



Sección. Investigación | **Section.** Research | **Seção.** Pesquisa

Artículo revisado por pares académicos.

Elementos para definir un modelo de ocupación del territorio en las ciudades colombianas

Zuly Ximena Sánchez Torres. Magíster en Economía Urbana y Regional de la Universidad Sergio Arboleda. Funcionaria en la Alcaldía de Villavicencio. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8009-4681> Correo electrónico: zulyximena@gmail.com

Alex Smith Araque Solano. Magíster en Economía de la Universidad Nacional de Colombia. Docente de la Universidad Sergio Arboleda. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6329-5086> Correo electrónico: araque@gmail.com

Recibido: 28 de julio de 2022

Aprobado: 15 de diciembre de 2022

Publicado: 13 de diciembre de 2023

Acceso abierto: Creative Commons: Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la cual permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra, de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.



Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existen conflictos de intereses.

Resumen

Un modelo eficiente de ocupación del territorio es un acuerdo colectivo que supera la dualidad de elección entre compacto o disperso y se centra en las posibilidades de financiamiento de los costos de la aglomeración. Elegir los costos como variable central en la definición de la ocupación indica que su determinación es política y no técnica. En este artículo se evalúa la densidad de 1101 municipios de Colombia en su categorización de ruralidad del sistema nacional de ciudades para el año 2018 y se identifican dos instrumentos de política con los cuales las administraciones locales puedan modular la ocupación del territorio; el tamaño medio de predio urbano y el valor catastral urbano. El desbordamiento de los centros de los distintos sistemas de ciudades sugiere decisiones políticas que no han sido responsables debido a la baja asociación entre densidad y tributación.

Palabras clave: expansión urbana, ocupación, territorio, densidad, ciudades.

Elements for Defining a Territory Occupation Model in Colombian Cities

Abstract

An efficient model of territory occupation is a collective agreement that transcends the duality of choice between compact or dispersed development and focuses on the financing possibilities of agglomeration costs. Choosing costs as the central variable in defining occupation indicates that its determination is political rather than technical. This paper evaluates the density of 1101 municipalities in Colombia based on their categorization of rurality within the national city system for the year 2018. It identifies two policy instruments through which local administrations can modulate territory occupation: the average size of urban plots and the urban cadastral value. The spill-over of centers of the different city systems suggests political decisions that have not been responsible due to the low association between density and taxation.

Keywords: urban expansion, occupation, territory, density, cities.

Elementos para definir um modelo de ocupação do território nas cidades colombianas

Resumo

Um modelo eficiente de ocupação do território é um acordo coletivo que supera a dualidade de escolha entre compacto ou disperso e foca nas possibilidades de financiamento dos custos da aglomeração. A escolha dos custos como variável central na definição da ocupação indica que a sua determinação é política e não técnica. Este documento avalia a densidade de 1101 municípios da Colômbia em sua categorização de ruralidade do sistema nacional de cidades para o ano 2018 e identifica dois instrumentos políticos com os quais as administrações locais podem modular a ocupação do território; a dimensão média dos imóveis urbanos e o valor cadastral urbano. O transbordamento dos centros dos diferentes sistemas de cidades sugere decisões políticas que não têm sido responsáveis devido à baixa associação entre densidade e tributação.

Palavras-chave: expansão urbana, ocupação, território, densidade, cidades.

Introducción

El acelerado proceso de urbanización a nivel global dirige las preocupaciones de los planificadores urbanos a encontrar un modelo eficiente de ocupación del territorio. Como en la ocupación el problema central es la eficiencia, la relación costo-beneficio es relevante para definir un modelo de ciudad como el planteado en la Nueva Geografía Económica (NGE) (Fujita *et al.*, 2001). La elección entre un modelo de ciudad dispersa o de ciudad compacta es modulada por los costos urbanos, infraestructuras, consumo de suelo, congestión, etc. (Ewing y Cervero, 2010; Hortas-Rico y Solé-Ollé, 2010; Hortas-Rico, 2014; Gordon *et al.*, 2007; Brueckner, 2000; Torrens y Alberti, 2000). De ahí que, territorios con grandes beneficios y rendimientos crecientes a escala podrán financiar los costos de tener un modelo u otro. El problema surge cuando la administración municipal opta por modelos que incurren en costos superiores a los beneficios que obtienen los agentes, como ocurre con muchas ciudades del mundo, incluidas las colombianas, donde se habilitan grandes áreas para urbanizar sin los recursos de inversión para infraestructura.

Las administraciones locales deben elegir un modelo de ocupación adecuado para cada municipio; por lo cual, necesitan indicadores que permitan evaluar la situación particular en cada caso. En este trabajo se revisa la producción académica relacionada con el modelo de ciudad y las consecuencias de la expansión urbana, así como se modela la densidad urbana como proxy de la ocupación del territorio. Para ello, se utilizan diferentes elementos predictores. En primer lugar, se considera el logaritmo de la población urbana del 2005 como medida de las presiones inerciales de la ocupación. En segundo lugar, se aproxima la eficiencia administrativa en la prestación de servicios y el ingreso y la disponibilidad de recursos para inversiones en infraestructura, con el índice de desempeño fiscal y la actualización catastral. Por último, se consideran las condiciones de la aglomeración económica con la tipología de sistema urbano al cual pertenecen

cada uno de los 1101 municipios de Colombia en el año 2018, así como las presiones sobre la estructura urbana, las cuales se miden según el tamaño promedio de los predios. Posteriormente, se contrastan los resultados con los ingresos tributarios per cápita y el pago de impuesto predial per cápita como indicadores de la capacidad de financiamiento de los costos urbanos. Finalmente, se evalúa si el modelo de ocupación elegido sería adecuado en función del conjunto de restricciones socioeconómicas y espaciales. De este ejercicio surgen dos elementos sobre los cuales las administradoras locales pueden tomar decisiones para evitar que el crecimiento urbano supere la capacidad de respuesta del municipio. En el último apartado, se discuten los resultados y se presentan las conclusiones.

La ocupación del suelo

Si bien las ventajas de la ciudad difusa y la compacta se ha discutido bastante, se puede señalar que no hay un modelo óptimo de ocupación de ciudad; la decisión por uno u otro depende de los costos que generen y de la posibilidad de sufragarlos (Biderman *et al.*, 2018). En este sentido, las sociedades deben elegir la ocupación como un problema de optimización en el cual maximicen su función de utilidad agregada frente a sus restricciones presupuestarias. Así, la visión heterodoxa del mercado autorregulado converge en lo que Abramo (2011) entiende como las convenciones urbanas que van configurando el orden urbano a lo largo del tiempo.

Se han identificado cuatro formas de ocupación y crecimiento urbano. La primera se produce cuando una nueva edificación ocupa las áreas vacantes dentro del tejido urbano existente, a esta se le denomina llenado del suelo. La segunda es el crecimiento difuso que ocurre cuando se expanden los límites del área urbana de manera continua con las construcciones existentes. La tercera es el crecimiento en forma de salto de rana, disperso en zonas sin ocupar y sin continuidad en la trama urbana. Finalmente, el crecimiento que se origina

por ocupación de áreas urbanas no contiguas (islotas) hasta llegar a unirse (Banco de Desarrollo de América Latina, 2017).

Asimismo, se identifican diferencias en relación con la expansión urbana entre ciudades de países desarrollados y las de aquellos en desarrollo. En las primeras, existe un patrón de crecimiento urbano caracterizado por la ocupación difusa periférica de baja densidad en zonas suburbanas o rurales a las cuales migran hogares de altos ingresos en busca de mejor calidad ambiental, mayores áreas de viviendas y mejores ofertas urbanas. Esta forma de ocupación supone el uso del automóvil, demanda alto consumo de suelo e implica altos costos en infraestructura vial y de servicios (Ewing y Cervero, 2010; OECD, 2018; Hanlon, 2019; Hortas-Rico y Solé-Ollé, 2010; Brueckner, 2000). El modelo compacto se centra en el peatón de forma que promueve el transporte masivo para alcanzar mayor eficiencia en el uso y asignación del suelo urbano; sin embargo, presenta externalidades negativas como la congestión. Además, con el desarrollo de tecnologías de información, ha provocado el declive de centros comerciales y la implementación de enfoques ecológicos al transporte urbano, como medidas frente al cambio climático (Rubiera Morollón *et al.*, 2016).

