

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A. C.



Una aproximación al valor social y ambiental de las áreas verdes
urbanas de la Ciudad de México.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMIA AMBIENTAL

PRESENTA

Claudio Othón Cruz Martínez

DIRECTOR DE LA TESINA

Dr. Héctor Mauricio Núñez Amórtegui

Aguascalientes, Ags., mayo del 2016

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, porque siempre me apoyaron y nunca dejaron de creer en mí. Gracias mi madre que desde pequeño me inculcó que debía estudiar para superarme. Gracias a mi padre por sus sabios consejos y porque ha sido un ejemplo para mí de dedicación y esfuerzo. Gracias a mi hermano que siempre ha estado ahí cuando lo necesito.

A Héctor Mauricio Núñez Amórtegui, un excelente asesor, profesor, jefe y todavía mejor persona. Gracias por todos los comentarios que ayudaron a conformar este trabajo y a todos los consejos que me ayudaron a resolver los obstáculos que se fueron presentando. Gracias por brindarme tu confianza y por todas las enseñanzas que me dejaste en el camino.

A Laura Helena Atuesta Becerra por compartir los datos que se usaron en este trabajo. Gracias por todo el apoyo que me diste en todo este proceso. Gracias a tus comentarios que me permitieron elaborar un mejor trabajo.

A David Juárez Luna, por toda la ayuda brindada a lo largo de este camino. Gracias por estar siempre al pendiente de lo que pudiera necesitar como alumno de la MAEA. Gracias por los consejos que me brindaste en estos dos años, así como por la amistad fuera del salón de clases.

A Gabriel Parada Colín por enseñarme a usar Sistemas de Información Geográfica. Sin tu ayuda no hubiera realizado este trabajo. Gracias por hacerte un tiempo para resolver todas mis dudas.

A Vizuet, Abraham y Martín por su valiosa ayuda que me permitió librar algunos obstáculos que encontré en el camino. De la misma manera, a toda la comunidad del CIDE, Región Centro por conformar un lugar agradable para trabajar.

A Alberto Meraz por haberme leído y aconsejado a lo largo de estos dos años.

A Lui, Gimeldo, Adán y a todos los amigos de la Facultad que me apoyaron de alguna u otra forma en mis actividades dentro del CIDE.

A Rafa, Manuel, David, Dinorah, Almazán, Luis Rueda, Waldir, Lupita, Aarón, Don Berna y todas las personas que conocí en CONAMAT que siempre me dieron ánimos para seguir adelante.

Al Chino, Peter, Kato, Rata, Rafa y a todos mis amigos con los que crecí en la unidad. Gracias por su amistad y sus consejos que me han hecho reflexionar y crecer como persona.

A Álex y Aldo por acompañarme en cada momento de la maestría. No pude haber escogido mejores compañeros para esta travesía. Gracias a Adán, Rafa, Pao, Juanito, Dany, Neto, Darwin, Diana, Rubí T., Boni, Rubí E., Zata, Majo, Ángel, Christo, Adilene y Omar. De todos aprendí algo que contribuyó a mi formación como economista.

A Nava, Edgar y Julio por la amistad que me han brindado todo este tiempo.

Este proyecto es parcialmente financiado por el Banco Mundial. Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresados en este trabajo son totalmente del autor y no necesariamente representan las opiniones del Banco Mundial, de sus Directores Ejecutivos ni de los gobiernos que el Banco Mundial representa. Todos los errores son propios del autor. Agradezco al Banco Mundial por facilitarme la base de datos de vivienda utilizada para la preparación de resultados del presente trabajo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Contexto del problema	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Literatura de valoración de áreas verdes urbanas	7
2.2 Literatura de valoración ambiental en México	10
3. MODELO	12
4. DATOS	15
4.1 Datos de áreas verdes urbanas	15
4.2 Datos sobre viviendas	20
5. ESTIMACIÓN	23
6. RESULTADOS	25
7. CONCLUSIONES	29
8. REFERENCIAS	30

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

Cuadro 1. Población, áreas verdes e índice verde, 2010	5
Cuadro 2. Extensión de suelo urbano y áreas verdes por su composición, 2010 ...	16
Cuadro 3. Resumen de las variables	21
Cuadro 4. Resultados de las variables de interés con <i>MCO1</i>, <i>MCO2</i> y <i>Reg. Espacial</i>	26
Cuadro 5. Resultados de las variables estructurales y de vecindario con <i>MCO2</i> y <i>Reg. Espacial</i>	27

FIGURAS

Figura 1. Distribución de las áreas verdes arboladas en la Ciudad de México	17
Figura 2. Distribución de las áreas verdes deportivas en la Ciudad de México	18
Figura 3. Dist. de las áreas verdes con pastos y arbustos en la Ciudad de México ...	19
Figura 4. Distribución de la muestra de condominios en la Ciudad de México	23

GRÁFICAS

Gráficas de las variables de interés con Regresión Cuantílica	28
--	-----------

ANEXO ESTADÍSTICO 1. Resultados y gráficas del análisis cuantílico.....	34
--	-----------

RESUMEN

Las áreas verdes urbanas representan una amenidad que impacta en el precio de las viviendas cercanas por los importantes servicios que prestan –principalmente sociales y ecosistémicos–. A pesar de esto, debido al crecimiento que ha tenido la Ciudad de México, los espacios abiertos urbanos se han visto reducidos para convertirse en infraestructura de comercio, servicios y vivienda. Por lo tanto, es necesario conservar las existentes y lograr que tengan las características que maximicen el bienestar de los habitantes –la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial clasifica las áreas verdes en arboladas; deportivas y; con pastos y arbustos–. En este trabajo, mediante un modelo de *Precios Hedónicos de vivienda* se encontró que a los ciudadanos les agrada vivir cerca de áreas arboladas grandes; pero no encuentran atractiva la cercanía a un área deportiva. El primero de estos resultados es intuitivo, mientras que el segundo podría deberse a las condiciones en que se encuentran las instalaciones de dichas áreas (ya que la valoración negativa se asocia, en otros estudios, con la presencia de narcomenudistas y adictos). Estos resultados pueden dar una pista a los hacedores de política pública sobre algunas acciones que podrían tomarse para maximizar el bienestar de los ciudadanos.

1. INTRODUCCIÓN

Las áreas verdes urbanas proveen importantes servicios a las ciudades. Estos servicios pueden dividirse en dos categorías principales: sociales, ambientales. Los primeros claramente repercuten positivamente en la convivencia, salud física y mental de los vecinos; los ambientales, por su parte, capturan CO₂, regulan lluvias, previenen erosión de suelos, entre otras cosas (Flores-Xocolocotzi, 2012; Bengochea, 2003). Mientras que los servicios sociales son los más notorios a simple vista, los ambientales van cobrando fuerza con el paso del tiempo. Los dos tipos de servicios se ven capitalizados económicamente dentro del precio de la vivienda. Es decir, si se considera una amenidad la cercanía a área verde, el precio de la casa se verá incrementado conforme la vivienda esté más cerca de un área verde. Sin embargo, en la Ciudad de México, al igual que en muchas ciudades de países en vías de desarrollo (PED), no se ha logrado un ordenamiento territorial que respete la importancia de las áreas verdes urbanas (PAOT, 2010; González, 2009).

Una posible causa de esta carencia, es la falta de información respecto a una valoración exacta de los servicios de las áreas verdes urbanas existentes. Hasta el día de hoy, debido a que no tienen un mercado explícito, no sé conoce el valor de estas áreas verdes urbanas (Brander y Koetse, 2010). Conocer la valoración de estos bienes de no-mercado permitirá a las autoridades realizar un análisis costo-beneficio más adecuado. Esta valoración permite conocer la disposición a pagar que tienen los individuos por las áreas verdes. De esta forma se puede realizar un análisis adecuado que muestre el *trade-off* entre la utilidad de los servicios que proporcionan estas áreas en su estado verde y la que proporcionarían si se construyera un edificio en su lugar (Martínez-Cruz y Sainz-Santamaría, 2015; Sander y Zhao, 2014; Mohd *et al*, 2014). Además, el tema adquiere relevancia, ya que no existe literatura de la valoración de áreas verdes urbanas para ninguna ciudad de México.

Partiendo de lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo general aproximarse a la valoración de los espacios abiertos urbanos¹ en la Ciudad de México. Para ello, me basé en el *modelo de Precios Hedónicos*. Se usaron dos bases de datos para poder llevar a cabo el trabajo. Por un lado, el Inventario General de Áreas Verdes del Distrito Federal (IGAVDF) que clasifica las áreas verdes urbanas en: áreas verdes arboladas, áreas deportivas y, pastos y arbustos. Y por

¹ En este trabajo, los espacios abiertos urbanos serán usados como sinónimos de áreas verdes urbanas.

el otro una muestra de viviendas y sus características realizada por Softec, que fue georreferenciada a nivel condominio por el Banco Mundial.

Así, el objetivo particular de esta investigación es –mediante el modelo de *Precios Hedónicos de vivienda*– calcular el valor económico de cada uno de estos tres tipos de áreas. Con ello, se dará mayor información a los gobiernos locales para poder implementar una política de ordenamiento territorial más adecuada. En otras palabras, tomando en cuenta los atributos de estos espacios, se puede decidir dónde colocar cada tipo de área urbana, y de alguna forma tener un argumento impositivo más claro. Es decir, se podrán asignar (o reasignarse) los espacios en función de las disposiciones a pagar de los individuos. Aunado a esto, y tomando en cuenta que no existe literatura sobre la valoración de áreas verdes urbanas para México, otro objetivo particular es generar evidencia de dicha valoración.

Para realizar este trabajo se usa el método de valoración indirecta conocido como *Precios Hedónicos* –que tiene como planteamiento principal hacer que el precio de una vivienda sea función de las características de la misma– (Rosen, 1974). En este sentido, se considera que la cercanía con un área verde como un atributo adicional de la vivienda al momento de explicar su precio. Partiendo de esta metodología se toma en cuenta la correlación espacial que pueda existir entre las viviendas. Además, se realiza el análisis cuantílico para determinar si existe variación en la valoración de las áreas verdes a través de los cuantiles que fueron tomados en cuenta. El objetivo de la parte cuantílica es ver si existen diferencias sustanciales en las colas de la muestra. De existir estas diferencias, se obtendría información que permita hacer una mejor inferencia de cómo es la valoración en los extremos de la muestra. Por lo tanto, dentro de este trabajo se realiza una regresión espacial cuantílica.

Se asume que el modelo espacial apropiado es el del rezago espacial, ya que es común que los precios de las casas se vean afectados por los precios de las casas aledañas. Es decir, que si una casa se encuentra cerca de otra con un precio alto, es normal que también se eleve el precio de la primera. Igualmente, debido a que no tiene sentido una relación lineal entre las variables ambientales y los precios de las casas, este trabajo usa el logaritmo de las variables de interés como una relación que se ajusta más a la realidad. En otras palabras, una casa que esté a la mitad de distancia de un parque en relación a otra no duplica –divide entre dos– el efecto que tiene esta área verde si es considerada una amenidad –desamenidad–.

Empíricamente, el método de *Precios Hedónicos* ha demostrado ser útil para diversas aplicaciones, incluyendo amenidades ambientales y cuantificar la disposición a pagar por este

tipo de bienes no transables, como son los espacios verdes urbanos (Mohd, Asmawi y Abdullah, 2014), la calidad del aire (Kong, Yin y Nakagoshi, 2007; Zabel y Kiel, 2000) e incluso la calidad del agua (Legget y Bockstael, 1999); pero también, en muchos casos falla la metodología por no contar con datos georreferenciados. A causa de esta falla se vuelve más complicado tener una percepción correcta del *tradeoff* que enfrentan los consumidores al elegir entre que tiene la casa (Follain y Jimenez, 1985).

Este trabajo considera como variables de interés el tamaño de las áreas verdes urbanas, así como la distancia existente entre éstas y los condominios donde se encuentran las casas para cada una de los tres tipos que considera el IGAVDF. Los resultados de este trabajo sugieren que, en el caso de la Ciudad de México, la distancia a las áreas verdes y el tamaño de las mismas no explican, de manera significativa, el precio de las viviendas; no obstante, la cercanía a las áreas deportivas tiene un efecto negativo en el precio de las viviendas. Asimismo, para la mayoría de los cuantiles de precios de vivienda el tamaño de las áreas arboladas impacta positivamente en el valor de los inmuebles. Por un lado, según Aminzadeh, Behnaz y Afshar, Dokhi, 2004, el hecho de que las áreas deportivas tengan un efecto negativo en el precio de las viviendas puede ser a causa de que estén asociadas a una percepción de inseguridad por parte de los habitantes – ya sea por la existencia de delincuentes o drogadictos–. Asimismo, el hecho de que el tamaño de las áreas verdes arboladas impacte de manera positiva al precio de las casas es un resultado que demuestra la valoración que tienen los habitantes sobre las áreas verdes urbanas en la Ciudad de México.

