de cargas urbanísticas por edificabilidad, o área cedida (A) y define cómo se debe distribuir esas cargas. Para implementar la política de incentivos a la construcción sostenible del artículo 139 del mismo Decreto no se puede alterar los parámetros que están definidos en el artículo 367.

Dado este parámetro legal, para la reglamentación del artículo 139 se puede proceder a partir de la destinación de las cesiones urbanísticas definidas en el artículo 338 del Decreto. Para ello se puede proceder de la siguiente manera:

I. Se conoce que una construcción sostenible tiene un costo adicional ( $C_x$ ), comparado con la construcción no sostenible, como se mostró en la ecuación [3].

II. La administración distrital procede a incentivar al constructor compensando ese mayor costo con una reducción de lo que debe entregar por cesiones, el factor E de la ecuación [4].

III. El incentivo “reduce” del factor E corresponde a la variable EI definida en la ecuación [7] en la cantidad que corresponda a igual valor del coste adicional o  $C_x$  ; con lo cual se pueden presentar los siguientes escenarios:

*a) Que el constructor decida dedicar una mayor cantidad de suelo para arborizar, o espacios verdes o que incorpore un espacio peatonal ambiental (p.j. con una alameda). En este caso, el Distrito decide reducir lo correspondiente al mayor valor:*

$$[3] C_x = C_s - C_n$$

En este caso  $C_n$  correspondería al costo del espacio peatonal sin alameda o a no tener suelo arborizado en el proyecto. La ecuación [7] se modifica a:

$$[11] E_I = (M - C_x) + Q = (0,22 - \tau)E_B + 0,2E_B$$

Con  $\tau$  como el factor correspondiente a dicho costo, y que por definición se mueve entre:

$$0 < \tau \leq 0,22$$

b) Que el constructor decida cambiar el mobiliario local o mejorar ambientalmente los equipamientos locales del entorno de su proyecto:

$$[12] E_I = M + (Q - C_x) = 0,22E_B + (0,2 - \theta)E_B$$

$$0 < \theta \leq 0,2$$

IV. Como la cesión debe ser igual a su distribución:

$$[13] A = \frac{AT * i_a}{\alpha + i_a} = E_B = (D + G) + (M + Q)$$

Con  $\alpha=0,75$  para predios en tratamiento de desarrollo y suelos de expansión y  $\alpha=3$  para los otros tipos de predios, AT como el área del terreno, e  $i_a$  como el índice de construcción adicional.

Al afectar la distribución en el último componente del lado derecho de [13], entonces, el área a ceder es:

$$[14] (1 - \delta)A = (D + G) + (1 - \tau)M + (1 - \theta)Q$$

Con  $\delta$  como el total de incentivo para el constructor.

Este planteamiento tiene las siguientes características:

- Minimiza la pérdida para la administración porque únicamente compromete una parte de la cesión. En otras palabras, los incentivos se limitan a máximo un 42% de la cesión, con lo cual queda disponible un 58% para recibirlo en suelo, certificados o dinero.
- Lo que la administración deja de recibir lo adapta de tal manera que continúa siendo espacio público y siempre en beneficio de la población, lo único es que existe es un cambio espacial, o un cambio de beneficio general a uno local. Se mantiene el equilibrio en el destino del suelo.
- Este tipo de instrumentos no es para todo tipo de tamaño de construcción. Las “pequeñas” no quedan sujetas, solo recibirían el reconocimiento PRECO y los incentivos que admita la Secretaría de Hacienda.







**Secretaría**Distrital  
**Planeación**Bogotá

[www.planeacionbogota.gov.co](http://www.planeacionbogota.gov.co)

**Secretaría** Distrital  
**Planeación** Bogotá

[www.planeacionbogota.gov.co](http://www.planeacionbogota.gov.co)

ISBN 978-958-8310-90-9



9 789588 310909