En las regiones de países en desarrollo el problema central de la urbanización se deriva del amplio conjunto de condiciones endógenas. Un alto volumen de población con bajos ingresos aporta poco al financiamiento de ciudades más productivas, lo que a su vez dificulta la mejora del ingreso de los hogares. Así las cosas, en las periferias urbanas se localizan hogares de bajos ingresos, sin bienes públicos y altos costos de transporte agregados por las dificultades del transporte masivo. El desorden en estas ciudades es la característica de lo que Abramo (2012) define como ciudades confusas. En este sentido, la política urbana se convierte en un instrumento indispensable para configurar la estructura espacial y garantizar su financiamiento. A través de la coordinación de decisiones de localización y con el

soporte financiero del mercado del suelo, se busca establecer un orden espacial adecuado (Abramo, 2011).

Las mediciones de la ocupación

Las mediciones de la dispersión han empleado una amplia variedad de técnicas, Torrens y Alberti (2000) analizan las que incluyen gradientes de densidad, enfoques basados en la superficie, técnicas geométricas, dimensión fractal, técnicas arquitectónicas y fotogramétricas, mediciones de la composición del paisaje y la configuración espacial, así como cálculos de accesibilidad. Estas técnicas se emplean para tratar de caracterizar variables como la densidad, dispersión, entorno construido y accesibilidad. Los autores concluyen que cada técnica tiene sus limitaciones y que es necesario seguir avanzando en el desarrollo de análisis de simulación dinámicos e interactivos y enfocados en la realidad.

El análisis de imágenes satelitales y mapas históricos han permitido apreciar el crecimiento urbano y realizar mediciones sobre la densidad poblacional y la densidad de construcción en 200 ciudades del mundo, en los últimos 20 años (Angel *et al.*, 2016). El análisis de la elasticidad entre entorno construido y la conmutación ha sido utilizado por varios estudios cuyo mayor resultado es la inelasticidad de los viajes frente al entorno construido (Ewing y Cervero, 2010). De otra parte, las finanzas públicas son un factor determinante de la expansión; cuanto mayor es la dependencia de los impuestos a la propiedad como fuente de impuestos locales, menor es el nivel de expansión, (McMillan, 2018). En estudios de ciudades europeas, la variable impuestos tiene una fuerte relación con el crecimiento urbano disperso (*sprawl* en inglés) (Hortas-Rico, 2014).

La huella urbana ha sido una variable central en algunos estudios para grandes regiones con altos volúmenes de población, como ocurre en India y China. Para medirla se han empleado fotos satelitales, geodetectores y sistemas de información geográfica (GIS), con datos que miden la dimensión de la expansión en intervalos de tiempo y para zonas determinadas. Se han

encontrado niveles exagerados de expansión en ciudades como Shanghái, Chennai y Hyderabad (Tian *et al.*, 2017; Padmanaban *et al.*, 2017; Sudhira *et al.*, 2004). Dentro de la discusión sobre el modelo de ocupación, existe cierto consenso en reforzar la relevancia del Distrito Central de Negocios si se quiere adoptar un modelo compacto, o centralidades en el caso disperso. Sin embargo, pocos se detienen a estudiar el cómo hacerlo (Rubiera Morollón *et al.*, 2016; Tian *et al.*, 2017; Padmanaban *et al.*, 2017; Mcmillan, 2018; Hortas-Rico, 2014).

En América Latina los estudios en el tema son escasos (Barragán y de Andrés, 2016), tal vez porque el fenómeno hasta ahora empieza a generar alerta en ciudades grandes e intermedias y principalmente ciudades costeras con ubicación geoespacial privilegiada. En esta región, el crecimiento por expansión ocupa mayor porcentaje, 43 % (Banco de Desarrollo de América Latina, 2017). Para el caso particular de Córdoba, Argentina, Marengo (2013), expone cómo se han concentrado esfuerzos por limitar la expansión en esta ciudad, incluyendo en su normativa el manejo de variables de ordenamiento del suelo, como la definición de un tamaño de lote. En el caso de Colombia, apenas se derivan preocupaciones por la ocupación del territorio nacional y de sus sistemas de ciudades en virtud de las distintas intervenciones urbanas no sincronizadas de los alcaldes con los planes de ordenamiento territorial (POT). Algunos trabajos que muestran el interés por este tema son el estudio realizado por IDOM (2018) sobre el crecimiento de la huella urbana para Bogotá región en 20 años, en la vigencia la Ley 388 de 1997 (Colombia, 1997), el sistema de ciudades del Departamento Nacional de Planeación (DNP), (2014a; 2014b) y la reciente Ley Orgánica de Región Metropolitana (Congreso de Colombia, Ley 2199 de 2022) que expresa la necesidad de sincronizar las intervenciones territoriales a escala supramunicipal.

De otro lado, son numerosos los intentos por medir la dispersión de la ocupación, pero ¿qué define la forma de ocupación? Según la teoría económica, los agentes votan con los pies (Tiebout, 1956; Oates, 2005); es decir, evalúan

las distintas jurisdicciones en función de la oferta de bienes públicos y los costos asociados y se mueven hacia aquellas que se alinean con sus expectativas de desarrollo. Por lo tanto, la decisión de localización se configura en un hecho político; es un voto por una cesta de bienes, soportado en la racionalidad individual, como lo señala la NGE (Fujita *et al.*, 2001). En este sentido, el crecimiento poblacional, los ingresos de los hogares, los costos de transporte y el financiamiento de las inversiones en bienes públicos se convierten en variables asociadas a esta elección (Brueckner, 2000; Gordon *et al.*, 2007; Torrens y Alberti, 2000; Hortas-Rico, 2014).

La necesidad de un modelo de ocupación en Colombia

En Colombia, la Ley 388 de 1997 ordena establecer el modelo de ocupación en cada POT de las ciudades. Sin embargo, solo 63 de 136 municipios estudiados por el Ministerio de Vivienda (2017) tienen un modelo de ocupación incluido en los POT de primera generación. Los municipios restantes solo definieron la clasificación del suelo. Ahora bien, solo 18 municipios revisaron sus POT y, de ellos, 13 incorporaron un modelo de ocupación. Definir un modelo implica fijar

La estrategia de localización y distribución espacial de las actividades, determinar las grandes infraestructuras requeridas para soportar estas actividades y establecer las características de los sistemas de comunicación vial que garantizarán la fluida interacción entre aquellas actividades espacialmente separadas. (art. 12, parágrafo 1, Ley 388 de 1997)

Las decisiones de la política de ordenamiento territorial implican altos costos sociales y económicos al no contemplar un modelo adecuado de ocupación vinculado al financiamiento de los costos de infraestructura vial, servicios públicos y equipamientos, además de los costos ambientales (Gómez-Antonio *et al.*, 2016; Brueckner, 1987; Fujita y Ogawa, 1982). La norma en Colombia provee criterios técnicos para la selección de infraestructuras que sopor-

tan el desarrollo de actividades y su movilidad de su modelo de ocupación. El mandato es claro: densifique o disperse las actividades poblacionales en función de los soportes urbanos. Así lo señala explícitamente para las decisiones de expansión, al menos en lo relacionado con los servicios públicos, (art. 12, parágrafo 2, Ley 388 de 1997). La decisión sobre el modelo debe considerar al menos la perspectiva económica del financiamiento de estos soportes. En este sentido, las revisiones en proceso de los POT, lideradas por los alcaldes de cada municipio, son una oportunidad para ofrecer un enfoque técnico en la decisión política del modelo a adoptar (Camelo Garzón et al., 2015).