El resto de este trabajo se ha organizado de la siguiente manera. En el siguiente apartado se presenta el contexto del problema. En la sección dos se presenta una revisión de literatura que se divide en dos subapartados, en el primero de ellos se hará un repaso de los textos más representativos sobre valoración de espacios abiertos urbanos (principalmente usando el método de *Precios Hedónicos*), y en el segundo se revisarán algunos textos que retoman la valoración ambiental para el caso mexicano. En el apartado tres, se revisa el modelo para responder a la pregunta de investigación. En el apartado cuatro se hace una descripción de los datos que se usaron en el presente trabajo. Posteriormente, en el apartado cinco se presenta la estimación de valoración. Finalmente, en el apartado seis, se revisan los resultados y; en el séptimo, las conclusiones de la investigación.

1.1 Contexto del problema

Desde que se fundó como ciudad colonial, en 1524, la Ciudad de México tuvo un crecimiento descontrolado. Se talaron muchos de los bosques que se encontraban dentro de la ciudad para abrir campos de pastoreo, proveer biomasa a la ciudad, y ganar terreno para la construcción. Después de 350 años, durante la época del Porfiriato se terminaron de drenar los lagos, y se convirtió en una ciudad industrial. Con el paso de los años se dio un proceso de migración de grandes dimensiones –que se reflejó en un aumento del 2,471% en la población que pasó de 700 mil habitantes en el Valle de México, en 1920, a 18 millones para 1988– (PAOT, 2010).

Actualmente, la Ciudad de México es una de las urbes más pobladas del planeta. En ella se albergan casi ocho millones de habitantes (en un territorio de poco más de 60,000 hectáreas de suelo urbano), y se encarga de producir poco más de la quinta parte de la producción nacional, lo que la ha convertido en la entidad económica más importante del país. Este proceso de crecimiento ha ido de la mano, como es de esperarse, de gran cantidad de migración interna. Este desarrollo ha provocado una pérdida constante de espacios verdes públicos que terminaron por convertirse en infraestructura para comercio, servicios y vivienda (PAOT, 2010; Rivas Torres, 2005).

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la densidad poblacional en el 2012 alcanzó los 5,959 habitantes por km² (GDF, 2012) Esta cifra implica un efecto doble en las áreas verdes urbanas. En primer lugar, que debe existir una gran infraestructura para soportar las actividades de todos los habitantes. Por otro lado, el hecho de que la población sea tan numerosa podría implicar que existe una mayor demanda por espacios abiertos urbanos. (Brander y Koetse, 2011)

Un área verde, según la Ley Ambiental de Protección a la Tierra del Distrito Federal (LAPTFDF), es: “Toda superficie cubierta de vegetación, natural o inducida que se localice en el Distrito Federal” (LAPTFDF, 2014). Para efectos de esta misma Ley –según el artículo 87 en las fracciones I, II, III, IV, V, VI VIII IX– se consideran áreas verdes: parques y jardines; plazas jardinadas o arboladas; jardinerías; zonas con cualquier cubierta vegetal en la vía pública; así como área o estructura con cualquier cubierta vegetal o tecnología ecológica instalada en azoteas de edificaciones; alamedas y arboledas; promontorios, cerros, colinas, elevaciones y depresiones orográficas, pastizales naturales y áreas rurales de producción forestal, agroindustrial o que presten servicios ecoturísticos; zonas de recarga de mantos acuíferos; y las demás áreas análogas (LAPTFDF, 2014).

El gobierno, recientemente, ha mostrado interés por preservar las áreas verdes urbanas. Un primer paso para esta tarea fue la creación del IGAVDF, en 2003. Posteriormente, en 2009, se hizo una actualización del mismo. Las principales diferencias entre el inventario creado por CentroGEO en 2003 y la actualización realizada por la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial, en 2009, son: el nivel del área mínima cartografiada y la desagregación de la clasificación. El nivel de área cartografiada pasó de 160m² a 50m²; además que para el 2009 se incluyen áreas deportivas en la clasificación –aparte de las áreas verdes arboladas y los espacios con pastos y arbustos–. A lo anterior, se suma el hecho de que todos los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano (PDDU) de todas las delegaciones tienen como objetivo conservar y/o ampliar las áreas verdes urbanas².

El cuadro 1 resume la situación de áreas verdes per cápita en las delegaciones de la capital mexicana.

Cuadro 1. Población, áreas verdes e índice verde, 2010			
Delegación	Población (2005)	Áreas verdes arboladas (m2)	Índice verde (m2 área verde arbolada por habitante)
Álvaro Obregón	653,232	12,525,360	19.17
Azcapotzalco	425,298	3,640,155	8.56
Bénito Juárez	355,017	2,860,400	8.06
Coyoacán	628,063	11,301,298	17.99
Cuajimalpa de Morelos	101,740	1,706,630	16.77
Cuauhtemoc	521,348	3,165,789	6.07
Gustavo A. Madero	1,143,147	5,660,407	4.95
Iztacalco	395,025	1,748,992	4.43
Iztapalapa	1,716,898	5,325,832	3.10
La Magdalena Contreras	177,336	2,439,091	13.75
Miguel Hidalgo	353,534	12,439,308	35.19
Tlahuac	244,828	783,932	3.20
Tlalpan	472,552	9,038,890	19.13
Venustiano Carranza	447,459	2,631,040	5.88
Xochimilco	201,008	2,790,732	13.88
Distrito Federal	7,836,485	78,057,856	9.96

Fuente: Tomado de PAOT (2010) *Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México.*

En el cuadro se puede apreciar que, aunque el promedio de metros cuadrados de áreas verdes por habitante se encuentra dentro del rango que establece la Organización Mundial de la Salud

² PDDUAO, sf; PDDUA, sf; PDDUBJ, 2005; PDDUC, 2010; PDDUCM, sf; PDDUC, sf; PDDUGAM, 2010; PDDUIzco, sf; PDDUIztpa, sf; PDDUMC, 2005; PDDUMH, sf; PDDUTh, sf; PDDUTlp, 2010; PDDUVCh, 2005.

(OMS) como aceptable –de 9 a 11 m²–, existe una variación importante entre las diferentes delegaciones. Mientras algunas delegaciones, como Álvaro Obregón, Coyoacán, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Tlalpan y Xochimilco cuentan con un índice mayor al sugerido por la OMS, existen otras delegaciones como Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Tláhuac y Venustiano Carranza que se encuentran con la mitad o menos del mínimo requerido por la OMS.

Debido a lo anterior, y al hecho de que para construir ciudades sustentables se necesita información que oriente a los encargados de hacer las políticas públicas correspondientes, esta información debe permitir determinar la valoración que tienen los habitantes de la Ciudad de México por las áreas verdes urbanas (Martínez-Cruz y Sainz-Santamaría, 2015). En este sentido, y teniendo como motivación la falta de evidencia sobre el tema para México, esta investigación pretende generar evidencia científica que dé fundamento a las políticas públicas enfocadas al desarrollo urbano futuro. Asimismo, se pretende estimar la demanda que existe para los espacios abiertos urbanos por parte de los habitantes de la ciudad.

Para poder estimar la valoración que se menciona se usa el método de valoración indirecta conocido como *Precios Hedónicos* que captura el precio implícito de cada una de las características que componen a un bien –en nuestro caso el bien es la vivienda y las características de interés son: la distancia hacia un área verde en la ciudad y el tamaño del área verde cercana–.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Históricamente, las áreas verdes en la Ciudad de México sólo se habían tomado en cuenta desde una perspectiva social, es decir, como espacios de recreación o para contener y/o dirigir el crecimiento urbano (PAOT, 2010). No obstante, a partir del año 2000 se hicieron reformas que reconocieron las áreas verdes urbanas como espacios que requieren una gestión ambiental especial. El interés por las áreas verdes por parte del gobierno local fue tal que se creó el IGAVDF con la intención de contar con un instrumento que permita el mantenimiento y la mejor planeación para las mismas. (PAOT, 2010).

2.1 Literatura de valoración de áreas verdes urbanas

Siguiendo la lógica de la valoración de las áreas verdes, Krekel *et al* (2016) estudian el efecto del uso de suelo urbano en el bienestar de la gente. El estudio se realiza para las ciudades alemanas más grandes. La estimación se hace mediante un modelo panel con efectos fijos por residencia y ciudad; y controlando por variables socioeconómicas, además de variables estructurales de la vivienda. Los principales resultados muestran que el acceso a áreas verdes urbanas –como parques y jardines– tiene un efecto positivo en el bienestar de las personas.

Sin embargo, algunos estudios también han encontrado una relación negativa. Según criminalistas, el espacio verde no siempre impacta de manera positiva al bienestar de la gente, toda vez que en estos espacios podrían existir lugares que sirvan de escondite a los delincuentes (Kuo y Sullivan, 2001; Aminzadeh y Afshar, 2004; Wolfe y Mennis, 2012; Fleming, Manning y Ambrey, 2016). Además, Aminzadeh y Afshar (2004) señalan que si no se cuenta con un área verde con los cuidados necesarios y aunados a la vigilancia, ésta puede ser utilizada por narcomenudistas y adictos para llevar a cabo sus actividades. Cualquiera de las dos situaciones genera una percepción de inseguridad general. Cuando la gente reporta un sentimiento de inseguridad en su vecindario, los beneficios psicológicos de acceder a un espacio verde desaparecen casi por completo. El miedo al crimen, justificado o no, impone directa o indirectamente costos sobre los individuos, quienes tienen que escoger entre reubicarse, tomar gastos de defensa o restringir sus actividades para mitigar el riesgo de victimización. (Fleming, Manning y Ambrey, 2016).

El impacto de las amenidades en los precios de las casas es un hecho que se ha estudiado desde finales del siglo pasado (McLeod, 1984; Tyrväinen, 1997). Más recientemente, Schaläpfer, Waltert, Segura y Kienast (2015) usan un modelo de *Precios Hedónicos* para la zona urbana y periurbana en Suiza. En este estudio, los autores determinan la valoración que existe sobre el uso de suelo, así como de las amenidades y desamenidades ambientales (incluidas las áreas verdes urbanas). Mediante un modelo de efectos aleatorios, su investigación concluye que variables como infraestructura recreacional, vecindad con lagos, humedales entre otras variables de vecindario influyen positivamente en la variación de los precios de las viviendas (Schaläpfer, Waltert, Segura y Kienast, 2015)

En la misma línea, Bengochea (2003) hace un estudio para calcular la disposición a pagar (precio implícito) por encontrarse más cerca de un área verde en la ciudad de Castellón, en España utilizando tres formas funcionales: lineal, logarítmica y recíproca. En el estudio, la autora prueba

con tres variables de interés: una variable dicotómica que es igual a uno cuando la casa tiene vista a un área verde y cero en otro caso, la distancia hacia un área verde y el tamaño del área verde. Los resultados de ese estudio arrojan que la única variable significativa es la distancia a las áreas verdes.

En general, todos los autores que trabajan con precios hedónicos de vivienda suelen usar variables muy similares, que son: estructurales, de vecindario y ambientales. Entre las variables estructurales más usadas son: el tamaño del terreno, tamaño de la construcción, número de baños, edad de la casa y número de pisos. Dentro de las variables de vecindario que son comunes en este tipo de estudios se encuentran: distancia a los distritos laborales, centros comerciales y avenidas con alto tránsito vehicular más cercanos. Finalmente, las variables ambientales más usadas por los investigadores son: distancia al área verde, tamaño del área verde y vista al área verde (Bengochea, 2003; Liao y Wang, 2012; Schaläpfer *et al*, 2015; Kong, Yin y Nakagoshi, 2007; Brander y Koetse, 2010; Panduro y Lausted, 2013). Algunos autores, como Panduro y Lausted (2013) hacen una diferenciación entre las características de las áreas verdes urbanas, clasificándolas por tipos, para obtener valores diferenciados para cada tipo de espacio abierto. Empíricamente, el método de *Precios Hedónicos* ha demostrado ser útil para diversas aplicaciones, incluyendo amenidades ambientales y cuantificar la disposición a pagar por este tipo de bienes no transables, como son los espacios verdes urbanos (Mohd, Asmawi y Abdullah, 2014), la calidad del aire (Kong, Yin y Nakagoshi, 2007; Zabel y Kiel, 2000) e incluso la calidad del agua (Legget y Bockstael, 1999); pero también, en muchos casos falla la metodología por no contar con datos georreferenciados. Debido a este problema, se dificulta tener una percepción adecuada del *tradeoff* que enfrentan los consumidores sobre las características de la vivienda y la ubicación de la misma (Follain y Jimenez, 1985).