Un modelo explicativo de la ocupación

De acuerdo con la revisión de la literatura que explica la expansión urbana, sus costos, consecuencias y los estudios que se centran en medirla, se propone la estimación de este fenómeno para las ciudades colombianas teniendo en cuenta su clasificación en el sistema de ciudades en virtud de la configuración de las conmutaciones y movimientos de población derivadas y su determinación de la ocupación. Se toman las variables que explican la expansión (Brueckner, 2000) y se propone una ecuación para estimar por mínimos cuadrados ordinarios, que ofrezca resultados sobre la densidad poblacional urbana, como proxy de la dispersión de la ocupación:

$$\begin{aligned} lden_u_2018 = & a_0 + a_1 Lpob_u_2005 + a_2 I_d_ \\ & Fiscal_2018 + a_3 Lam_pred_u_m2 + a_4 Ca- \\ & trurcode + a_5 Laval_cat_u + \mu \end{aligned} \quad (1)$$

La variable dependiente $lden_u_2018$ es el logaritmo de la densidad urbana en el 2018, año del último censo de población, y se incorpora la inercia de la dinámica poblacional mediante la población urbana del municipio en el censo del 2005, $Lpob_u_2005$. Es decir, municipios con alta población en 2005 atraen población por la fuerza de la aglomeración económica de forma que el signo esperado es

positivo. La fuerza moduladora de la ocupación se establece en el equilibrio de ofertas urbanas y los costos de financiamiento de estas. Para el efecto se incorpora el índice de desempeño fiscal, $I_d_Fiscal_2018$ que establece seis indicadores financieros: autofinanciación de los gastos de funcionamiento, respaldo del servicio de la deuda, dependencia de las transferencias de la nación y las regalías, generación de recursos propios, magnitud de la inversión y la capacidad de ahorro de los municipios. Nótese que la magnitud de la inversión define las ofertas urbanas.

La condición de urbanización o ruralidad de un municipio se introduce con el tamaño medio de los predios urbanos, $Lam_pred_u_m2$. En municipios de perfil rural, el área media de los predios será mayor a los altamente urbanizados; se espera un signo negativo. La densificación implica tamaños menores de los predios y, como consecuencia, congestión. Esta variable también se puede puntualizar como un instrumento de política, ya que es definida por las administraciones públicas.

La consideración de la situación del municipio en el sistema de ciudades cambia la configuración del modelo de ocupación. No es lo mismo ser un centro de un sistema que un municipio periférico o aislado. En este sentido, la variable $Catrurcode$ señala la clasificación de las ciudades en el contexto del sistema de ciudades. Ahora bien, la ocupación solo transfiere riqueza a los propietarios del suelo, lo cual afecta las finanzas municipales de forma que la tributación y, en particular, la captura de valor del suelo podrían ser instrumentos de control de la densidad y ordenamiento territorial. Se incluye el avalúo catastral, $Laval_cat_u$. Esta variable se introduce como factor cuya base es el municipio rural.

Los datos

Los datos utilizados en las estimaciones y cálculos realizados se toman de los censos poblacionales de 2005 y 2018, del Marco Geoestadístico Nacional (MGN) del Departamento

mento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para 2018 y del portal Territorial, *Terridata*, del DNP para 1101 municipios de Colombia. La densidad urbana se calcula tomando la población urbana por cada municipio del censo del 2018 y dividiéndola sobre el área urbana de cada uno de los 1101 municipios de Colombia según la clasificación de la Divipola DANE, tomada del MGN. El índice de desempeño fiscal es tomado del portal Terridata, descarga por dimensión, dimensión 7, para los 1101 municipios. El tamaño promedio de los predios en metros cuadrados, *Am_pred_u_m2*, que corresponde al área urbana en metros cuadrados sobre el número de predios urbanos, fue tomado del portal Terridata del DNP para el año 2017, para cada municipio.

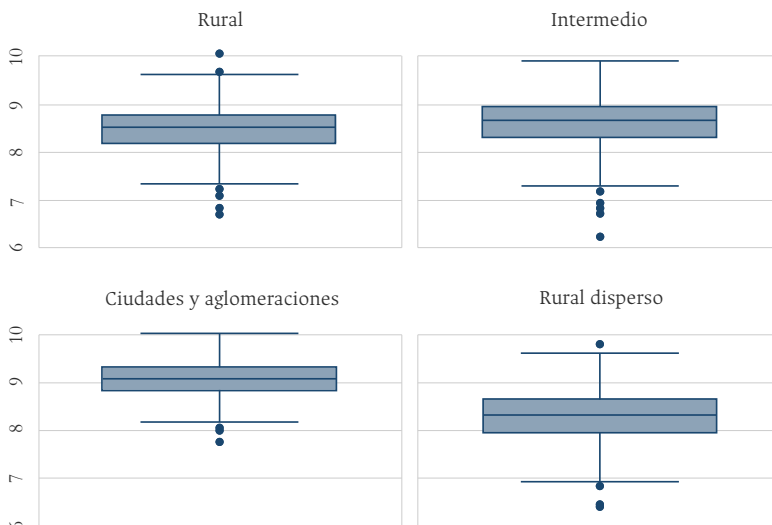
La categoría de ruralidad, *Catrurcode* en este artículo, es la que asigna el DNP dentro del sistema nacional de ciudades de todos los municipios de Colombia, según las categorías municipales establecidas por la *Misión para la transformación del campo* del DNP (2014) y el DANE: ciudades y aglomeraciones (C&A), ciudades intermedias (I), municipios rurales (R) y municipios rurales dispersos (RD).

El avalúo catastral urbano es el valor económico en millones de pesos corrientes del suelo de cada municipio. Este es tomado del portal territorial, dimensión 15 o del ordenamiento territorial, subcategoría catastro para el año 2017.

Las variables

En la figura 1 se presenta la variable densidad urbana en un diagrama de caja, de acuerdo con la clasificación municipal. La configuración del diagrama muestra la dispersión de las observaciones por cuartiles, así como los valores mínimos y máximos. En datos distribuidos normalmente, el primer cuartil se encuentra entre el valor mínimo, que corresponde al bigote inferior, y el borde de la caja. El cuartil dos es la media que iguala a la mediana y se encuentra en la línea que divide la caja en dos. El tercer cuartil se encuentra entre esta línea y el borde de la caja. Finalmente, el último cuartil se ubica entre el borde y el bigote superior. Los puntos por fuera de los bigotes muestran valores atípicos de las densidades.

Figura 1. Logaritmo de la densidad poblacional urbana (2018)



Fuente: elaboración propia con datos del DANE (2018).

De acuerdo con la figura 1, la caja más homogénea es la de c&a. En primer lugar, algunos de los municipios de estos sistemas de ciudades muestran densidades muy bajas, se trata de municipios periféricos. Es el caso de Honda (Tolima) con 7.75, Yumbo (Valle) con 7.98 y Puerto Colombia (Atlántico) con 8.03. En segundo lugar, su mediana está cerca de 9.06 en logaritmos o 8613 personas por kilómetros cuadrados en niveles. En tercer lugar, no hay atípicos de densidad superior en esta clasificación ni en I. En cambio, sí las hay en R y RD, como Magüi (Nariño) con 9.8 para rural disperso y en rural para Mosquera (Nariño) y Sitio nuevo (Magdalena) con 10 y 9.6, respectivamente, en logaritmo. Los atípicos de densidad inferior son notables en todas las categorías.

El índice de desempeño fiscal, I_d_Fiscal_2018, evalúa de manera global la gestión y los resultados en términos fiscales de los municipios mediante el análisis de 6 indicadores: autofinanciamiento de los gastos de funcionamiento, respaldo del servicio de la deuda, dependencia de las transferencias de la nación y regalías, generación de recursos propios, magnitud de la inversión y capacidad de ahorro, en 5 rangos de desempeño, como se muestran en la tabla 1.

De los 1101 municipios, 69 muestran un indicador solvente. En primer lugar, se encuentra el municipio de Cota (Cundinamarca) con 92.07 %; en segundo lugar, aparece Monterrey (Casanare), que a pesar de estar clasificado como municipio rural de categoría 6 tiene un índice de 90.07 %. En el caso de Bogotá, la ciudad más grande del país, el índice es de 85.36 %, por el cual ocupa el puesto 13.