En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) pueden contribuir a realizar un mejor análisis hedónico, aunque no han sido explotados en su totalidad. Dichos sistemas son un conjunto de herramientas que permiten conocer de manera concreta datos del mundo real que están vinculados a una referencia espacial. La principal aportación de estos sistemas radica en la precisión de las variables explicativas –tales como la distancia, tamaño o tipo de área verde urbana y en algunos casos porcentaje de cobertura forestal (Sander y Zhao, 2015; Kong, Yin y Nakagoshi, 2007). Diversos estudios como Mohd Noor, Zainora y Abdullah (2014), que hacen un estudio en Malasia; Kong, Yin y Nakagoshi (2007) en Jinan City, China se han apoyado de

los SIG para tener medidas más exactas de sus variables de interés. Con ello, se pueden obtener estimadores más precisos.

Sin embargo, a pesar de tomar en cuenta los SIG, el modelo de *Precios Hedónicos* presenta algunos problemas al momento de implementarlo. Los principales problemas que se enfrentan son: la posible dependencia espacial y el sesgo que puede surgir por no tomar en cuenta la distribución condicional en el precio de las casas (Liao y Wang, 2012). De no tomar en cuenta estos problemas al plantear el modelo, se puede llegar a estimadores sesgados y que no sean consistentes (Krause y Bitter, 2012; Liao y Wang, 2012).

Hay dos modelos de dependencia espacial, el rezago espacial (o autorregresivo espacial) y el modelo de error espacial (Krause y Bitter, 2012). El rezago espacial permite que los valores observados de observaciones cercanas impacten la variable dependiente, además de solventar la violación al supuesto de distribución uniforme de los errores (Sander y Zhao, 2014). Los modelos de error espacial se utilizan para corregir la autocorrelación espacial en el término de error, una violación a los supuestos básicos de *Mínimos Cuadrados Ordinarios –MCO–* (Liao y Wang, 2012; Krause y Bitter, 2012; Sander y Zhao, 2015). Estos modelos pueden ayudar cuando hay variables omitidas, que se encuentren correlacionadas espacialmente, que derivan en estimadores sesgados (Krause y Bitter, 2012). Dado que entre los precios de las casas a menudo hay autocorrelación espacial positiva, lo que significa que los precios de las casas cercanas tienden a ser similares debido a la dependencia espacial de las propiedades, es común que el modelo de *Precios Hedónicos* de viviendas se realice mediante *Econometría Espacial* (Krause y Bitter, 2012; Liao y Wang, 2012).

Adicional a todo lo anterior, algunos autores se plantean la idea que la valoración de bienes ambientales no varía sólo entre las ciudades, sino que también dentro de las ciudades (Sander y Zhao, 2014; Liao y Wang, 2012). Las condiciones socioeconómicas son uno de los principales factores que inciden en esta diferenciación en la valoración. En otros estudios se ha demostrado que la disposición a pagar por las áreas verdes está correlacionada con el nivel de ingreso (Sander y Zhao, 2014; Liao y Wang, 2012).

Existen, principalmente, dos enfoques que pueden diferenciar la valoración de amenidades de acuerdo con las condiciones socioeconómicas: regresiones locales ponderadas y regresiones cuantílicas.

Por un lado, Sander y Zhao (2014) consideran la segmentación de mercado para implementar las regresiones locales ponderadas. Estos modelos se calibran mediante *Mínimos Cuadrados*

Ponderados (MCP) donde se le da más peso a las viviendas que están cerca localidad para la cual se hace la regresión, mientras que se le da menos a las que se encuentran más alejadas. Al final, mediante *MCP*, se pueden estimar regresiones individuales para cada propiedad en la muestra e identificar como varían los estimadores espacialmente. Con este método, para su estudio en Twin Cities –Minnesota– los autores concluyen que los habitantes de las localidades con menor ingreso valoran más los espacios abiertos.

Por otra parte, Liao y Wang (2012) realizan una estimación cuantílica para ver la variación en la valoración de los espacios abiertos urbanos en cada decil de los precios de vivienda de su estudio en Changsha, China. Como principal resultado encuentran que la distancia a las áreas verdes urbanas mantiene un signo negativo para todos los deciles, aunque se incrementa la valorización de estar más cerca de dichas áreas verdes para los deciles más altos. En ambos casos, se considera la autocorrelación espacial. Tanto en el estudio de Sander y Zhao (2014) como el de Liao y Wang (2012) ocupan un modelo de rezago espacial. Este modelo asume que el precio de una casa depende de los valores de las casas vecinas.

Sin embargo, la regresión cuantílica tiene la ventaja de no requerir una segmentación del mercado de viviendas para ser estimada. En su lugar, identifica la variación de la valoración a través de la distribución condicional de los precios de las casas (Liao y Wang, 2012). Por ejemplo, si se considera que los ciudadanos más ricos viven en las casas con precios más altos, al existir una característica que sea preferida por los ricos, pero no le importe a los pobres, entonces el precio implícito de esa característica será más elevado en la parte alta y baja de la distribución de los precios de las casas. Incluso, podrían tener signos diferentes (Liao y Wang, 2012). Mientras que mediante un análisis de *Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)* sólo se puede observar el precio implícito promedio. Algunos autores han señalado la importancia de este tipo de análisis, ya que es común que la disposición a pagar por características deseables – como pueden ser las amenidades– se incremente con el ingreso (Liao y Wang, 2012).

2.2 Literatura de valoración ambiental en México

Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de literatura que existe del tema, de acuerdo a mi mejor conocimiento, no hay estudios de valoración de áreas verdes urbanas para la Ciudad de México por medio de *Precios Hedónicos*. Los estudios más cercanos incluyen la disposición a pagar por el valor recreacional de dos bosques periurbanos, mediante la metodología de *Costo de Viaje*

(Martínez-Cruz y Sainz-Santamaría, 2015); y la disposición a pagar por un abatimiento de contaminantes en el aire por medio de *Precios Hedónicos* (González *et al*, 2013).

Martínez-Cruz y Sainz-Santamaría (2015) realizan un estudio para encontrar la valoración de bosques periurbanos en la Ciudad de México. El objetivo de los autores es encontrar el valor recreacional de dos bosques en la capital mexicana: El desierto de los leones y el parque Dinamos. La gran relevancia de este trabajo es que es el único trabajo que existe para la valoración de áreas verdes urbanas o periurbanas para la Ciudad de México.

Para la estimación del trabajo, Martínez-Cruz y Sainz-Santamaría (2015) utilizan el método de *Costo de Viaje*. A pesar de que el método no es común para este tipo de valoraciones, los autores logran justificarlo debido a las condiciones demográficas y de vialidades en la ciudad. Mediante un modelo corregido por tomar observaciones en un solo sitio, los autores concluyen que en ambos casos, existe una disposición a pagar de entre dos a 33 dólares por visita en los dos parques. Lo anterior constituye evidencia científica de la valorización económica por parte de la población para visitar un área verde en la ciudad.

En lo que respecta a *Precios Hedónicos* usados para el caso de la Ciudad de México, González *et al* (2013) realizaron un estudio para determinar la disposición a pagar por aire limpio. El estudio, también se hace para Guadalajara y Monterrey, que son las ciudades más grandes del país. Específicamente, se buscó encontrar la disposición a pagar por un abatimiento de partículas en suspensión menores a diez micras (PM10 por sus siglas en inglés). Para hacer la investigación, los autores, usaron variables instrumentales para evitar el riesgo de variables omitidas en el modelo de *Precios Hedónicos* de vivienda. El resultado más importante es la estimación de la elasticidad precio de la contaminación en la Ciudad de México, la cual fue calculada en -0.07, y la disposición a pagar por el abatimiento de PM10, estimada en 41.73 dólares anuales, lo que es consistente con las hipótesis que tenían los autores sobre los signos de estas dos variables.

De este modo, este trabajo pretende aportar a la literatura una estimación para la valoración de áreas verdes urbanas a partir de un modelo de *Precios Hedónicos* de viviendas para un país en desarrollo para el cual no se cuenta con estudios de este tipo. Esta valoración se llevará a cabo tomando en cuenta la distinción por tipo de área verde –arboladas; deportivas y; con pastos y arbustos–. Además, se tomará en cuenta la correlación espacial que pudiera existir dentro del modelo. Por lo que se revisará el Índice de Moran para ver si existe la dependencia espacial. De

existir dicha dependencia, se realizarán pruebas del multiplicador de Lagrange que determinan cuál de los modelos espaciales –de rezago espacial o de error espacial– es el apropiado.

3. MODELO

Basado en el trabajo de Lancaster (1967), el cual indica que la única forma de conocer las cualidades intrínsecas de bienes individuales es moviéndonos a través de múltiples características que poseen, Rosen (1974) propone un modelo llamado *Precios Hedónicos*, el cual indica que cada atributo que compone un bien tiene un precio implícito que es revelado a los agentes económicos por los precios observados de productos diferenciados por cantidades específicas de características asociadas.

En el caso de las viviendas, el modelo de Rosen indica que cada vivienda estaría representada en el plano por $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$, en donde z_i es la medida de cada característica –que puede ser el número de cuartos, baños, distancia a centros de entretenimiento o laborales, distancia a amenidades–. Esto implica que en equilibrio cada consumidor escoge la vivienda con el conjunto de características que maximiza su utilidad a un precio $p(z) = p(z_1, z_2, \dots, z_n)$, el cual es función de las características, y, se define como los puntos en el plano donde se encuentran los productores y consumidores para comprar y vender un bien en relación al conjunto de características que contiene (Rosen, 1974). Para encontrar la disposición a pagar por cada atributo de la vivienda es interpretado como la derivada de la regresión hedónica con respecto a la característica (Follain y Jimenez, 1985).

Anteriormente, se habían mencionado los problemas que pueden surgir del método de *Precios Hedónicos*: la dependencia espacial y la diferenciación de la valorización dentro de la misma ciudad. Cuando el proceso generador de datos encuentra dependencia espacial surgen problemas con la consistencia e insesgadez de los estimadores (Liao y Wang, 2012; Koenker, 2005). Dado que es normal que en los modelos de *Precios Hedónicos* de viviendas haya dependencia espacial positiva, se espera que el Índice de Morán sea positivo y significativo. Después de hacer las pruebas correspondientes, se espera que el *modelo de rezago espacial* pueda ser usado. Más adelante se explicará la razón para usar este modelo en lugar del *modelo de error espacial*.

El modelo de econometría espacial base es el siguiente:

$$p = \lambda Wp + X\beta + \epsilon$$

En donde p es el vector de precios $N \times 1$. Los vectores de parámetros, $N \times 1$, a estimar son: λ y β ; dentro de X están todas las características de todas las viviendas (incluido el intercepto), por lo que es una matriz $N \times K$. El último término, ϵ , es el término de error; mientras que W es una matriz de pesos, usual en este tipo de modelos (Liao y Wang, 2012; Koenker, 2005), con la siguiente forma:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & \dots & w_{1N} \\ w_{21} & 0 & \dots & w_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N1} & w_{N2} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Donde w_{ij} representa la interdependencia espacial que existe entre las casas. Esta matriz debe ser cuadrada. A pesar de que no hay un consenso en la forma estándar que debe adoptar esta matriz, es habitual que se use una variable dicotómica, que se convierte en uno para las localidades que están contiguas, y en cero para las demás. Otra forma común de llenar esta matriz es con la distancia inversa de un punto a otro. Una práctica usual es dividir cada entrada (que representa una distancia) entre la totalidad de las distancias, para ponderarlas de igual forma (Pérez, 2006).