De otra parte, la variable del tamaño promedio de los predios en metros cuadrados evidencia cómo este se reduce en grandes ciudades. En algunas ciudades de menor tamaño, como Candelaria (Valle), el tamaño promedio es inferior al del centro. La media para esta ciudad es de 73 m², mientras que en Cali es de 221 m². Las 20 ciudades con mayor población tienen un promedio de tamaño promedio alrededor de los 300 m²; en el extremo inferior está Bogotá con 165 m² y en el extremo superior, Villavicencio con 466 m². Asimismo, se encuentran 1 con densidad alta. En la tabla 2, se presenta la situación promedio de población, predios y avalúo catastral por categorías de ruralidad en las categorías urbanas.

Tabla 1. Rangos de desempeño fiscal (2018)

Rangos de desempeño fiscal	Solvente	Sostenible	Vulnerable	Riesgo	Deterioro
	≥ 80	≥ 70 y 80	≥ 60 y 70	≥ 40 y 60	< 40

Fuente: DNP (2020).

Tabla 2. Población, predios y avalúo catastral promedios por categorías de ruralidad (2018)

Categorías de ruralidad	Frecuencia	Población 2018	Predios	Avalúo
Ciudades y aglomeraciones	117	266 649.8	87 800.9	9 165 764.0
Intermedio	313	25 361.2	9101.6	267 616.5
Rural	373	14 677.3	5643.1	103 634.4
Rural disperso	298	11 917.3	4312.9	81 644.6

Fuente: elaboración propia con datos de DANE (2018).

Las cifras muestran la situación de las variables en la clasificación del municipio. En efecto, de las cuatro categorías, C&A tienen los mayores índices de población, mayor número de predios y mayor valor catastral. A esa categoría la sigue I, luego R y, por último, RD. El 10 % de los municipios tienen categoría C&A; estos concentran el 84 % de la población.

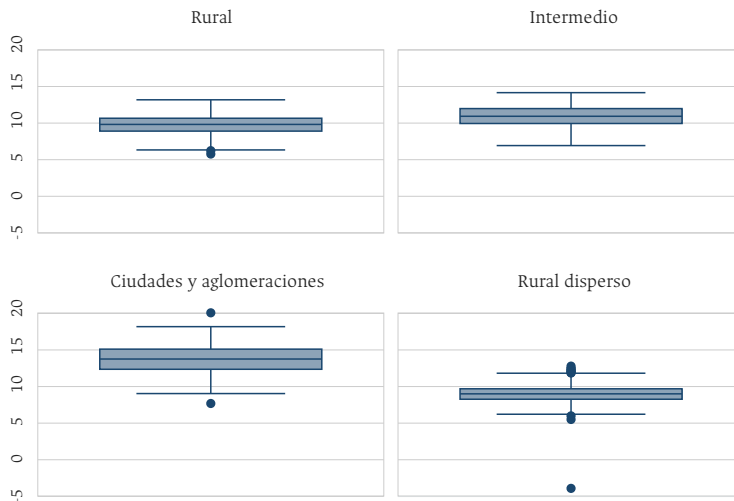
En la figura 2, se muestra un diagrama de cajas y bigotes para la variable avalúo catastral urbano, en las categorías municipales señaladas. Los mayores valores catastrales están en C&A, con valores homogéneos pero atípicos en ambos bigotes. En este diagrama, Bogotá se encuentra en el límite superior con 20.07 y el municipio de Nariño, en el Departamento de Nariño, en el inferior con 7.69. Sumado a esto, también es posible apreciar que la distribución es homogénea en municipios intermedios sin valores atípicos, pero en los R y RD se encuentran numerosos valores atípicos. En RD, los atípicos superiores son municipios con presencia de actividad extractiva de hidrocarburos. Como las mayores rentas desplazan los usos menos rentables hacia la periferia, los centros de las

ciudades concentran los mayores valores. Si la ciudad tiene un alto valor catastral significa que tiene un perímetro urbano amplio. Esto explica mayores densidades en ciudades con mayor valor catastral, ya que son suelos con usos más rentables por metro cuadrado.

Los resultados de las estimaciones

Los resultados de la estimación se muestran en la tabla 3. La primera columna presenta las variables independientes del modelo; la segunda, los estimadores, y la columna final, la significancia estadística de la variable, como la probabilidad de encontrar un estimador superior al encontrado. En este sentido, todas las variables son estadísticamente significativas al 99 %; excepto la categoría rural disperso, la cual podría serlo al 80 % de confianza. En general el R-cuadrado ajustado es bueno; se tiene que el 67 % de la varianza de la densidad poblacional en 2018 es explicada por las variables del modelo.

Figura 2. Avalúo catastral urbano (2017)



Fuente: elaboración propia con datos de DNP-Terridata (2021).

Tabla 3. Logaritmo de la densidad poblacional en los municipios de Colombia (2018)

Variable	Estimador*
Población 2005	0.3273
Desempeño Fiscal	0.0079
Tamaño del predio	-0.6448
Avalúo urbano	-0.2375
Categoría de ruralidad	
Rural disperso	-0.0494
Intermedio	0.3295
Ciudades y aglomeraciones	0.1060

NOTA: R2_ADJ=0.67. * NIVEL DE CONFIANZA DEL 99%.

Fuente: elaboración propia (2022).

De acuerdo con los resultados, un municipio, por ejemplo, con una población de 200 000 habitantes en 2005 vio crecer su densidad poblacional un 32.73 % en el año 2018, frente a un municipio de 100 000 habitantes en el año 2005. En otras palabras, los municipios con alta población en 2005 atrajeron mucha más población en el período intercensal de forma que, en 2018, su densidad se incrementó a un ritmo superior a los de baja población. Nótese que este resultado debe ser modulado por la categoría de municipio. En los municipios con espacio para crecer, es decir, los I, se observa una mayor densidad poblacional. Las C&A incrementaron su densidad, pero solo en aproximadamente un tercio de los municipios intermedios.

El índice de desempeño fiscal tiene poco efecto frente a la dinámica de ocupación. Incrementar el índice en 10 puntos porcentuales se traduce en un incremento de 8 puntos básicos en la densidad poblacional. A pesar de esta relación relativamente baja, el signo indica que la presencia de un municipio con una sólida capacidad tributaria, la cual le permite financiar la oferta de bienes públicos y el funcionamiento del Estado local, induce a los individuos a moverse a estos municipios. El tamaño medio del predio exhibe una relación inversa, un aumento del 100 % en el tamaño medio de los predios urbanos causaría una disminución del 64 % de

la densidad. Es decir, los R, con predios de gran tamaño tienen muy bajas densidades.

El signo negativo del avalúo urbano es consistente con los planteamientos del federalismo fiscal y la NGE. En municipios con altas densidades de población, la localización implica un mayor valor del suelo, lo que a su vez influye en la selección de los hogares. Allí se localizan quienes pueden pagar altas rentas. De manera similar, un aumento en el avalúo conlleva una mayor carga tributaria, lo que provoca que los agentes se desplacen a otras localidades debido a la competencia entre municipios del sistema de ciudades para atraer hogares.

Finalmente, se debe señalar que los RD pierden población frente a los R, ocurre un efecto de vaciamiento de estos en favor de los I, fundamentalmente, y de las C&A. Para acentuar la mirada sobre los municipios de mayor urbanización, se corrió la regresión para municipios con áreas urbanas superiores a la media de la variable en el país, 480 municipios. Los resultados se presentan en la tabla 4, cuya estructura es la misma de la tabla anterior. Todas las variables explican el modelo con un nivel de confianza superior al 99 %.

Tabla 4. Logaritmo de la densidad poblacional en los municipios de Colombia con áreas urbanas superiores a la media (2018)

Variable	Estimador*
Población 2005	0.2745
Desempeño Fiscal	0.0079
Tamaño del predio	-0.7805
Avalúo urbano	-0.1741
Categoría de ruralidad	
Rural disperso	-0.1592
Intermedio	0.1116
Ciudades y aglomeraciones	0.2612
Constante	12.2056

Nota: $R^2_{adj}=0.80$. * Nivel de confianza del 99%.

Fuente: elaboración propia (2022).

En este conjunto de municipios, el coeficiente de la población en 2005 muestra una ligera disminución, pero una prueba de Wald indica que, en términos estadísticos, es igual al coeficiente previo de 0.327; por lo tanto, se mantiene el análisis anterior. Una situación similar ocurre con la situación fiscal de los municipios. El coeficiente del tamaño medio del predio si cambió, tiene un impacto mayor en la densidad frente a todos los municipios. Se redujo en cerca de un 21 %, lo que muestra que los R e I de este grupo perdieran densidad frente a las c&a.

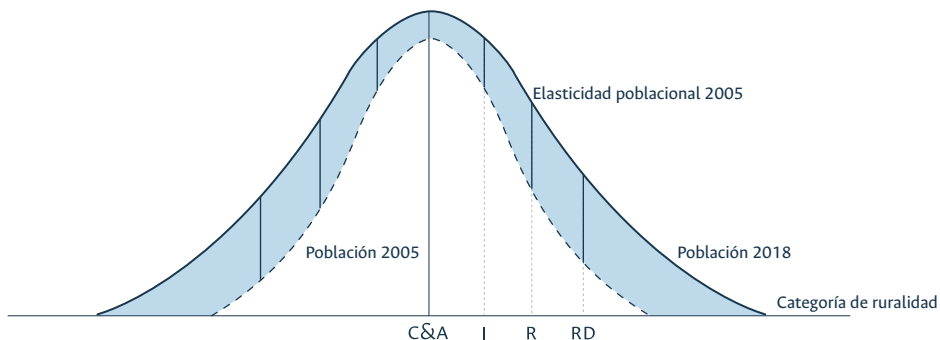
El avalúo catastral, al ser ciudades más grandes, tiene un efecto menor. Se incrementa el avalúo por definición, pero la reducción en la densidad es menor por las mayores ofertas urbanas. Es importante destacar que el índice de desempeño fiscal, en relación con los resultados del avalúo, y la falta de actualización catastral en la mayor parte de los municipios¹ sugieren que estos municipios tienen un incremento de ingresos vegetativo que les facilita la oferta y reduce la presión política. Los coeficientes de los distintos grupos de municipios sugieren un proceso de migración en cascada, desde municipios rurales dispersos y rurales al resto del país. Este fenómeno se acentúa especialmente en municipios más consolidados.

La dinámica de ocupación por categoría de ruralidad

Si bien ya se tienen resultados sobre las categorías de municipios de manera general, es importante profundizar en las diferencias en los grupos o las distintas categorías de municipios. Los resultados se pueden observar en la tabla 5 en donde a excepción del índice de desempeño fiscal todas están en logaritmos. La primera columna corresponde a las variables, la segunda muestra los estimadores para los municipios RD, la tercera presenta los resultados para R, la cuarta para I, y la final, las c&a. El coeficiente de la población urbana en 2005 indica que municipios pequeños o con categoría rural disperso incrementaron su densidad poblacional en 35.3 %, mientras que en c&a la tasa es cerca de 9 puntos porcentuales menos. Esto significa que, a nivel del país, la curva de densidad se aplana, como muestra la figura 3. En el eje vertical se tiene la densidad y en el horizontal, la categoría de municipio. La distancia de las líneas verticales indica las diferencias del crecimiento poblacional en los municipios.

¹ El 73 % de los municipios tienen el catastro urbano desactualizado, el 74 % de los municipios tienen el catastro rural desactualizado o sin formar. Descarga por dimensión. Dimensión 15 (DNP, 2021).

Figura 3. Elasticidades de la densidad frente al tamaño de población



Fuente: elaboración propia (2002).

Tabla 5. Regresión por categorías de ruralidad

Variable	Dispersos	Rurales	Intermedio	Ciudades y aglomeraciones
Población urbana 2005	0.353 *	0.279 *	0.285 *	0.269 *
	0.028	0.0242	0.0242	0.0406
Índice desempeño fiscal 2018	0.00573	0.00396	0.0029	0.0174 *
	.0037	0.0027	0.003	0.0039
Área media predio	-0.536 *	-0.676 *	-0.812 *	-0.757 *
	.0375	0.033	0.0319	0.0428
Avalúo catastral urbano	-0.283 *	-0.171 *	-0.178 *	-0.222 *
	0.0219	0.0203	0.0212	0.0325
Constante	11.2 *	11.8 *	12.8 *	12.3 *
	0.375	0.301	0.287	0.428
r ² _a	0.524	0.645	0.74	0.774

Nota: * nivel de confianza del 99%.

Fuente: elaboración propia (2002).

En el modelo de los municipios RD, si en 2005 se tenían dos municipios con poblaciones de 5000 y 10 000 habitantes respectivamente, se puede observar que el segundo experimentó un aumento del 35.3 % en su densidad poblacional para el 2018. Ahora, en c&a, al considerar dos municipios con poblaciones de 100 00 y 200 000 habitantes, se puede evidenciar que el último presentó un incremento del 27 % en su densidad, poco más de 15 veces el aumento en la población del municipio disperso. Este es el caso de Soacha, con una población urbana de 655 025, o Soledad Atlántico, con 602 644.

Estos municipios tendrían incrementos poblacionales mayores en magnitud, pero menores en proporción a municipios RD, como Magüi (Nariño), el cual con una población urbana de 7325 tiene la más alta densidad en su categoría.

Ahora bien, el índice de desempeño fiscal tiene un efecto marginal sobre la densidad en los municipios excepto en c&a. Un municipio con índice de 80, solvente financieramente, ve incrementar su densidad en 17.4 % frente a otro sostenible, con un índice de 70. Las c&a pueden ofrecer mejores bienes públicos con el

manejo fiscal; de esta manera atraen más población, lo que no sucede con los municipios de las demás categorías. De otra parte, una relación inversa a las dos anteriores, se observa con el área media de los predios y el avalúo catastral de una ciudad. En el primer caso, los municipios con áreas medias de los predios superiores tienen densidades inferiores. En las c&a, las alturas, y con ello el menor tamaño del predio, son la salida a una mayor demanda de vivienda. Por su parte, el valor del avalúo catastral urbano indica que su incremento en 100 %, conlleva a que municipios con mayores densidades y, por tanto, mayores avalúos por efectos de la demanda de localización tengan menores densidades, un 22 % en promedio en c&a y 28.3 % en municipios RD.

En el caso de las dos grandes aglomeraciones del país, Antioquia y Cundinamarca, el incremento poblacional para los municipios que ya tenían poblaciones altas es superior a todos los anteriores modelos. Para Cundinamarca, el coeficiente es 76 % superior al de Antioquia,

como se observa en la tabla 6. Nótese las diferencias en las presiones de localización sobre estos departamentos. Un municipio de 200 mil habitantes frente a uno de 100 mil habitantes vio crecer su densidad en 56.2 % en Cundinamarca y cerca de 32 % en Antioquia. El desempeño fiscal tiene un efecto superior, cerca de 4 veces en Cundinamarca respecto de Antioquia. Las presiones sobre la ocupación se reflejan notoriamente en las áreas medias de los predios y los valores del suelo. Incrementar el área media del predio y la tributación crean una fuerza expulsora superior en Cundinamarca que en Antioquia; en el primero se encuentra una mayor densidad urbana. Ahora bien, de acuerdo con estos resultados, estas variables se pueden usar como instrumentos de política de ocupación: el municipio puede frenar el flujo poblacional con normas de predios de mayor tamaño y un pago tributario alto, o al menos tener actualizadas sus bases catastrales.

Tabla 6. Regresión en Antioquia y Cundinamarca

Variable	Antioquia	Cundinamarca
Población urbana 2005	0.319*	0.562*
	0.0409	0.0581
Índice desempeño fiscal 2018	0.00775	0.0304*
	0.0044	0.0065
Área media predio urbano m2	-0.726*	-0.854*
	0.477	0.0697
Avalúo catastral urbano	-0.215*	-0.395*
	0.362	0.0487
Constante	12.1*	11.2*
	0.416	0.569
r ² _a	0.739	0.735

Nota: * nivel de confianza del 99%.