En lo que respecta a la variación en la valoración de los espacios abiertos urbanos, la regresión cuantílica será el método utilizado en este trabajo. Como ya se había mencionado, las regresiones locales ponderadas suelen ser útiles cuando existe segmentación de mercado. Este supuesto no se sostiene para el caso de la Ciudad de México. Las regresiones cuantílicas, además, permiten lidiar con más problemas. Por un lado, trabajan con toda la muestra y evitan los problemas de truncamiento (que tiene una regresión con una separación de la muestra). También evitan problemas de heterocedasticidad por *outliers* y de heterogeneidad no observada. Finalmente, otra ventaja de manejar una regresión cuantílica es que se pueden recuperar los estimadores para cualquier percentil de la muestra que se encuentren muy por encima o muy por debajo del efecto medio capturado por *MCO*.

Para realizar una regresión cuantílica se puede tomar cualquier punto en la distribución condicional, en lugar de estimar la media condicional, $E[y|x]$, como se hace por *MCO*. Es decir, el estimador para el cuantil q^{th} es aquel que minimiza la siguiente función objetivo:

$$\widehat{\beta}_q = \min_{\beta \in R^K} \left[\sum_{i \in \{i: y_i \geq x_i' \beta\}}^N q |y_i - x_i' \beta| + \sum_{i \in \{i: y_i < x_i' \beta\}}^N (1 - q) |y_i - x_i' \beta| \right]$$

Donde $q \in (0,1)$ es un cuantil arbitrariamente escogido, y K es el número de parámetros estimados. En términos generales, lo que hace la función objetivo es minimizar el valor absoluto de la suma ponderada de errores. Estos errores se ponderan de manera diferente, ya sean positivos o negativos (Uematsu, Khanal y Mishra, 2013).

Así, si un modelo de *Precios Hedónicos* de vivienda logra introducir la regresión espacial y la cuantílica conseguirá encontrar las disposiciones a pagar por las características de la casa en los extremos de la distribución de precios de las casas, superando los problemas de dependencia espacial. A mí mejor conocimiento, existen dos métodos para realizar una regresión cuantílica en un modelo de econometría espacial: una regresión cuantílica en dos etapas (2SQR, por sus siglas en inglés) y la regresión cuantílica instrumental (IVQR, por sus siglas en inglés). Básicamente, se puede decir que 2SQR se parece a una regresión por mínimos cuadrados en dos etapas; mientras que IVQR es asintóticamente equivalente a método general de momentos (Liao y Wang, 2012; Kostov, 2009). Como se mencionaba anteriormente, se usará un *modelo de rezago espacial* porque ninguna de estas dos metodologías se puede aplicar con un *modelo de error espacial* (Liao y Wang, 2012)

Por todo lo mencionado anteriormente, se ha decidido para este trabajo utilizar una regresión cuantílica espacial dentro de la estructura del modelo de *Precios Hedónicos*. Siguiendo a Liao y Wang (2012), el modelo se puede expresar de la siguiente manera:

$$p = \lambda_q W p + X \beta_q + \epsilon_q$$

En donde p es el vector de precios de las casas. El subíndice q indica el percentil correspondiente, λ_q junto con β_q son los parámetros a estimar, W es una matriz de pesos –que se compone de unos en el caso donde las casas se encuentren dentro del umbral sobre el cual tienen efecto, y ceros en otro caso– y X es la matriz que contiene los logaritmos de todas las características –estructurales, de vecindario y ambientales– que contiene cada casa. De acuerdo con Kuminoff, Parmeter y Pope (2010) un modelo doble-log encuentra estimadores con menor sesgo cuando existe el riesgo de tener una variable omitida o incluso cuando se usa una *proxy* para una variable. Además de resolver este problema, un modelo doble-log representa una

relación no lineal entre las variables ambientales y el precio de la vivienda, lo que es más realista que una relación lineal. Es decir el impacto en el precio de la vivienda va disminuyendo a medida que te alejas de la misma. Por tanto, este trabajo sigue una especificación doble-log.

Siguiendo a Liao y Wang (2012), se opta por el método 2SQR. Para llevar a cabo este modelo es necesario implementar dos etapas. En la primera etapa, la variable espacialmente rezagada, Wp , es tomada como variable dependiente contra las variables independientes espacialmente rezagadas, WX , así como las variables independientes X para un cuantil. De tal forma que la primera etapa queda como sigue:

$$Wp_q = \vartheta_q WX + X\phi_q + u_q$$

Con esta regresión se obtiene el valor ajustado, \widehat{Wp}_q . Éste valor sustituirá a Wp en el modelo espacial rezagado. En la segunda etapa se hace una regresión cuantílica para obtener los estimadores de interés para el mismo cuantil.

4. DATOS

Los datos usados en esta investigación tienen dos fuentes. Por un lado, se cuenta con los datos de áreas verdes urbanas (recopilados en el Inventario General de Áreas Verdes como se ha mencionado anteriormente). Mientras que por otro lado, se usaron datos sobre las características que tiene una muestra de viviendas representativas dentro de condominios de reciente construcción en la Ciudad de México. Tanto la ubicación de los condominios donde están las casas como de las áreas verdes urbanas se obtuvieron mediante SIG, por lo que se contará con una medición más precisa en las variables de interés, de acuerdo con Sander y Zhao (2015); y Kong, Yin y Nakagoshi (2007).

4.1 Datos de áreas verdes urbanas

El Inventario General de Áreas Verdes del Distrito Federal (IGAVDF) realizado por la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial de la misma entidad (PAOTDF) cuenta con 16 capas (una por delegación) en una proyección *Transverse Mercator* con un sistema de coordenadas *WGS_1984_UTM_Zone_14N*. En cada delegación se encuentra una división por

polígonos –cuya extensión mínima es de 50m²- que están clasificados en: áreas deportivas; áreas arboladas y; pastos y arbustos.

En el cuadro 2 se pueden apreciar los principales resultados del estudio realizado por la PAOTDF –nótese que no se incluye la delegación Milpa Alta ya que no cuenta con suelo urbano, y en su totalidad se considera suelo de conservación–.

Delegación	Suelo urbano (metros cuadrados)	Área deportiva (metros cuadrados)	Arbolado (metros cuadrados)	Pastos y arbustos (metros cuadrados)	Total de áreas verdes (metros cuadrados)	Porcentaje de área verde
Álvaro Obregón	61,120,000.00	281,056.58	12,525,359.53	4,610,895.08	17,417,311.20	28.50
Azcapotzalco	33,510,000.00	329,830.72	3,640,154.66	486,625.88	4,456,611.26	13.30
Benito Juárez	26,510,000.00	40,692.03	2,860,399.69	52,188.61	2,953,280.34	11.14
Coyoacán	54,010,000.00	701,856.48	11,301,298.27	2,877,672.48	14,880,827.24	27.55
Cuajimalpa	15,080,000.00	13,294.51	1,706,629.74	1,620,377.35	3,340,301.61	22.15
Cuauhtémoc	32,670,000.00	41,225.21	3,165,788.83	455,109.32	3,662,123.37	11.21
G. A. M.	87,290,000.00	996,169.68	5,660,407.49	2,997,847.41	9,654,424.58	11.06
Iztacalco	23,120,000.00	369,992.22	1,748,991.62	766,211.34	2,885,195.18	12.48
Iztapalapa	113,370,000.00	1,028,610.87	5,325,831.69	5,882,518.59	12,379,572.18	10.92
Magdalena C.	14,080,000.00	13,625.32	2,439,090.61	475,719.24	2,928,435.18	20.80
Miguel Hidalgo	47,690,000.00	222,749.51	12,439,308.17	2,011,555.83	14,673,613.52	30.77
Tláhuac	19,170,000.00	356,697.09	783,931.93	805,149.27	1,945,778.29	10.15
Tlalpan	48,290,000.00	224,364.48	9,038,889.72	1,816,479.86	11,079,734.07	22.94
Venustiano C.	33,870,000.00	320,771.35	2,631,040.19	3,092,274.56	6,044,086.12	17.84
Xochimilco	22,900,000.00	145,401.96	2,790,732.02	1,766,665.96	4,741,030.76	20.70
Total	632,680,000.00	5,086,338.01	78,057,854.16	29,717,290.78	113,042,324.90	17.87

Fuente: Inventario General de Áreas Verdes del D.F. (2010) y PAOTDF (2010)

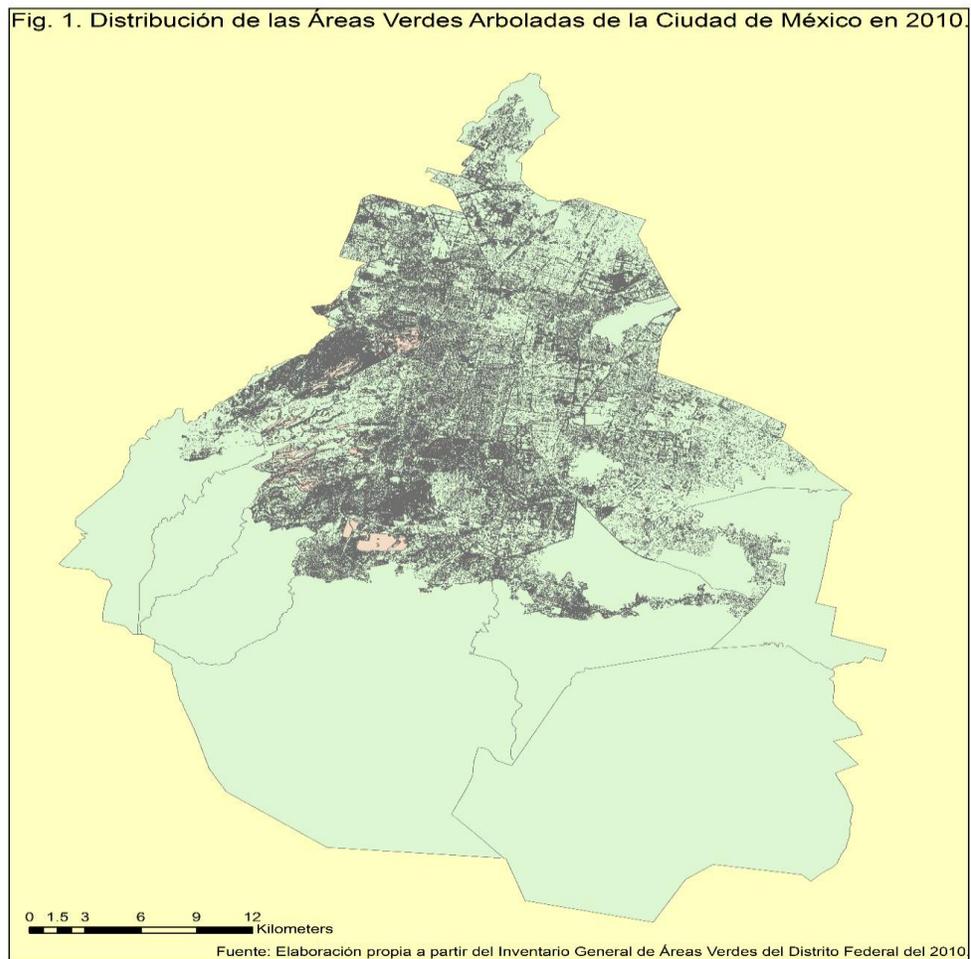
*La clasificación de las áreas verdes urbanas, para la PAOTDF, se divide en áreas deportivas, áreas arboladas y; pastos y arbustos

En el cuadro 2, se puede apreciar que la Ciudad de México cuenta con más de 113 millones de metros cuadrados de áreas verdes, de los cuales 78 millones están clasificados como área verde arbolada; mientras que casi 30 millones son pastos y arbustos; y el resto (5 millones) pertenecen a áreas deportivas. En total, las áreas verdes urbanas cubren un 17.86% del suelo urbano de la capital mexicana. A nivel de delegaciones, se observa que la delegación Álvaro Obregón es la que tiene una mayor extensión de áreas verdes con más de 17 millones de metros cuadrados, seguido de Coyoacán, Miguel Hidalgo, Iztapalapa y Tlalpan, respectivamente. En contraparte, la delegación con una menor extensión de áreas verdes urbanas es Tláhuac, con casi 2 millones de metros cuadrados, seguida de Iztacalco, Magdalena Contreras, Cuajimalpa y Cuauhtémoc, respectivamente.