Fuente: elaboración propia con datos de DANE (2018).

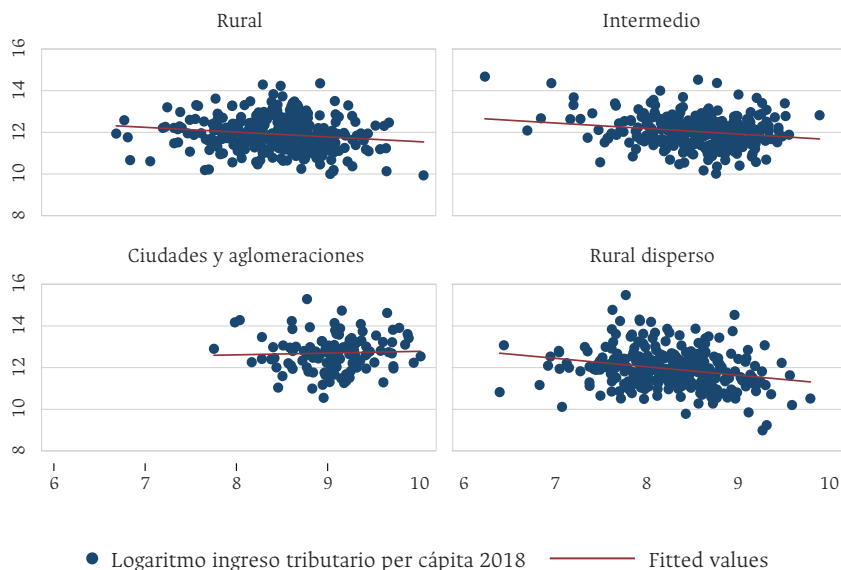
La relación tributaria

Los ingresos tributarios son la fuente directa de financiamiento del municipio y se generan a través de los impuestos pagados por los ciudadanos. Estos ingresos permiten impulsar el desarrollo y el progreso de la localidad. En virtud de la conclusión del apartado anterior, la evaluación de la densidad poblacional urbana en 2018, los ingresos tributarios per cápita y el impuesto predial per cápita señalarían la consistencia de un modelo de ocupación y el financiamiento de sus costos. Los ingresos tributarios per cápita son mayores en las C&A, con una media de COP 328 841, pero con atípicos superiores en mayores tributaciones como Cota y Tocancipá (Cundinamarca) con COP 4 365 217 y COP 2 514 845, respectivamente, y Sabaneta (Antioquia) con COP 2 244 442; los tres, municipios industriales. Los habitantes de I tributan COP 168 109 per cápita, un poco más de la mitad de la tributación media de las C&A. Los municipios RD y R tributan en promedio la misma cifra.

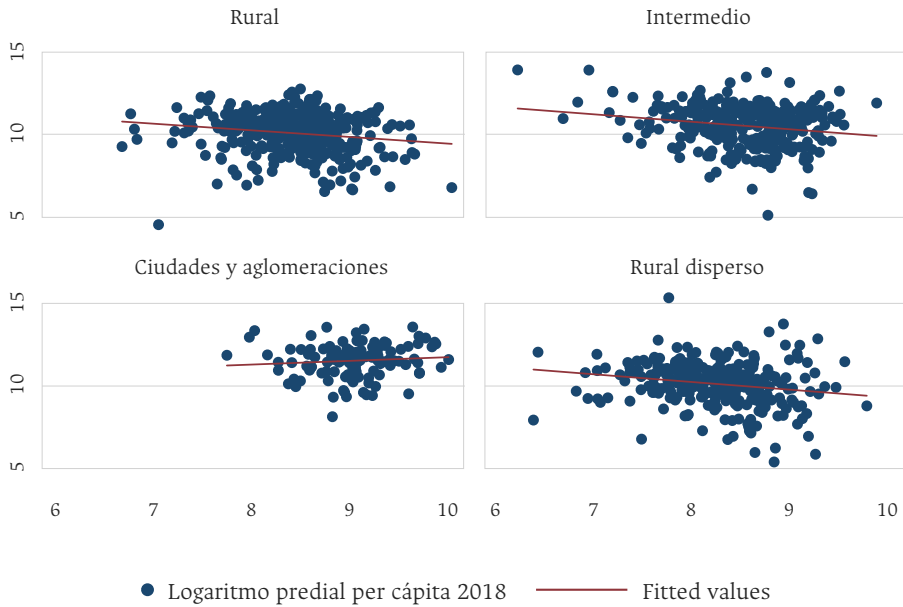
De acuerdo con la figura 4, en el país, los ingresos tributarios per cápita y la densidad del municipio tienen una relación negativa, con una ligera excepción en C&A. Es decir, los municipios se densifican sin reflejarse en la tributación, con lo cual se evidencia una contradicción con la oferta de bienes públicos señalados en la teoría.

La captura de valor permite compensar los costos del desarrollo del municipio como lo dice la NGE. El impuesto predial depende tanto del avalúo catastral como de la tarifa que apruebe el Concejo de cada municipio. En las C&A la media es de COP 96 900 per cápita de impuesto predial, lo cual es superior a las demás categorías de municipios. Las CI tributan en promedio el 37.5 % la de las C&A y los R y RD tienen una tributación del 24 % en comparación con lo tributado por habitante en las C&A. En la figura 5, se aprecia la misma situación anterior de no asociación en el mejor de los casos o asociación negativa entre la densidad y el valor promedio pagado por impuesto predial per cápita en todas las categorías.

Figura 4. Densidad urbana e ingreso tributario per cápita (2018).



Fuente: elaboración propia con datos del DANE (2018).

Figura 5. Densidad urbana e impuesto predial per cápita (2018)

Fuente: elaboración propia con datos de DANE (2018).

Solo en la categoría C&A hay una ligera pendiente positiva entre la densidad urbana y el valor del impuesto predial per cápita. Resulta contradictorio que en las otras categorías se presente una tendencia decreciente, a medida que aumenta la densidad urbana disminuye el valor del impuesto predial per cápita. Es evidente que la calidad de vida se ve afectada en beneficio de los propietarios urbanos. Además de esta relación decreciente, las desactualizaciones catastrales y los límites institucionales establecidos por el Decreto 448 de febrero 4 de 2020, que fijan el valor máximo del impuesto predial en al menos el 60 % del valor comercial, generan fuertes desequilibrios en la financiación de los bienes públicos locales².

El modelo adecuado de ocupación

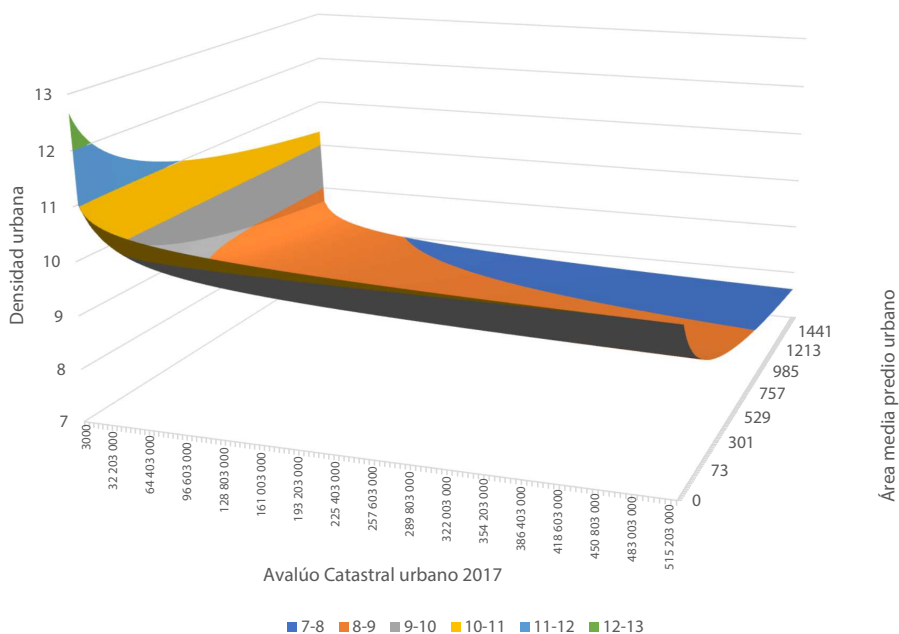
La densidad estimada puede ser considerada como el ideal razonable de expansión de cada municipio. De esta manera, al graficar la ecuación resultante, se asimila a la frontera de posibilidades de expansión difundida en la teoría de la firma. Por tanto, se propone un análisis de minimización de costos al cual debería enfrentarse cada administración local para definir su densidad óptima. Estos resultados se contrastan con los ingresos tributarios y el impuesto predial per cápita para fortalecer los aspectos de política ya señalados para ser aplicados por los administradores locales.