Sin embargo, en términos porcentuales, las delegaciones con mayor proporción de espacios abiertos urbanos son: Miguel Hidalgo (30.77%), Álvaro Obregón (28.50), Coyoacán (27.55%), Tlalpan (22.94%) y Cuajimalpa (22.15%). Mientras que las delegaciones que tienen una menor cantidad de territorio como área verde son: Tláhuac (10.15%), Iztapalapa (10.92), Gustavo A. Madero (11.06%), Benito Juárez (11.14%) y Cuauhtémoc (11.21%). Se puede apreciar que delegaciones como Cuajimalpa, tienen una alta proporción de áreas verdes en su territorio, a

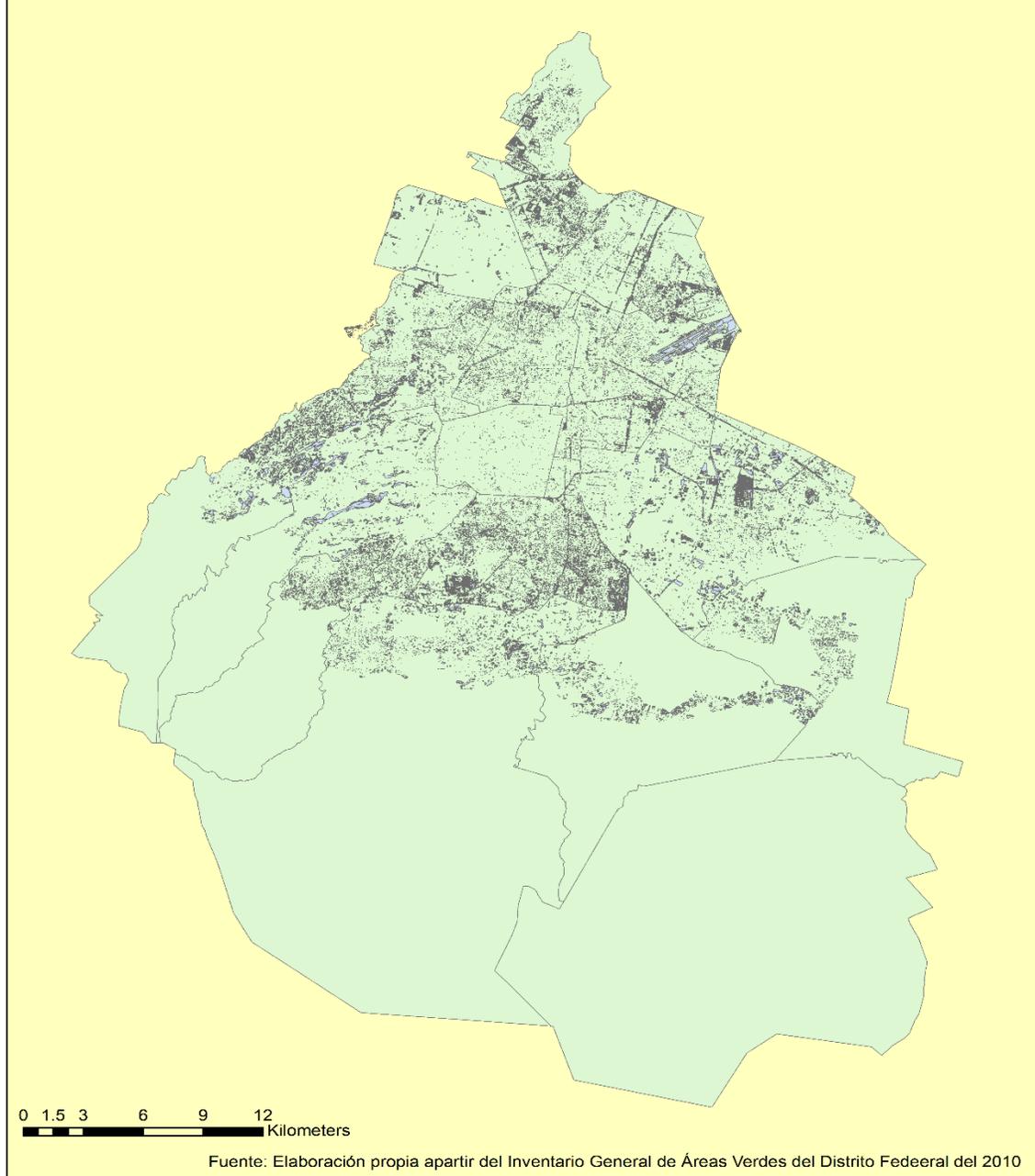
pesar de tener una extensión de áreas verdes relativamente menor. En caso contrario, la delegación Iztapalapa tiene una de las mayores extensiones de área verde urbana, pero sólo cubren poco más del 10% de su territorio.

En la figura 1 se puede ver la distribución de áreas verdes arboladas dentro de la Ciudad de México. Como se mencionaba con anterioridad, se cuenta con un gran número de observaciones para este tipo de área verde (199,273), que en total tienen un área de poco más de 78 millones de metros cuadrados. El tamaño promedio de estos espacios es de 391.71 metros cuadrados.



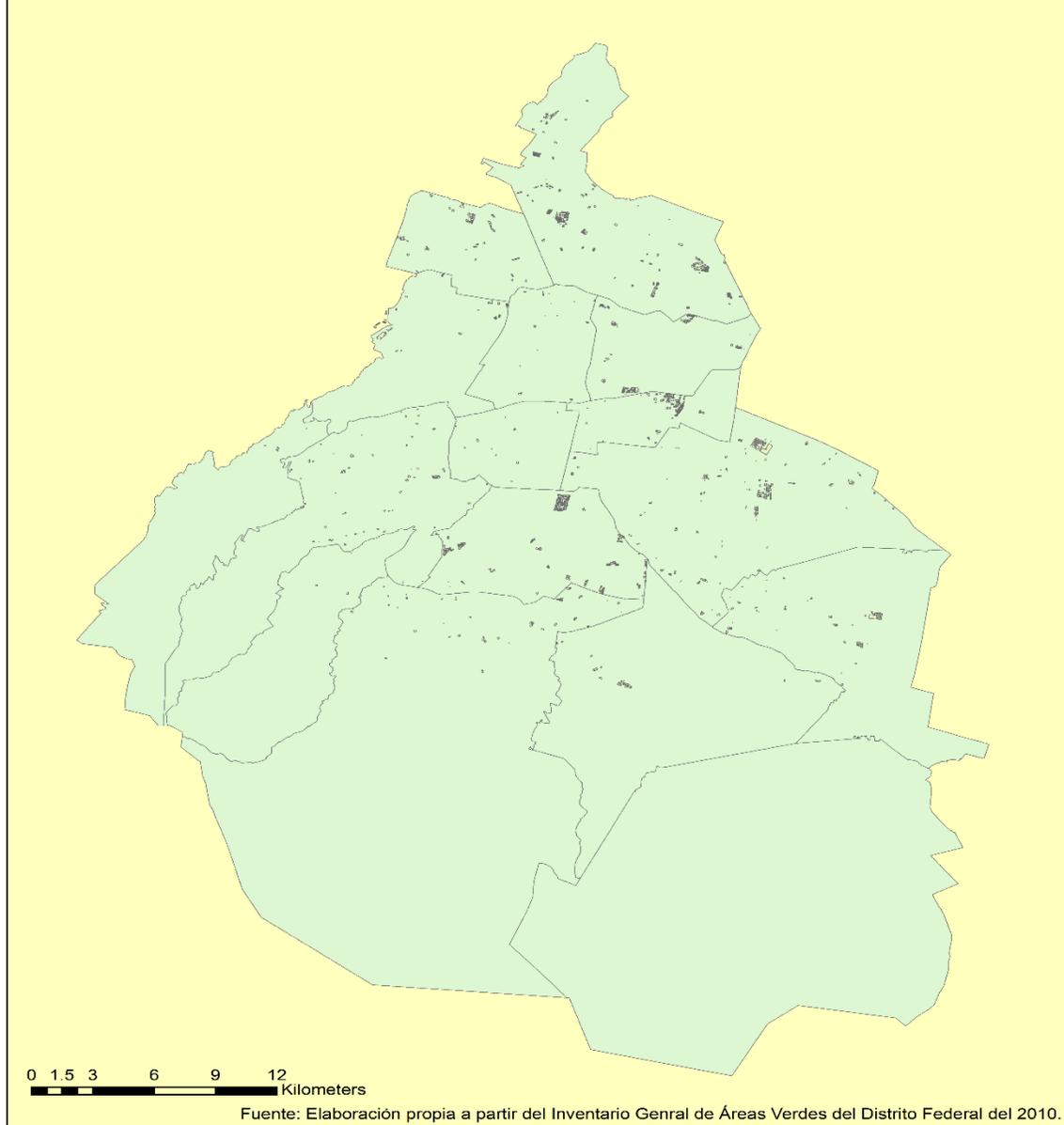
En segundo lugar, en términos de extensión y número de espacios abiertos, están las áreas con pastos y arbustos con 61,167 espacios. En cuanto a extensión territorial, este tipo de área verde cuenta con casi 30 millones de metros cuadrados. Mientras que el tamaño promedio de este tipo de área es de 485 metros. En la figura 2 se puede apreciar su distribución en la capital mexicana.

Fig. 2. Distribución de las Áreas Verdes con Pastos y Arbustos de la Ciudad de México en 2010.



Finalmente, están las áreas deportivas, que cuentan con una cantidad mucho menor (1,261), y apenas alcanzan una extensión de 5 millones de metros cuadrados. El tamaño promedio de las áreas deportivas es de 4,033 metros, muy por encima del promedio de los demás tipos de áreas. La distribución de este tipo de espacios se muestra en la figura 3.

Fig. 3. Distribución de las Áreas Verdes Deportivas de la Ciudad de México en 2010.



De acuerdo con las investigaciones, sobre *Precios Hedónicos* que se han desarrollado hasta ahora, y con los datos disponibles para la Ciudad de México, este modelo incluirá seis variables ambientales. Tomando en cuenta la distancia más cercana entre una casa a un área verde no tiene sentido que todas los espacios abiertos afecten el precio de todas las casas de la muestra. Por esta razón, se consideró la distancia promedio a todas las áreas verdes de cada tipo (arbolada; deportiva y; con pastos y arbustos) que se encuentren dentro del radio en el que se estableció

que dichas áreas tenían un efecto sobre el precio de las viviendas. En el apartado de estimación se explicará cómo se obtuvo dicho umbral. De manera análoga se usó el tamaño promedio para cada tipo de área verde. En el cuadro tres se pueden observar las estadísticas descriptivas de estas variables.

4.2 Datos sobre viviendas

Además de las variables ambientales, se usó una base de datos confidencial obtenida de Softec, una empresa dedicada a la consultoría e investigación inmobiliaria. Cabe mencionar que los datos se refieren a la vivienda representativa de diferentes condominios para el año 2010. Dicha base es tomada de desarrollos inmobiliarios, por lo que se trata de viviendas nuevas. Por lo que los resultados del análisis sólo son representativos para casas que se encuentran dentro de este segmento de mercado. De manera adicional, el Banco Mundial se encargó de hacer la georreferenciación a nivel condominio. Esta georreferenciación se hizo en una proyección *Transverse Mercator* con un sistema de coordenadas *NAD_1983_2011_UTM_Zone_13N*.

Es importante señalar que debido a no ser una muestra representativa de las viviendas que se encuentran en la Ciudad de México –ya que se trata de condominios relativamente nuevos que no habían terminado de vender todas las unidades disponibles en ese momento–, se puede encontrar un sesgo al alza en los estimadores. Debido al hecho de que se trata sólo de viviendas nuevas. Sin embargo, también es cierto que no existe otra muestra de viviendas para la ciudad con georreferenciación que permitiera hacer este estudio. Además de que se cuenta con la ventaja de que la base de datos tiene una considerable cantidad de características para cada observación.

La muestra cuenta con 872 viviendas ubicadas dentro del Distrito Federal, de la que se obtuvieron variables que pueden ser catalogadas como estructurales y de vecindario. Entre las variables estructurales se encuentran: el área medida en metros cuadrados, el número de baños y cinco variables binarias. Una indica si la vivienda cuenta con terreno adicional al construido. Mientras que las otras cuatro variables dicotómicas indican de qué tipo de vivienda estamos hablando –puede ser social, media, residencial y residencial plus–. Las variables de vecindario incluyen: la distancia a la estaciones de metro y metrobús más cercanas y dos variables binarias. Una de ellas indica si el condominio donde se encuentra la casa tiene alberca o no; y la otra indica si existe un área verde dentro del condominio o no.

En el cuadro 3 se muestran las estadísticas descriptivas de las variables mencionadas en el párrafo anterior.

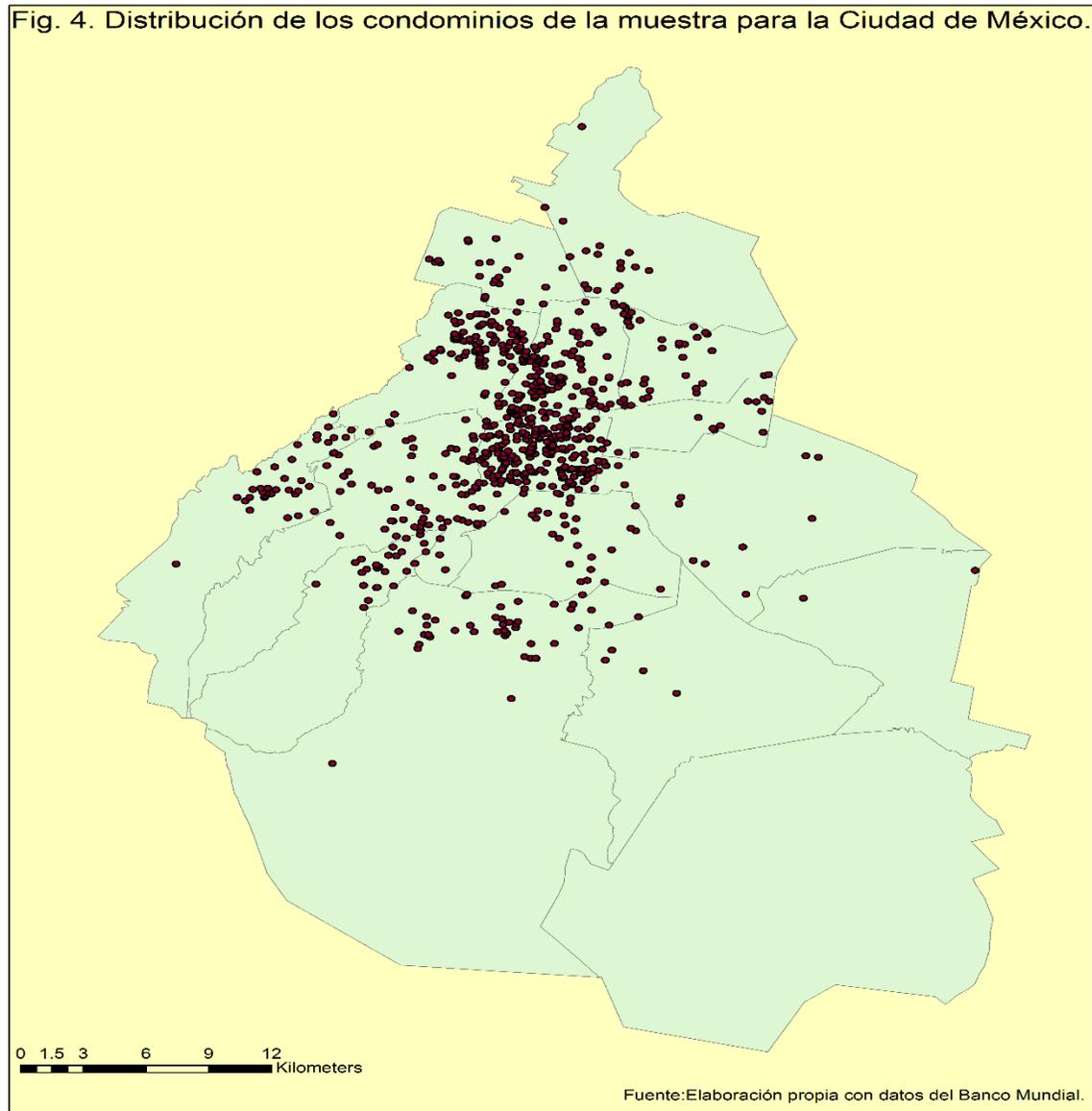
Cuadro 3. RESUMEN DE LAS VARIABLES					
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIA	DESV. STD.	MIN	MAX
Var. Dependiente					
Precio	Precio de la vivienda (\$)	2,431,708.69	2,177,634.01	293,000.00	16,875,000.00
Var. Independientes					
Estructurales					
Baños	Número de baños que tiene la vivienda	1.99	0.80	1	4.5
Área	Superficie en metros cuadrados de la construcción	118.56	86.61	37	649
Terreno	Variable binaria que indica si la vivienda cuenta con terreno (sí=1, no=0)	0.15		0	1
Viv. Económica	Variable binaria que indica si la vivienda es Económica (sí=1, no=0)	0.02		0	1
Viv. Media	Variable binaria que indica si la vivienda es de tipo Media (sí=1, no=0)	0.31		0	1
Viv. Residencial	Variable binaria que indica si la vivienda es de tipo Residencial (sí=1, no=0)	0.24		0	1
Viv. Residencial Plus	Variable binaria que indica si la vivienda es de tipo Residencial Plus (sí=1, no=0)	0.42		0	1
De vecindario					
Alberca	Variable binaria que indica si el condominio cuenta con alberca (sí=1, no=0)	0.13		0	1
Área Verde	Variable binaria que indica si el condominio cuenta con área verde (sí=1, no=0)	0.35		0	1
Dist. Est. Metro	Distancia a la estación del metro más cercana	2,226.13	2,878.31	45.02	15,657.62
Dist. Est. Metrobús	Distancia a la estación de metrobús más cercana	2,630.21	2,678.85	13.46	14,822.44
Ambientales					
Dist. A. V. Arboladas	Distancia promedio a las áreas verdes arboladas	236.40	296.23	136.05	7,151.09
Dist. A. V. Pastos y arb.	Distancia promedio a las áreas verdes con pastos y arbustos	243.42	300.24	38.30	7,135.28
Dist. A. V. Deportivas	Distancia promedio a las áreas verdes deportivas	831.61	663.03	51.47	7,933.82
Tam. A. V. Arboladas	Tamaño promedio de las áreas verdes arboladas	1,167.41	6,050.30	54.57	82,409.16
Tam. A. V. Pastos y arb.	Tamaño promedio de las áreas verdes con pastos y arbustos	355.12	577.08	51.84	7,451.94
Tam. A. V. Deportivas	Tamaño promedio de las áreas verdes deportivas	4,241.12	7,575.60	50.37	161,560.06

En el cuadro 3 se puede apreciar que la variable dependiente, el precio de la vivienda, tiene una desviación estándar muy elevada (poco más de dos millones de pesos) para los caso dos millones y medio de pesos que representa la media. Esto se debe a la gran dispersión hay en los precios –lo cual puede verse por la diferencia entre la casa más barata y la más cara, que es de más de quince millones y medio de pesos–.

Dentro de las variables estructurales, del cuadro 3 se puede apreciar que el promedio de baños en las viviendas de la muestra es de dos por cada casa. Asimismo, se puede apreciar que el área promedio en las casas es de casi 120 metros cuadrados con una desviación estándar de casi noventa metros cuadrados, lo que indica cierta dispersión en la muestra. Se puede apreciar que sólo el quince por ciento de las viviendas cuentan con un terreno adicional al área construida; lo que puede ser un indicador de la falta de espacio en la ciudad para construir casas con este atributo. En lo que respecta al tipo de vivienda, se puede ver que sólo el dos por ciento de la muestra es una vivienda económica, mientras que el treinta y uno por ciento es de tipo de vivienda media, el veinticuatro por ciento corresponden a viviendas de tipo residencial y, el cuarenta y dos por ciento son viviendas clasificadas como residencial plus.

En lo concerniente a las variables de vecindario, se aprecia en el mismo cuadro que el trece por ciento de las casas están en un condominio donde hay alberca, por lo que el ochenta y tres por ciento restantes no cuentan con este atributo. Además, un treinta y cinco por ciento de las viviendas se encuentran en un condominio con un área verde dentro del mismo. Asimismo, se puede apreciar que la dispersión en cuanto a la cercanía de las casas a alguna estación de metro o metrobús es demasiada, ya que en ambos casos la desviación estándar es mayor al promedio. Por último, del mismo cuadro se observa, que en promedio para cualquier tipo de área verde, las casas tienen más cerca cualquier tipo de área verde que alguna estación de metro o metrobús. Pero, dentro de estos espacios abiertos, son las áreas deportivas las que se encuentran más alejadas; toda vez que se encuentran, en promedio, a casi poco más de 830 metros comparado con los 240 metros que se encuentran los otros dos tipos de áreas verdes (arboladas y, con pastos y arbustos). Al mismo tiempo, se puede apreciar que las áreas deportivas son las más grandes, ya que en promedio cuentan con más de cuatro mil metros cuadrados, contra poco más de mil metros cuadrados de las áreas arboladas y casi trescientos sesenta metros cuadrados de las áreas con pastos y arbustos.

En la figura 4 que se muestra a continuación se puede observar la distribución de los condominios georreferenciados de la muestra de viviendas en la Ciudad de México. Se puede apreciar que muchas de las observaciones se encuentran en el centro de la ciudad.



5. ESTIMACIÓN

Para asegurarnos que se puede incorporar el *modelo de rezago espacial* se revisó el Índice de Morán. Dicho indicador resultó de 2.1717 con una probabilidad de 0.02, mientras que el multiplicador de Lagrange para el modelo de rezago espacial dio 2.9124 con una probabilidad de 0.08. Aunque el multiplicador es marginalmente más significativo para el *modelo de error*

espacial (con una probabilidad de 0.055), debido a la metodología que se aplicará se decidió por el *modelo de rezago espacial*.

Para la estimación del modelo, se necesita crear la matriz de pesos W . Siguiendo a Liao y Wang (2012), sea d_{ij} la distancia del condominio i al condominio j en kilómetros. $\forall i, j \in \{1, \dots, N\}$, tenemos:

$$w_{ij} = \frac{z_{ij}}{s_i}$$

Donde

$$z_{ij} \begin{cases} e_{ij}^{-d} & \text{si } d_{ij} \leq 0.27 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Y

$$s_i = \sum_{j=1}^N z_{ij}$$

Se ensayaron varios umbrales y se eligió 0.27km porque fue el umbral donde fue la primera donde se encontró dependencia espacial, ya que el Índice de Morán así lo indicaba. Es importante destacar que este umbral equivale a dos manzanas.

Después de eso, es importante definir la forma funcional del modelo. Basándonos en la idea de que la relación entre las variables ambientales y los precios de las viviendas no puede ser lineal (Bengochea, 2003). Esto implicaría que de ser negativa la relación entre la distancia a un área verde y el precio de la vivienda, encontrarse al doble de distancia elevaría el precio de la casa también al doble, lo que no es un supuesto realista. Por lo tanto, se usarán los logaritmos de las variables independientes. Aunado a esto, se usará el logaritmo de la variable dependiente para facilitar la interpretación de los estimadores –que en este caso sería la elasticidad precio de la demanda–.

El siguiente paso, consiste en determinar el radio adecuado sobre el cual tiene efecto un área verde sobre los precios de las casas. Debido a la naturaleza de la base de datos de áreas verdes (se cuenta con más de 250,000 áreas verdes de los tres tipos), como del área de estudio (que son prácticamente 1,500 km²), no se puede tomar la distancia a todas las áreas verdes desde cada casa. Además, tomando en cuenta el área de estudio, hay áreas verdes que están a 20,000 metros de distancia de algunas casas. Es decir, no tendría sentido pensar que estos espacios verdes urbanos tan alejados afectan el valor de una casa ubicada a esta distancia.

Por lo tanto se decidió que el área sobre la que tenían afectación las áreas verdes sería el Área GeoEstadística Básica (AGEB) promedio en la Ciudad de México. Para lo anterior, se buscó el dato del área promedio de los AGEB's. Luego, asumiendo que dichas áreas tienen una forma circular, se obtuvo el radio del AGEB promedio, y se estableció una circunferencia con radio de 320 metros. Y todos los espacios abiertos que se encontraban dentro de este radio se tomaron en cuenta para cada vivienda. Para la estimación se tomó en consideración el promedio de las distancias a todas las áreas verdes dentro de la circunferencia anteriormente mencionada. Así para cada tipo de área verde. En el caso de las casas que no tuvieran ningún área verde dentro de ese perímetro, se consideró, únicamente, la más cercana, sin importar la distancia a la que se encontraba. Para el dato del tamaño del área verde se siguió la misma lógica.