² Terridata, descarga por dimensión (DNP, 2021).

Para el análisis de la firma, la teoría clásica plantea que existe un nivel de producción eficiente que se alcanza mediante una combinación óptima de factores de producción. Para el análisis de la producción de la ciudad, el nivel de producción se refiere a la densidad urbana, y los factores de producción corresponden al tamaño del predio y el avalúo catastral, según se analiza. La combinación óptima de estos factores conduce a que la ocupación de la ciudad sea eficiente. Con base en los resultados anteriores, se logra establecer que, debido a las condiciones de localización, área, población y valor catastral en cada categoría de ruralidad, es necesario adoptar combinaciones de factores asociados a los niveles de costos e ingresos, para el modelo de ocupación. De acuerdo con la ecuación de regresión, se obtiene la frontera de producción resultante de la combinación de los factores de producción para la categoría C&A, tal como se observa en la figura 6.

El eje x es el tamaño medio del predio urbano, el eje y es el avalúo catastral urbano y el eje z corresponde a la densidad urbana para cada municipio. Con relación a esta frontera, cada municipio podría compararse en función de las dos variables y su densidad. Un resultado sobre la función implicaría una eficiencia de grupo; en cambio, con un resultado por encima o debajo habría ineficiencia. Si la densidad está por encima de esta frontera, significa que se deben emprender acciones de política, tales como limitar el tamaño del predio o aumentar el recaudo de impuestos a la propiedad para contener el crecimiento desbordado. Por el contrario, si la densidad está por debajo de la frontera de eficiencia de producción, este municipio tiene la posibilidad de ajustar estas variables para alcanzar la media del grupo.

Figura 5. Logaritmo avalúo catastral urbano 2017



Fuente: elaboración propia con datos de DANE (2018).

La minimización de costes de urbanización

Para evaluar la relación entre las variables y los resultados, se supone que la densidad, Q , es función del área del predio, AP , y del avalúo de la ciudad, AC , de acuerdo con la ecuación $Q=AP^\alpha AC^\beta$, en donde r y ω son los precios de los factores de producción. El objetivo es determinar la forma menos costosa, C , de producir una determinada cantidad \bar{Q} de densidad. Por lo tanto, el problema por resolver es:

$$\begin{aligned} \text{Mín } C &= rAP + \omega AC \\ \text{s.a. } f(AP, AC) &= \bar{Q} \end{aligned} \quad (2)$$

La solución de este problema de minimización depende de los precios r , ω y \bar{Q} , la cual se expresa como $C^*(r, \omega, \bar{Q})$. Esta función, denominada función de costes, mide los costes mínimos necesarios para producir \bar{Q} unidades cuando los precios de los factores son (r, ω) . En este caso, los valores son los precios de elegir el tamaño del predio o el nivel de tributación que defina el avalúo consistente con la densidad elegida en términos políticos. Para resolver el problema, se iguala la tasa marginal de sustitución técnica entre área del predio y el avalúo a la relación de precios de los factores:

$$TMST = \frac{\alpha AP}{\beta AC} = \frac{r}{\omega} \quad (3)$$

$$\frac{\omega \alpha L}{r \beta} = AC \quad (4)$$

Se reemplaza este resultado en la función de producción para obtener las demandas condicionadas de factores:

$$AC^*(r, \omega, Q) = \left(\frac{r\beta}{\omega\alpha}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} Q^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \quad (5)$$

$$AP^*(r, \omega, \bar{Q}) = \left(\frac{\omega\alpha}{r\beta}\right)^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} \bar{Q}^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \quad (6)$$

Finalmente, al obtener las demandas, se deben reemplazar las ecuaciones en la función de costos.

$$C^* = rAP^* + \omega AC^* \quad (7)$$

$$C^*(r, \omega, \bar{Q}) = r \left(\frac{\omega\alpha}{r\beta}\right)^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} \bar{Q}^{\frac{1}{\alpha+\beta}} + \omega \left(\frac{r\beta}{\omega\alpha}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} \bar{Q}^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \quad (8)$$

$$C^*(r, \omega, \bar{Q}) = \left[r \left(\frac{\omega\alpha}{r\beta}\right)^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} + \omega \left(\frac{r\beta}{\omega\alpha}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} \right] \bar{Q}^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \quad (9)$$

La ecuación 9 establece los costos en términos de los precios o el costo político asociado a la decisión de intervenir el área del predio y el avalúo o la tributación y la densidad seleccionada. De acuerdo con los resultados de las estimaciones, se tiene que en municipios I y c&a hay rendimientos constantes. Es decir, una ciudad que quiera duplicar su tamaño necesita duplicar los factores señalados. En el caso del RD la suma es de 0.819 y en R de 0.847, lo que significa que estas variables poco efecto van a tener sobre la densidad, a menos que quieran ajustarse a las pérdidas de población ya señaladas. De otro lado, las participaciones factoriales indican que los costos del avalúo catastral en el costo total son 0.65 para municipios RD, de 0.81 para R, de 0.82 para I y de 0.77 para c&a. El mayor costo político estaría en lo tributario, no en la norma.

Conclusiones

El acentuado desequilibrio del proceso de urbanización en Colombia en el período 2005-2018 se caracteriza por un crecimiento del sistema de ciudades, donde las ciudades y aglomeraciones experimentan dinámicas poblacionales sólidas en su interior, mientras que las ciudades intermedias, rurales y rurales dispersas carecen de encadenamientos que les permitan complementariedades con otros municipios en una red de ciudades. En este sentido, se requieren políticas regionales que equilibren la ocupación en el país y las vinculen a la red nacional de ciudades para sostener su desarrollo en el largo plazo. Para futuras investigaciones, se recomienda profundizar en las consecuencias que la alta densificación tiene en los municipios rurales dispersos, ya que, debido a su inferior capacidad de respuesta, enfrentan mayores di-

dificultades en el financiamiento de la aglomeración que generan en su escala.

El hecho de que la densidad de las ciudades del país no tenga una asociación positiva con la tributación hace un llamado urgente a pensar en la sostenibilidad a largo plazo del sistema de ciudades del país. Mayores niveles de densidad urbana no han estado acompañados por aumentos en la tributación per cápita, lo cual retrasa el desarrollo de los municipios en beneficio de los dueños del suelo. Esto refuerza la necesidad de adelantar la actualización catastral, tanto para lograr un equilibrio financiero en los municipios como para consolidar un instrumento de planeación de los territorios. Tomar esta decisión y aplicarla conlleva un costo político para cada administración urbana, pero debe ser sopesado con el costo en desarrollo que debe asumir la colectividad. Una economía capitalista no puede darse el lujo de aplazar su desarrollo por privilegiar los rentistas del suelo.

El tamaño del predio y el avalúo catastral son dos instrumentos de política que las administraciones pueden utilizar para elegir el modelo de ocupación adecuado. Limitar el tamaño del predio controla el aumento de la densidad al igual que el valor catastral por los tributos sobre los predios. Las estimaciones arrojan un resultado interesante en ciudades y aglomeraciones, ya que la suma de los coeficientes en términos absolutos sugiere que, en un momento dado, una ciudad con una densidad, un tamaño del predio y una tasa tributaria determinados puede multiplicar su densidad con la duplicación de los factores mencionados. No es pertinente adoptar modelos de expansión descontrolada en municipios que no muestran eficiencia en la captura de sus recursos, como se verificó tanto en los municipios alejados como en aquellos que pertenecen a un sistema de ciudades.