El paso siguiente es realizar cuatro regresiones para comparar sus resultados. En la primera se hará una regresión únicamente con las variables de interés (*MCO1*). Después se hará una regresión controlando por las variables estructurales y de vecindario, pero sin asumir dependencia espacial (*MCO2*). La tercera, será una regresión que incluye la dependencia espacial (*Reg. Espacial*). Finalmente, se realizará una regresión espacial cuantílica como se describe en la sección tres del trabajo. Para ver la variación de la valoración de las áreas verdes urbanas de los habitantes, se hará una regresión cuantílica por cada percentil escogido.

6. RESULTADOS

En primer lugar, revisaremos los resultados de las variables de interés para los modelos *MCO1*, *MCO2* y *Reg. Espacial*. Se puede apreciar en el cuadro 4 que en la regresión *MCO1* cuatro de las seis variables de interés son significativas al 95 y 99 por ciento. El tamaño de las áreas verdes arboladas, así como el tamaño de las áreas deportivas tienen un impacto positivo y significativo al 99%. Asimismo, la distancia a las áreas con pastos y arbustos resultó negativa (con significancia al 99%), mientras que la distancia a las áreas deportivas resultó positiva (con significancia al 95%). Las dos variables que no resultaron significativas desde este modelo son: el tamaño de las áreas deportivas y la distancia a las áreas arboladas. Es importante señalar que estos estimadores están sesgados debido a la omisión de variables importantes que explican el precio de las viviendas.

Cuadro 4. Resultados de las variables de interés con MCO1, MCO2 y Reg. Espacial.

	<u>MCO 1</u>	<u>MCO 2</u>	<u>Reg. Espacial</u>
Constante	11.78***	10.32969***	10.29***
Tam. Arboladas	0.2694***	0.0181514**	0.018**
Tam. Pastos y arb.	-0.004	-0.0074532	-0.006
Tam. Deportivas	0.007	-0.0025761	-0.002
Dist. Arboladas	0.394***	-0.0178284	-0.020
Dist. Pastos y arb.	-0.269***	-0.0281487	-0.026
Dist. Deportivas	0.08**	0.0259682**	0.025**

En el mismo cuadro 4, en la segunda y tercera columna se muestran los resultados de las variables de interés cuando se toman cuenta los controles. Los coeficientes estimados cambian notablemente con respecto a la columna uno. Por un lado, muchas de ellas dejan de ser significativas al explicar los precios de las viviendas. Es decir, que una vez controlando por las variables estructurales y de vecindario, características como distancia a áreas verdes con pastos y arbustos, o a áreas arboladas; así como el tamaño de las áreas verdes deportivas y de las que tienen pastos y arbustos, no influyen de manera significativa a la variación de los precios de viviendas en la Ciudad de México. En contraparte, hay dos variables que sí explican, de manera significativa, los precios de las casas: el tamaño de las áreas verdes arboladas y la distancia a las áreas deportivas. Ambas son significativas al 95%.

Primeramente, un incremento del uno por ciento en el tamaño del área verde cercana incrementa un 0.018% en valor de la vivienda (para los dos modelos que incluyen controles). Este resultado concuerda con la mayor parte de los estudios realizados por *Precios Hedónicos* de vivienda, que indican que existe una valoración por parte de los habitantes hacia el tamaño de las áreas verdes. Sin embargo, el resultado de las áreas deportivas no tiene el signo que se esperaba, toda vez que estar un uno por ciento más lejos de un área deportiva incrementa su valor en un 0.025%. Es decir, en lugar de una valoración por ese tipo de áreas, las personas las consideran como una desamenidad, y prefieren estar lejos. De acuerdo con Aminzadeh, Behnaz y Afshar, Dokhi (2004), la sola idea de la existencia de delincuentes es la principal razón para que los espacios urbanos no sean atractivos para el público. De este modo, el coeficiente positivo de la distancia a un área deportiva se debería a la idea de inseguridad que se asocia a estos lugares. Otra posible razón, según Wolfe, Mary K. y Mennis, Jeremy, (2012), es que un área verde descuidada y

desordenada en un vecindario refleja un desorden social, lo que promueve la percepción de inseguridad entre los vecinos.

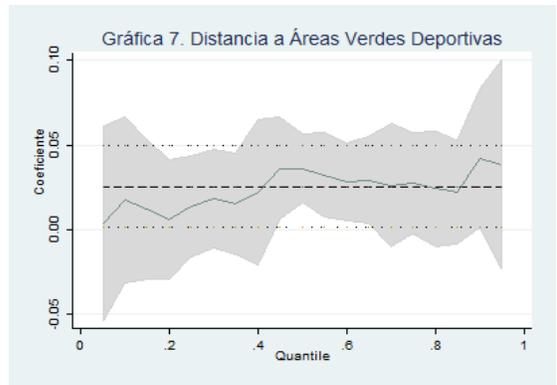
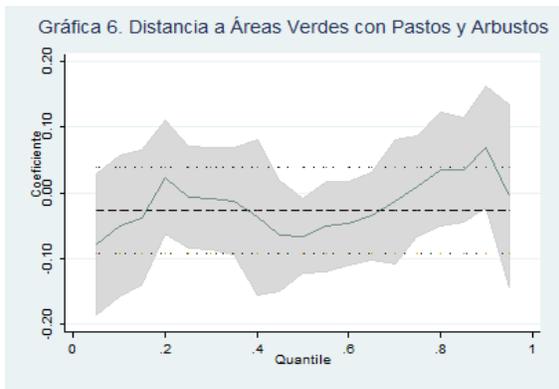
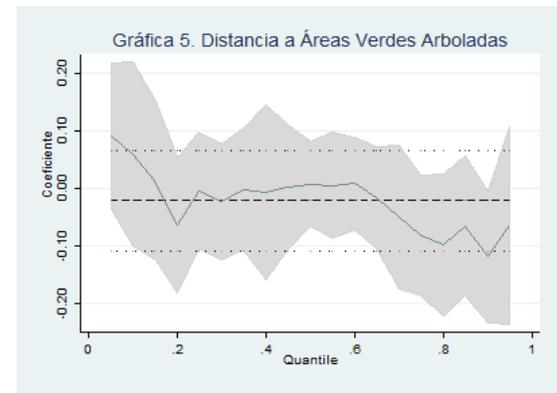
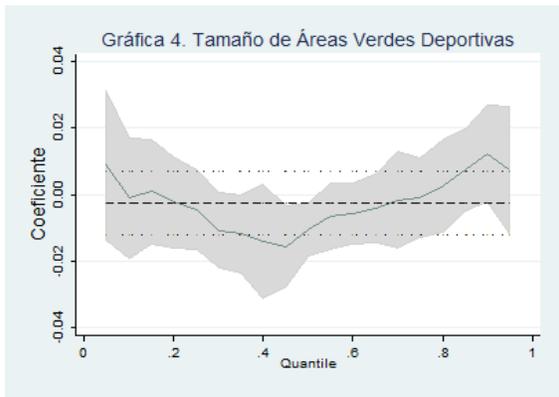
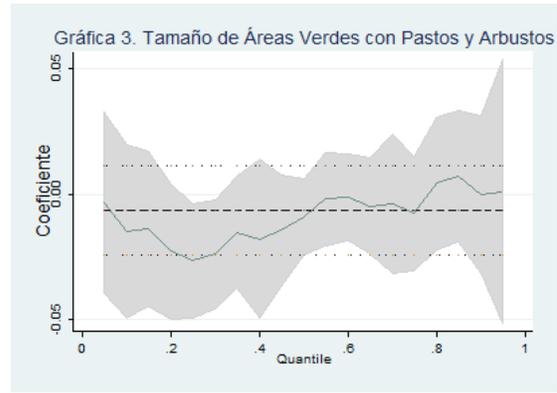
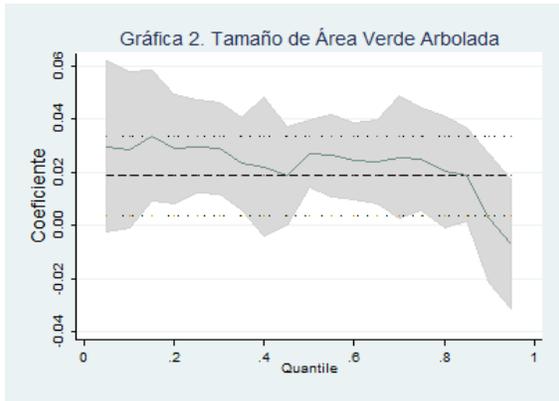
Cuadro 5. Resultados de las variables estructurales y de vecindario con MCO2 y Reg. Espacial.

	<i>MCO 2</i>	Reg. Espacial
Baños	0.0364908**	0.036**
Área	0.8301002***	0.832***
Terreno	-0.2304499***	-0.224***
Viv. Media	0.3171516***	0.308***
Viv. Residencial	0.6345002***	0.620***
Viv. Res. Plus	0.9007544***	0.883***
Dist. Est. Metro	-0.0175715**	-0.016**
Dist. Est. Metrobús	-0.0293521***	-0.028***
Alberca	0.2139105***	0.211***
Área verde	0.0228792	0.023
Dep. espacial		0.001*

Nota: la variable dependiente es el logaritmo del precio de las viviendas; la muestra es de 872 viviendas; * es significativo al 10%; ** es significativo al 5%; *** es significativo al 1%. Las R^2 de *MCO1*, *MCO2* y *Reg. Espacial* son 0.16, 0.91 y 0.92, respectivamente.

En lo correspondiente a las variables de control, en el cuadro 5 se puede ver que se comportan en términos generales de acuerdo a lo esperado. Tanto las variables de vecindario como las estructurales muestran los signos esperados. Además, todas son significativas al menos al 95%, con excepción de la existencia de área verde dentro del condominio. Finalmente, se puede apreciar en la última columna del cuadro 5 que la dependencia espacial es positiva y significativa al 90%. Esto indica que si el precio de la vivienda se incrementa, también lo harán las casas cercanas.

Finalmente, en las siguientes gráficas se puede apreciar los resultados para las variables ambientales del análisis cuantílico. Para todas las gráficas de las variables de interés, los intervalos de confianza del análisis cuantílico se cruzan con los intervalos de confianza de *MCO*, en todos los percentiles. Por esta razón se puede asumir que los estimadores de las variables de interés con significancia obtenidos mediante la regresión cuantílica no son distintos a los obtenidos por *MCO*—o en este caso una regresión espacial— y se mantienen constantes a lo largo de toda la muestra.



Los resultados son similares para las variables de control (las estructurales y las de vecindario). Es decir, para ninguna de las variables los resultados de la regresión cuantílica no son estadísticamente distintos a realizar *MCO*. En el anexo se pueden observar los resultados tanto de la regresión como las gráficas del análisis cuantílico para todas las variables, incluida la que indica la dependencia espacial.

7. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación sugieren que, una vez que se controla por características estructurales y de vecindario, la distancia a las áreas verdes arboladas y los espacios que tienen pastos y arbustos no es significativa para explicar el precio de las viviendas que pertenecen a condominios. Del mismo modo, el tamaño de áreas deportivas, así como áreas con pastos y arbustos no son significativas. De esta manera, el conocimiento de la valoración que se tiene por las áreas verdes urbanas tiene una gran utilidad para planear la distribución que pueda ser aprovechada mejor por los habitantes.

Otra conclusión es que no se encontró, dentro de este trabajo, una diferenciación estadística entre el análisis cuantílico y una regresión espacial. Por esta razón, se puede decir que los estimadores se mantienen constantes para toda la muestra. Queda pendiente para futuros trabajos utilizar modelos no paramétricos, para seguir explorando la variación de la estimación por áreas verdes urbanas dentro de la Ciudad de México.

Por otra parte, el tamaño de las áreas verdes arboladas tiene un impacto positivo y significativo, lo que puede dar una pista de hacia dónde enfocar los recursos del erario público: al reasignamiento de algún tipo de área verde a áreas arboladas. En otras palabras, si los habitantes tienen una preferencia por espacios arbolados, y a causa de lo complicado que sería desarrollar nuevos espacios con estas características, se podrían incluir árboles en las áreas con pastos y arbustos e, incluso, sembrar árboles en las áreas deportivas. De este modo, se estaría mejorando el bienestar de las personas.

Otra conclusión interesante parte del hecho de la valoración negativa que se tiene para las áreas deportivas. A través de la literatura se ha demostrado consistentemente que los espacios abiertos urbanos de este tipo suelen valorarse de manera positiva. Por lo que este resultado, parece ir contra la teoría. Como ya se mencionó anteriormente, una posible explicación puede ser la percepción de inseguridad que existe hacia los espacios abiertos que se pueden prestar para la facilitación de los delitos; o en su defecto para incrementar la percepción de que se está cometiendo o se podría cometer un delito. De este modo, el valor negativo implica que se ve como una desamenidad este tipo de áreas verdes delincuentes (Kuo y Sullivan, 2001; Aminzadeh y Afshar, 2004; Wolfe y Mennis, 2012; Fleming, Manning y Ambrey, 2016).

Esta última conclusión tiene implicaciones de planeación política, sobre todo para las ciudades que pretenden pasar a ser ciudades verdes (Wolfe y Mennis, 2012). A causa de esto, una posible

propuesta de política pública radicaría en verificar si las condiciones en que se encuentran este tipo de área verde de verdad ponen en riesgo la integridad de los posibles visitantes. Y en caso afirmativo, crear un programa que pueda mejorar dichas condiciones. De acuerdo con Aminzadeh, Behnaz y Afshar (2004), para disminuir el efecto negativo que pudieran tener las áreas verdes se deben seguir estrategias como cambio de paisaje, incrementar actividades que involucren a la comunidad, controlar la entrada, incrementar la cantidad de seguridad policiaca, así como cercar los parques. La idea del autor es atraer más gente para lograr que los delincuentes vean restringido su margen de maniobra, y que al mismo tiempo se reduzca la percepción de inseguridad. Incluso la vigilancia podría darse entre los mismos vecinos. Lo importante para los diseñadores de espacios externos es construir una relación apropiada entre seguridad, interacción positiva social y el diseño del parque (Aminzadeh, Behnaz y Afshar, Dokhi, 2004). Para que de este modo se asegure que los impactos de las áreas verdes sean positivos en la salud y bienestar de los ciudadanos (Ieming, Manning y Ambrey, 2016).

8. REFERENCIAS

- Aminzadeh, Behnaz y Afshar, Dokhi, (2004), *Urban parks and addiction*, Journal of Urban Design, 9:1, 73-87.
- Bengochea Morancho, Aurelia (2003), *A hedonic valuation of urban Green areas*, Landscape and Urban Planning 66 (2003), 35-41.
- Brander, Luke M.; Koetse, Mark, J. (2011). The value of urban open space: Meta-analyses of contingent valuation and hedonic pricing results. Journal of Environmental Management 92, pp. 2763-2733.
- Champ, Patricia A.; Boyle, Kevin J. y Brown, Thomas C. (2003), *A primer on Nonmarket Valuation*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 331-364.
- Fleming, Christopher M.; Manning, Mattheew y Ambrey, Christopher L., (2016), *Crime, greenspace and life satisfaction: An evaluation of the New Zealand experience*. Landscape and Urban Planning, 149 (2016), 1-10.
- Flores-Xolocotzi, Ramiro (2012), *Incorporando desarrollo sustentable y gobernanza a la gestión y planificación de áreas verdes urbanas*, Frontera Norte, vol. 24, num 48, julio-diciembre de 2012, pp 163-190.

- Follain, James R.; Jimenez, Emmanuel (1985). *Estimating the demand for housing characteristics: A survey and critique*. Regional Science and Urban Economics 15(1985), pp. 77-107.
- Gobierno del Distrito Federal, GDF (2012) <http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/media/Agenda2012/Paginas/1.11.pdf>.
- González de Canales, Carlos Priego (2009) *Áreas verdes en las ciudades*, Revista Ambiente, Instituto de Estudios Sociales IESA-CSIC, <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Priego.htm>.
- Gonzalez, Fidel; Leipnik, Mark; Mazumder, Diya (2013) *How much are urban residents in Mexico willing to pay for cleaner air?* Environment and Development Economics, 18, 354-379.
- Kong, Fanhua; Yin, Haiwei; Nakagoshi, Nobukazu (2007), *Using GIS and landscape metrics in the hedonic Price modeling of the amenity value of urban Green space: A case study in Jinan City*, Landscape and Urban Planning 79 (2007), 240-252.
- Krekel, Christian; Kolbe, Jens; Wüstenmann, Henry (2016) *The greener, the happier? The effect of urban land use on residential well-being*, Ecological Economics, 121 (2016), 117-127.
- Koenker, Roger (2005). *Quantile Regression*. Cambridge University Press.
- Kong, Fanhua; Yin, Haiwei; Nakagoshi, Nobukazu (2007), *Using GIS and landscape metrics in the hedonic Price modeling of the amenity value of urban Green space: A case study in Jinan City*, Landscape and Urban Planning 79 (2007), 240-252.
- Kostov, Philip (2009). *A spatial quantile regression hedonic model of agricultural land prices*. Spatial Economic Analysis, 4:1, 53-72.
- Krause, Andy L.; Bitter, Christopher (2012), *Spatial econometrics, land values and sustainability: Trends in real estate valuation research*, Cities 29 (2012), 519-525
- Kuminoff, Nicolai V., Parmeter, Christopher F., Pope, Jaren C. (2010), *Which hedonic models can we trust to recover the marginal willingness to pay for environmental amenities?*, Journal of Environmental Economics and Management, 60 (2010), 145-160.
- Kuo, Frances E. y Sullivan, William C. (2001), *Environment and crime in the inner city. Does vegetation reduce crime?*. Environment and Behavior, Vol. 33, No 3, May 2001, 343-367.

- Lancaster, Kelvin J. (1966). *A new approach to consumer theory*. The journal of Political Economy, vol. 74, No. 2. April, 1966, pp. 132-157.
- Legget, Christopher G.; Bockstael, Nancy E. (1999) *Evidence of the effects of wáter quality on residential lands prices*, Journal of Environmental Economics and Management, 39 (2000), 121-144.
- Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal (LAPTFDF, 2014).
- Liao, Wen-Chi; Wang, Xizhu (2012), *Hedonic house prices and spatial quantile regression*, Journal of Housing Economics 21 (2012) 16-27.
- McLeod, P. B. (1984). *The demand for local amenity: a hedonic price analysis*. Environ. Plann. A 16, 389-400.
- Martinez-Cruz, Adan L.; Sainz-Santamaria, Jaime (2015) *Recreational value of two prei-urban forests in Mexico City*, https://www.researchgate.net/publication/282132523_Recreational_value_of_two_peri-urban_forests_in_Mexico_City.
- Mohd Noor, Norzailawati; Zainora Asmawi, M.; Abdulahh, Alias (2015), *Sustainable Urban Regeneration: GIS and Hedonic Pricing Method in determining the value of Green spacce in housing área*, Procedia-Social and Behavioral Sciences 170 (2015) 669-679.
- Panduro, Toke Emil; Lausted Veie, Kathrine (2013). Classification and valuation of urban green spaces –A hedonic house Price valuation. Landscape and Urban Planning 120, pp. 119-128.
- Pérez Pineda, Jorge A. (2006). *Econometría espacial y ciencia regional*. Investigación Económica, vol. LXV, 258, octubre-diciembre, 2006, pp. 129-160.
- Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT, 2010), *Presente y Futuro de las Áreas Verdes Urbanas y del Arbolado de la Ciudad de México*, diciembre del 2010.
- Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Álvaro Obregón (PDDUAO, sf).
- Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Azcapotzalco (PDDUA, sf).
- Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Benito Juárez (PDDUTH, 2005).
- Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Coyoacán (PDDUC, 2010).
- Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Cuajimalpa de Morelos (PDDUCM, sf).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Cuauhtémoc (PDDUCh, sf).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Gustavo A. Madero (PDDUGAM, 2010).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Iztacalco (PDDUIzco, sf).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Iztapalapa (PDDUIztpa, sf).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Magdalena Contreras (PDDUMC, 2005).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Miguel Hidalgo (PDDUMH, sf).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Tláhuac (PDDUTh, sf).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Tlalpan (PDDUTlp, 2010).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Venustiano Carranza (PDDUVC, 2005).

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delegación Xochimilco (PDDUX, 2005).

Rivas Torres, Daniel (2005), *Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el Distrito Federal*, tesis para obtener el grado de doctor en Diseño, UAM.

Rosen, Sherwin (1974), *Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition*, University of Rochester and Harvard University.

Sander A., Heather; Zhao, Chang (2015) Urban green and blue: Who values what and where? *Land Use Policy* 42, pp. 194-209.

Schläpfer, Felix; Waltert, Fabian; Segura, Lorena; Kienast, Felix (2015) *Valuation of landscape amenities: A hedonic pricing analysis of housing rents in urban, suburban and periurban Switzerland*, *Landscape and Urban Planning*, 141 (2015) 24-40.

Tyrväinen, L. (1997). *The amenity value of the urban forest: an application of hedonic pricing method*. *Landsc. Urban Plann.* 37, 211-222.

Uematsu, Hiroki; Khanal, Aditya R.; Mishra, Ashok K. (2013). *The impact of natural amenity on farmland values: A quantile regression approach*. *Land Use Policy* (2013). 151-160.

Wolfe, Mary K. y Mennis, Jeremy, (2012), *Does vegetation encourage or suppress urban crime? Evidence from Philadelphia, PA*. *Landscape and Urban Planning*, 108 (2012), 112-122.

Zabel, Jeffrey E.; Kiel, Katherine A. (2000) *Estimating the demand for air quality in four U. S. cities*, *Land Economics*, may 2000, 76 (2), 174-194.

ANEXO ESTADÍSTICO 1. Resultados del análisis cuantílico.

Resultados de las variables de interés de la regresión cuantílica.

Variables	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Dep. espacial	0.003**	0.002*	0.001	0.001	0.001	0.001**	0.002*	0.002**	0.000
Tam. Arboladas	0.030**	0.029***	0.028***	0.021*	0.027***	0.024***	0.025**	0.020*	0.002
Tam. Pastos y arb.	-0.014	-0.022	-0.023	-0.017	-0.009	-0.001	-0.003	0.004	-0.000
Tam. Deportivas	0.000	-0.002	-0.010	-0.013	-0.010	-0.005	-0.001	0.002	0.012
Dist. Arboladas	0.040	-0.072	-0.024	-0.007	0.007	0.006	-0.049	-0.097	-0.118
Dist. Pastos y arb.	-0.047	0.023	-0.008	-0.033	-0.065**	-0.046	-0.013	0.036	0.069
Dist. Deportivas	0.019	0.006	0.018	0.021	0.036***	0.028**	0.026	0.024	0.042

Resultados de las variables estructurales y de vecindario de la regresión cuantílica.

Variables	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Estructurales									
Baños	0.031	0.039*	0.049***	0.062**	0.039***	0.033**	0.046*	0.019	-0.009
Área	0.801***	0.790***	0.804***	0.817***	0.833***	0.842***	0.859**	0.882***	0.903***
Terreno	-0.289***	-0.259***	-0.232***	-0.230***	-0.217***	-0.216***	-0.216***	-0.207***	-0.222***
Viv. Media	0.275***	0.196***	0.241***	0.246***	0.292***	0.325***	0.359***	0.353***	0.382***
Viv. Residencial	0.664***	0.578***	0.595***	0.563***	0.587***	0.611***	0.602***	0.597***	0.654***
Viv. Res. Plus	0.923***	0.845***	0.861***	0.809***	0.862***	0.862***	0.829***	0.844***	0.939***
De Vecindario									
Dist. Est. Metro	-0.021	-0.013	-0.022**	-0.018	-0.024***	-0.020***	-0.004	-0.009	-0.001
Dist. Est. Metrobús	-0.015	-0.028***	-0.027***	-0.024*	-0.023***	-0.027***	-0.040***	-0.038***	-0.049***
Alberca	0.161***	0.188***	0.187***	0.204***	0.171***	0.187***	0.208***	0.233***	0.243***
Área verde	0.010	0.022	0.015	0.016	0.024**	0.031*	0.027	0.033	0.046
Constante	9.91***	10.53***	10.44***	10.43***	10.36***	10.22***	10.27***	10.25***	10.16***

Nota: la variable dependiente es el logaritmo del precio de las viviendas; la muestra es de 872 viviendas; * es significativo al 10%; ** es significativo al 5%; *** es significativo al 1%.