Si bien la literatura revisada explica el fenómeno de la expansión urbana y la expansión urbana periférica de baja densidad o de crecimiento urbano disperso, además de haber intentos por dimensionar los costos económicos, sociales y ambientales que se generan, existen

dificultades para encontrar referencias cuantitativas que definan un modelo de ocupación óptimo. Conociendo la capacidad financiera de los municipios y aplicando los dos elementos de política propuestos, se puede plantear el tamaño del lote y los avalúos, junto con la tributación, como instrumentos de las administraciones locales para la elección del modelo de ocupación. Es importante seguir avanzando en encontrar herramientas mediante las cuales la regulación del suelo permita disminuir la segregación y la desigualdad en los municipios de Colombia.

Referencias

- Abramo, P. (2011) *La ciudad caleidoscópica. Coordinación espacial y convención urbana. Una perspectiva heterodoxa para la economía urbana*. Universidad Externado de Colombia.
- Abramo, P. (2012). La ciudad Com-fusa: mercado y producción de la estructura urbana en las grandes metrópolis latinoamericanas. *Eure*, 38(114), 35-69.
- Angel, S., Blei, A. M., Parent, J., Lamson-Hall, P., Galarza Sánchez, N., Civco, D. L., Lei, R. y Thom, K. (2016). *Atlas of Urban Expansion: Vol. 1. Areas and Densities* (ed. 2016). New York University, UN-Habitat y Lincoln Institute of Land Policy. <https://www.lincolninst.edu/publications/other/atlas-urban-expansion-2016-edition>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2017). *Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina*. CAF.
- Barragán, J. M. y de Andrés, M. (2016). Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. *Revista de Geografía Norte Grande*, (64), 129-149. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022016000200009>
- Biderman, C., Hiromoto, M. H. y Ramos, F. R. (2018). *The Brazilian Housing Program Minha Casa Minha Vida: Effect on Urban Sprawl* [Documento de trabajo WP-18CB2]. Lincoln Institute of Land Policy. <https://www.lincolninst.edu/publica->

- tions/working-papers/brazilian-housing-program-minha-casa-minha-vida
- Brueckner, J. K. (1987). Chapter 20 The Structure of Urban Equilibria: A Unified Treatment of the Muth-mills Model. En E. S. Mills (ed.), *Handbook of Regional and Urban Economics* (vol. 2) (pp. 821-845). [https://doi.org/10.1016/S1574-0080\(87\)80006-8](https://doi.org/10.1016/S1574-0080(87)80006-8)
- Brueckner, J. K. (2000). Urban Sprawl: Diagnosis and Remedies. *International Regional Science Review*, 23(2), 160-171. DOI: <https://doi.org/10.1177/016001700761012710>
- Camelo Garzón, Á. N., Solarte-Pazos, L. y López, O. (2015). Assessment and Monitoring of Land Management Plans in the Municipalities of Colombia. *Sociedad y Economía*, (28), 163-180.
- Congreso de Colombia. (1997). Ley 388 del 18 de julio de 1997, por la cual se modifica la Ley 9 de 1989 y la Ley 2 de 1001 y se dictan otras disposiciones. D. o. 43 091. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- Congreso de Colombia. (2022). Ley 2199 del 8 de febrero de 2022, por medio de la cual se desarrolla el artículo 325 de la constitución política y se expide el régimen especial de la región metropolitana Bogotá - Cundinamarca. D. o. 52 473. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=179486>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005). *Censo nacional de población y vivienda 2005*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>
- DANE. (2018). *Censo nacional de población y vivienda 2018*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2014a). *Misión para la transformación del campo*. Bogotá.
- DNP. (2014b). *Misión Sistema de ciudades*. Bogotá.
- DNP. (2021). Terridata. Sistema de Estadísticas territoriales. Dimensión 15. <https://territadata.dnp.gov.co/index-app.html#/descargas>.
- Ewing, R. y Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265-294. <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>
- Fujita, M. y Ogawa, H. (1982). Multiple Equilibria and Structural Transition of Non-Monocentric Urban Configurations. *Regional Science and Urban Economics*, 12(2), 161-196. [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(82\)90031-X](https://doi.org/10.1016/0166-0462(82)90031-X)
- Fujita, M., Krugman, P. R. y Venables, A. (2001). *The Spatial economy: Cities, Regions and International trade*. MIT Press.
- Gómez-Antonio, M., Hortas-Rico, M. y Li, L. (2016). The Causes of Urban Sprawl in Spanish Urban Areas: A Spatial Approach. *Spatial Economic Analysis*, 11(2), 219-247. <https://doi.org/10.1080/17421772.2016.1126674>
- Gordon, P. y Richardson, H. W. (2007). Are Cities a Desirable Planning Goal? *Journal of the American Planning Association*, 63(1), 95-106. <https://doi.org/10.1080/01944369708975727>
- Hanlon, B. (2019). Sprawl. En A. Orum, *The Wiley Blackwell encyclopedia of urban and Regional Studies*. John Wiley & Sons.
- Hortas-Rico, M. (2014). Urban Sprawl and Municipal Budgets in Spain: A Dynamic Panel Data Analysis. *Papers in Regional Science*, 93(4), 843-864. DOI: <https://doi.org/10.1111/pirs.12022>
- Hortas-Rico, M. y Solé-Ollé, A. (2010). Does Urban Sprawl Increase the Costs of Providing Local Public Services? Evidence from Spanish Municipalities. *Urban Studies*, 47(7), 1513-1540. <https://doi.org/10.1177/0042098009353620>
- Idom. (2018). *Capítulo 2. Análisis histórico y evolución de la huella urbana*. En Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría Distrital de Planeación, Gobernación de Cundinamarca y Findeter, *Estudio de crecimiento y evolución de la huella urbana para Bogotá región*. https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/diagnostico_de_la_huella_urbana_de_bogo

- ta_y_20_municipios_de_1997_a_2016.pdf
- Marengo, C. (2013). Extensión urbana e intervenciones habitacionales. El caso de la ciudad de Córdoba (Argentina). *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 6(12), 280-301. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu6-12.euih>
- McMillan, M. L. (2018). "Causes of Sprawl": A (Further) Public Finance Extension. [Documento de trabajo 2018-4]. Universidad de Alberta.
- Ministerio de Vivienda. (2017). *20 años de Ordenamiento Territorial en Colombia*. Bogotá.
- Oates, W. (2005). Toward A Second-Generation Theory of Fiscal Federalism. *International Tax and Public Finance*, 12, 349-373. <https://doi.org/10.1007/s10797-005-1619-9>
- OECD. (2018). *Rethinking Urban Sprawl: Moving Towards Sustainable Cities*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264189881-en>
- Padmanaban, R., Bhowmik, A. K., Cabral, P., Zamyatin, A., Almegdadi, O. y Wang, S. (2017). Modelling Urban Sprawl Using Remotely Sensed Data: A Case Study of Chennai City, Tamilnadu. *Entropy*, 19(4), 163. <https://doi.org/10.3390/e19040163>
- Rubiera Morollón, F., González Marroquín, V. M. y Pérez Rivero, J. L. (2016). Urban Sprawl in Spain: Differences among Cities and Causes. *European Planning Studies*, 24(1), 207-226. DOI: <https://doi.org/10.1080/09654313.2015.1080230>
- Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V. y Jagadish, K. S. (2004). Urban Sprawl: Metrics, Dynamics and Modelling Using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29-39. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2003.08.002>
- Tian, L., Li, Y., Yan, Y. y Wang, B. (2017). Measuring Urban Sprawl and Exploring the Role Planning Plays: A Shanghai Case Study. *Land Use Policy*, 67(June), 426-435. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.06.002>
- Tiebout, C. (1956). A Pure Theory of Local Expenditures. *Journal of Political Economy*, 64(5), 416-424. <https://www.jstor.org/stable/1826343>
- Torrens, P. M. y Alberti, M. (2000). *Measuring sprawl*. [Documento de trabajo CASA, 27]. Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL).