

# PARQUES URBANOS EN LA CIUDAD DE LA PAZ, BOLIVIA: APLICACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA

URBAN PARKS IN LA PAZ CITY, BOLIVIA: PUBLIC POLICY APPLICATIONS

Rafael Fernando Vidaurre Cladera  
Docente Universidad Privada Boliviana  
rafaelvidaurre@lp.upb.edu

La Paz - Bolivia  
Sazcha Marcelo Olivera Villaroel  
Docente Universidad Autónoma Metropolitana  
satzcha@msn.com  
Cuajimalpa, México

Recibido 17 de agosto de 2018

Aceptado 1 de septiembre de 2018



## Resumen

La toma de decisiones para la gestión del ambiente de una ciudad parte de la información existente sobre los usos de bienes y servicios de un entorno dado, lamentablemente a pesar de que muchos bienes y sus servicios ambientales son apreciados y consumidos por la sociedad, estos no se comercializan en los mercados y por lo tanto no brindan información adecuada para la toma de decisiones de gestión ambiental por parte de los tomadores de decisión y la sociedad en general. En este marco el presente trabajo evalúa en términos económicos y monetarios los beneficios ambientales de las áreas verdes con sus implicaciones de política pública urbana y sus efectos en el precio de las viviendas en la ciudad de La Paz. A partir de la identificación de unidades de vegetación por superficie de área verde de los diferentes parques públicos de la ciudad, se aplica el “método de precios hedónicos”, una medida indirecta destinada a vincular los precios de una vivienda en función de sus características y de los atributos ambientales de su entorno. Este método infiere valores ambientales del bien a través del precio de inmuebles diferentes bajo condiciones estructurales de la vivienda similares. Como resultado se revela que hay un efecto positivo del área verde sobre el precio de la vivienda en la ciudad de la Paz, llevando a la generación de opciones de política en función a mejor información sobre los efectos de la inversión pública en parques urbanos.

**Palabras clave:** Valoración económica, eco sistémicos, área verde, precio de vivienda, método de precios hedónicos.

## Abstract

The decision making for the management of the environment is based on the existing information in a specific space in this case the city, unfortunately many goods and environmental services are not marketed in the markets and therefore do not provide adequate information for the taking of environmental management decisions. In this framework, this work evaluates in economic and monetary terms the environmental benefits of green areas with their policy implications and their effects on the price of housing in the city of La Paz. From the identification of units of vegetation by surface of green area of the different public parks of the city, the “method of hedonic prices” is applied, an indirect measure destined to link the prices of a house in function of the environmental attributes. This method infers environmental values of the property through the price of different properties under similar structural housing conditions. As a result, it is revealed that there is a positive effect of the green area on the price of housing in the city of La Paz.

**Key words:** Economic valuation, ecosystems, green areas, housing prices, hedonic price models

**JEL Classification:** Q51

## Introducción

Los parques urbanos y sus espacios verdes cumplen una función más allá de lo ornamental, coadyuvando a mejorar la calidad del aire al tomar un papel de moderador de intercambio de aire, calor y humedad en el paisaje urbano; al mismo tiempo que pasa a tomar un papel perceptual paisajístico que participa como deleite visual y por consiguiente mejorando la calidad de vida urbana.

Se consideran zonas verdes a todas aquellas superficies de parques y jardines y otros espacios públicos (plazas, ramblas, interiores de manzana, etc.) dotadas de cobertura vegetal que estén localizados dentro de los límites del área urbana consolidada. Los beneficios ambientales que resultan de los espacios verdes son diversos, otorgando intangibles mejoras a los habitantes, por lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que las ciudades deberán cumplir mínimamente con 9 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, a su vez, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) indica que deberán contar con una superficie no menor de 12 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante, todo ello con el fin de brindar la normatividad necesaria para proteger la permanencia y equilibrio de la calidad de vida de los habitantes en la ciudades, puesto que día con día, estos espacios verdes se convierten en lugares olvidados. (Rendón & Gutiérrez, 2010).

En el marco de desarrollo e implementación de políticas públicas, los servicios proporcionados por las áreas verdes urbanas, anteriormente mencionados, son capaces de generar beneficios económicos para la sociedad. Generalmente esos beneficios son recibidos en forma gratuita y aunque reconocidos, se encuentra en la problemática estudiada por Elinor Ostrom (2009) sobre el manejo de bienes públicos, establece que la medida monetaria de esos beneficios es muchas veces difícil o imposible de realizar, porque estos bienes y servicios son intangibles o incommensurables desde el punto de vista económico y social.

En rigor, la justificación para la valoración monetaria, reside en el modo en el que se usa el dinero como un patrón de medida y comparación para indicar las pérdidas o ganancias de utilidad o bienestar de una persona o de una sociedad en su conjunto (Pearce & Turner, 1995). Para el tema en cuestión, interesa aproximarse al valor que proporcionan las áreas verdes, considerando su carácter de bien público y por ende la ausencia de un mercado convencional que permita su valoración a partir de la construcción de una función de demanda. Por este motivo, es necesaria la estimación del valor de este tipo de externalidades positivas por medio de alguna técnica de valoración de bienes no mercadeables.

La ciudad de La Paz, Bolivia, ha mostrado un crecimiento urbano importante a partir de fines de la década de los años 90. El incremento de la denominada "mancha urbana" en el período 2001-2015 fue de un 55% corresponde a un total de 3.242 hectáreas. Las zonas o barrios de la ciudad que más crecimiento muestran para el período, son Achumani, Irpavi y Ovejuyo.

Para el mismo período, se ha presentado un crecimiento

vertical de la ciudad, como consecuencia de la proliferación de edificios de departamentos en algunas zonas, tales como Miraflores, Sopocachi, Obrajes y Calacoto. Este hecho ha repercutido en la disminución de posibles áreas verdes, dada la concentración de población en determinadas zonas de la ciudad, con el consiguiente impacto en el medio biótico.

Para la ciudad de La Paz, el indicador de metros cuadrados por habitantes, en el año 2014, alcanzaba a 2.42 metros cuadrados<sup>1</sup>. Si bien la contaminación del aire aún no constituye un problema relativamente grave (como si lo es en el caso de otras metrópolis como México DF, Santiago de Chile o San Paulo en Brasil), por su carácter focalizado y temporal, el crecimiento del parque vehicular público con su consiguiente impacto en la congestión vehicular en algunas zonas de la ciudad en horas de concentración poblacional, lanzan a la palestra del debate la necesidad de comenzar a diseñar políticas públicas urbanas de incremento y generación de áreas verdes como un instrumento preventivo para paliar los posibles problemas derivados de la contaminación del aire.

En tal sentido, un dato que puede colaborar en la toma de decisiones es contar con una medida monetaria del beneficio de los servicios ecosistémicos de las áreas verdes urbanas para la implementación de alternativas de gestión más costo-eficientes para los siempre escasos recursos públicos.

El documento presenta una introducción al tema, seguido de la contextualización de las áreas verdes en la ciudad de La Paz, el desarrollo del modelo utilizado y su aplicación metodológica para terminar con el análisis de resultados y las conclusiones.

### - Las áreas verdes urbanas en la ciudad de La Paz

Hasta fines de los años 90, en el panorama nacional e internacional, la referencia visual de la ciudad de La Paz estaba dada por un conjunto de cerros y taludes color tierra, así como una jungla de cemento de color gris. Hasta ese entonces, no cabía en el imaginario colectivo que en esta ciudad, en promedio a 3.600 metros sobre el nivel del mar, podría darse la existencia de espacios verdes que permitan transformar la calidad de vida de sus habitantes.

A partir del año 2003 y luego de un triste episodio conocido como "febrero negro"<sup>2</sup>, el Gobierno Municipal planteó la conformación de la primera empresa municipal de manejo y gestión de áreas verdes (EMAVERDE), con el objetivo de generar y desarrollar grandes áreas desaprovechadas para elevar paulatinamente la calidad de vida de la sociedad y mejorar la imagen de la ciudad.

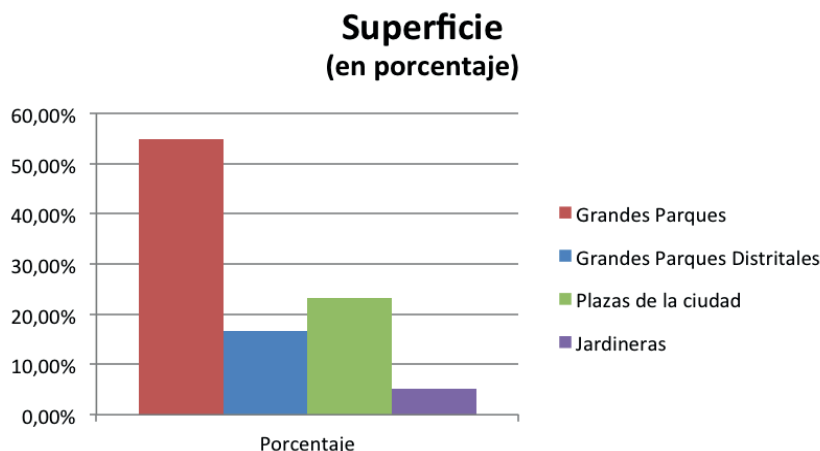
En ese sentido, la empresa avanzó en la categorización actual de las áreas verdes de la ciudad de La Paz, en cuatro categorías de parques: (1) grandes parques distritales, (2) parques distritales y barriales, (3) plazas de la ciudad, y (4) jardines de la ciudad. El gráfico 1, presenta la composición de áreas verdes en función de la

<sup>1</sup> Proyecto "Aire Limpio" - Swisscontact

<sup>2</sup> a raíz del desborde de varios ríos de la ciudad (producto de una fuerte granizada que puso en evidencia la vulnerabilidad de la ciudad de La Paz).

clasificación establecida por la empresa municipal de áreas verdes de la ciudad de La Paz:

**Gráfico 1 Áreas Verdes Urbanas de la ciudad de La Paz**



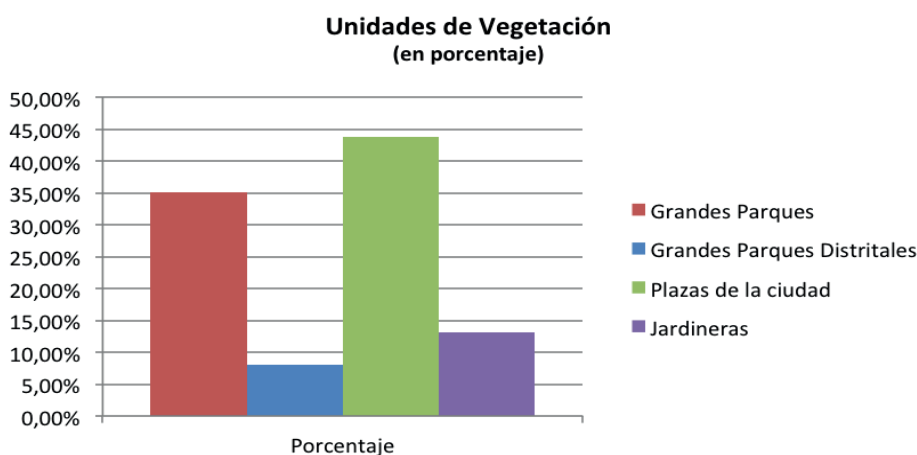
Fuente: EMAVERDE, 2015. Elaboración propia.

La categoría que comprende los “grandes parques” de la ciudad de La Paz ocupa alrededor del 55 % de la superficie total de áreas verdes. En segundo lugar, se ubican las “plazas de la ciudad” con un 23 % y en tercer lugar los “grandes parques distritales” que si bien poseen una gran extensión, en número no pasan de tres.

El gráfico 2 muestra la distribución de la cobertura vegetal denominada “Unidades de Vegetación”, que de acuerdo a la clasificación anterior, presenta un escenario diferente al planteado por la distribución de la superficie. Por unidad de vegetación, se entiende colectiva y exhaustivamente a las diferentes especies de plantas que se encuentran en determinada área verde. Una determinada área verde, puede tener mayor o menor cantidad de unidades de vegetación, tales como especies de plantas, flores, etc.

El mayor número de unidades de vegetación, se concentra en las “plazas de la ciudad” con un 44 %, seguida de los “grandes parques” con un 35 % y en menor magnitud aparecen las “Jardineras de la ciudad” con un 13.04 %. Este gráfico, muestra el bajo grado de cobertura vegetal que existe en la ciudad, con un nivel de aprovechamiento del suelo muy escaso frente a las dimensiones de la superficie destinada a cobertura vegetal.

**Gráfico 2 Áreas Verdes Urbanas de la ciudad de La Paz**



Fuente: EMAVERDE, 2015. Elaboración propia

## Metodología

### - El modelo de Precios Hedónicos.

El método de valoración económica denominado precios hedónicos equivale a la descripción de un equilibrio competitivo en un plano de varias dimensiones, en el cual se hallan localizados compradores y vendedores de viviendas.

Los consumidores obtienen utilidad del consumo de un bien diferenciado representado por un vector ) que corresponde a las “*i*” características estructurales que contiene el inmueble (por ejemplo: número de habitaciones, metros cuadrados

de superficie, metros cuadrados construidos, número de baños, etc., y un vector de atributos de entorno y/o ambientales (por ejemplo, cercanía a parques urbanos o áreas verdes, nivel de ruido, emisión de olores, etc.). De esta manera, se puede expresar el precio de la vivienda como función de las características y de los atributos de la misma:

$$P = P(Z, A) \quad (3.1)$$

El equilibrio hedónico se alcanza a partir de los procesos de optimización que realizan tanto consumidores como productores y de la interacción que llevan a cabo ellos en el mercado. En particular, un precio está definido en cada punto en el plano y guía las decisiones localizadas de elección para compradores y vendedores respecto a paquetes de características comprados y vendidos.

La elección de una determinada vivienda, implica a su vez, la elección de un vector  $A$  de atributos y un vector  $Z$  de características propias de la vivienda. Asimismo, los individuos escogen un bien compuesto  $X$  que comprende al conjunto de los otros bienes que forman parte de su consumo. Por lo tanto, dada la restricción presupuestaria de los hogares, la cual se encuentra limitada por su ingreso  $M$ , la elección que maximiza el bienestar del consumidor será distribuida entre gasto en vivienda o gasto en el bien compuesto  $X$ .

Además, cada hogar exhibe diferentes características socioeconómicas que se representan por medio de un vector  $\alpha$ . De esta forma, las preferencias de los hogares pueden representarse mediante una función de utilidad:  $U(Z, A, X; \alpha)$ . Se asume que es estrictamente cóncava. El problema de maximización de la utilidad del consumidor es planteado de la siguiente forma:

$$\text{Max}_{X, Z, A} U(Z, A, X; \alpha), \text{ sujeto a } P(Z, A) + X = M \quad (3.2)$$

Por simplicidad, se fija el precio del bien compuesto en 1, lo cual permite medir el ingreso ( $M$ ) en términos de las unidades de  $X$ . A partir de la solución a este problema, se obtiene la función de postura o pago del consumidor, la cual representa la disponibilidad a pagar que el individuo tiene por un bien que cuenta con un vector de características  $Z$  y un vector de atributos  $A$ , tomando como dados los niveles del ingreso y de la utilidad.

Las condiciones de primer orden del problema de maximización de los hogares establecen que la tasa marginal de sustitución entre una de las características " $Z$ " y el bien compuesto " $X$ " es igual al precio (hedónico) marginal de la característica  $i$ :

$$\frac{U_{z_i}(Z, A, X; \alpha)}{U_{x_i}(Z, A, X; \alpha)} = P_{z_i}(Z, A) = \frac{\partial \varphi(Z, A, M, u; \alpha)}{\partial z_i} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.3)$$

Pasemos ahora al análisis del problema desde el punto de vista de los productores, es decir, los constructores de viviendas. Estos se enfrentan a la elección tanto del tipo como la cantidad de casas o apartamentos que van

a construir. Un productor (constructor) posee una función de costos que representaremos como  $C(Z, A, N; \beta)$  donde  $N$  es el número de unidades producidas y  $\beta$  representa un vector de condiciones tecnológicas dadas y de precios de factores. Con estas consideraciones, el problema de maximización de beneficios del productor que, es tomador de precios viene dada por:

$$\text{Max}_{Z, A, N} \pi = NP(Z, A) - C(Z, A, N; \beta) \quad (3.4)$$

La solución a este problema nos proporciona la función de oferta  $\rho(Z, A, N; \beta)$ , que representa el precio unitario que un productor, en este caso, un constructor o vendedor de inmuebles, puede aceptar por una unidad de vivienda que exhibe determinadas características  $Z$  y atributos  $A$ . Las condiciones de primer orden exigen que el precio marginal de cada característica sea igual al costo marginal por unidad de esa característica:

$$\frac{\partial P}{\partial z_i} = \frac{\partial C}{\partial z_i} \quad (3.5)$$

En el equilibrio las funciones de oferta y de postura serán tangentes y la función de precios hedónicos se constituirá en la envolvente de las funciones de oferta y postura en los puntos en los cuales sean tangentes. El precio marginal implícito de una característica puede ser encontrado a partir de:

$$\frac{\partial P}{\partial z_i} = P_{z_i}(Z, A) \quad (3.6)$$

Tal expresión señala el incremento en el gasto en vivienda requerido para obtener una unidad habitacional con una unidad adicional de la característica  $i$ , mientras no se presenten cambios en las otras variables. Si la función implícita marginal es lineal en  $z_i$ , entonces no es posible la identificación de una curva de demanda por  $z_i$ . Al observar el precio, se aprecia que es el mismo para todos los individuos. En cambio, si la función de precios hedónicos es no lineal, cada individuo selecciona diferentes canastas de características, por lo que tendrá distintos precios marginales implícitos por  $z_i$ .

### Aplicación Metodológica del Modelo de Precios Hedónicos

El Modelo de precios hedónicos puede plantearse (en forma matricial) del siguiente modo:

$$Y = X\hat{\beta} + \hat{U} \quad (4.1)$$

Donde:

$Y$  = variable objetivo: precio de transacción de la vivienda ( $S/.$ )

$\hat{\beta}$  = vector de parámetros del modelo.

$X$  = matriz de variables explicativas, que incluye la variable clave.

a. **Especificación del modelo**

Se busca demostrar, estadísticamente, que las áreas

verdes, al permitir la generación de externalidades positivas, conducen a una ganancia de valor en las viviendas de la ciudad de La Paz y permiten obtener una medida del beneficio que es útil en términos de política pública, para realizar un análisis costo - beneficio.

A partir de una muestra aleatoria sobre el total de viviendas registradas en la ciudad de La Paz, se corrieron regresiones con diferentes formas funcionales que relacionan el precio con los atributos y características de la vivienda. Se combinaron variables para recoger el efecto de interacciones, dado que una de las características de la información recolectada respondía a un conjunto de variables dicotómicas. Para este fin, fue necesario caracterizar el mercado inmobiliario del perímetro urbano.

Para proceder a la estimación, se analizó la normalidad de las variables, la colinealidad de algunas o varias de ellas y se construyeron variables de interacción. La utilización de la Transformación Box-Cox<sup>3</sup> no proporcionó mayor utilidad dada la gran cantidad de variables dicotómicas que comprendía la base de datos. En su lugar, se generó una nueva definición de las variables utilizadas en la estimación, que son las siguientes:

Variables	Signo esperado de la relación con la variable dependiente	Descripción
<i>Precio (variable dependiente u objetivo) (psu)</i>		Precio de transacción de la vivienda (expresado en US\$ por metro cuadrado construido)
<i>Tres habitaciones centro (tres_habit_centro)</i>	Negativo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda tiene tres habitaciones en la zona central de la ciudad y 0 en otro caso
<i>Unidades de vegetación Calacoto (uvga_calacoto)</i>	Positivo	Variable que representa las unidades de vegetación por superficie de área verde (en metros cuadrados), localizadas en la zona de Calacoto.
<i>Unidades de vegetación (uvga)</i>	Positivo	Cantidad de especies de vegetación del área verde más cercana a la vivienda que comprende árboles, arbustos y flores.
<i>Distancia (d01)</i>	Negativo	Distancia en metros entre la vivienda y el área verde más cercana
<i>Sopocachi (Sopocachi)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda se encuentra en la zona de Sopocachi, y 0 en otro caso.
<i>Centro (centro)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda se encuentra en la zona central de la ciudad, 0 en otro caso.
<i>Tres habitaciones achumani (tres_habit_Achumani)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma valor 1 si la vivienda cuenta con 3 habitaciones y se localiza en la zona de Achumani, 0 en otro caso.
<i>Achumani (Achumani)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda se localiza la zona de Achumani, y 0 en otro caso.
<i>Garaje (ga)</i>	Positivo	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la vivienda posee garaje y 0 en caso contrario

La función de precios hedónicos estimada viene dada, en forma general y con variables significativas, por la ecuación:

#### b. **Descripción de datos, fuentes y resultados descriptivos**

Los datos del estudio fueron obtenidos de la base de datos de una agencia de bienes raíces de la ciudad. Los datos de las áreas verdes fueron obtenidos del Gobierno Municipal de la ciudad de La Paz. Todos los datos corresponden a la gestión 2015 y comprenden las transacciones efectivamente realizadas de compra y venta de inmuebles.

Se aplicó un muestreo estratificado, separando la población en segmentos exclusivos, homogéneos (estratos), y luego se seleccionó una muestra aleatoria simple de cada segmento (estrato). El estudio comprendió la estimación de la función de precios hedónicos y la derivación de los precios marginales implícitos. Dada la no linealidad del modelo

3 La transformación Box-Cox sirve para aproximar la forma funcional más apropiada al comportamiento de los datos analizados. Consiste en el cambio de la variable dependiente mediante el uso de una familia de transformaciones paramétricas (Gujarati; 2010, pp.534).



utilizado, fue posible obtener la demanda por unidades de vegetación por área verde. En otras palabras, los precios dependen del nivel alcanzado por alguna característica o variable ambiental específica, en este caso, las unidades de vegetación por área verde.

En total se recolectaron 618 observaciones correspondientes a viviendas (entre casas y departamentos). Las observaciones fueron imputadas a las correspondientes áreas verdes a partir de la medición de la distancia.

## Resultados y Discusión

### a. *Resultados de la regresión alternativa*

La base de datos del estudio, comprende gran cantidad de información dicotómica, por lo que se pierde la riqueza de utilizar la transformación Box-Cox. Es por ello, que se utilizaron 4 funciones alternativas: lineal, logarítmica, exponencial y doble logarítmica, antes de determinar el mejor ajuste. Los resultados alcanzados son presentados en la Tabla 1, que muestra los resultados de cuatro modelos estimados mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios.

**Tabla 1**  
**Descripción de las variables incluidas en el modelo econométrico**

	Lineal	Doble Log	Log-lin	Lin-log
<b>Constante</b>	746.5014 (17.47)***	7.004137 (83.81)***	6.58342 (120.48)***	1068.306 (16.38)***
<b>TRES_HABIT_CENTRO</b>	-251.3963 (-2.24)**	-.2981055 (-2.03)**	-0.284889 (-1.98)**	-262.0259 (-2.28)**
<b>UVGA_CALACOTO</b>	94.7701 (6.35)***	0.10843 (5.65)***	0.09898 (5.18)***	102.0724 (6.82)***
<b>SOPOCACHI</b>	55.02296 (1.70)*	0.041331 (1.09)	0.0659825 (1.60)	37.08149 (1.26)
<b>CENTRO</b>	322.2755 (3.86)***	0.374245 (3.44)***	0.3824971 (3.59)***	316.067 (3.72)***
<b>TRES_HABIT_ACHU-MANI</b>	45.7816 (0.098)*	0.043526 (1.21)	0.0538456 (1.52)	38.19258 (1.36)
<b>ACHUMANI</b>	72.9582 (2.97)***	0.0826477 (2.61)***	0.0971318 (0.002)***	62.51694 (2.53)*
<b>UVGA</b>	52.5745 (3.29)***	Omitida	0.0707941 (3.46)***	Omitida
<b>UVGA2</b>	-5.155979 (-2.85)***	0.0177223 (2.07)**	-0.0069 (-2.99)***	12.10311 (1.81)*
<b>D01</b>	-.0538153 (-6.75)***	-0.0636422 (-5.95)***	-0.000071 (-7.01)***	-48.60295 (-5.82)***
<b>GA</b>	64.57503 (2.11)**	0.090779000 (2.27)**	0.0779787 (1.99)**	73.98574 (2.37)*
<b>R<sup>2</sup></b>	0.2431	0.1903	0.2252	0.2122
<b>Estadístico F</b>	19.49 (0.000)	15.80 (0.000)	17.64 (0.000)	18.19 (0.000)

Fuente: Estimaciones propias

En paréntesis aparece el t-estadístico.

\*\*\* indica significativo al 99% de confianza.

\*\* indica significativo al 95% de confianza.

\* indica significativo al 90% de confianza.

En el modelo lineal, la mayoría de los coeficientes estimados muestran un estadístico "t" significativo al 95 % de nivel de confianza (con excepción de dos que son significativos al 90 %). Con relación a los otros tres modelos, éste presenta el mayor número de parámetros estimados que son estadísticamente significativos de forma independiente para explicar las variaciones en la variable dependiente, razón por la cual es elegido frente al resto. Revisando la bondad del ajuste del modelo lineal, el coeficiente R<sup>2</sup>, arroja un valor de 0.2431. El estadístico F para el modelo lineal, alcanza un valor de 19.49 con una probabilidad de cero.

Los signos y explicación de los coeficientes estimados por el modelo lineal, se resumen a continuación:

**Una vivienda de tres habitaciones, en el centro de la ciudad**, impacta negativamente en el precio de la vivienda. Ello en virtud de que, una familia, en lugar de elegir una vivienda con tres habitaciones en el centro de la ciudad, prefiere elegir en otra zona con mayores comodidades y amenidades. Así el precio por metro cuadrado disminuye.

**ACHUMANI**, presenta un signo positivo. Dado que es la zona con mayor crecimiento de soluciones habitacionales, la gente busca con mayor preferencia viviendas en dicha zona, por lo que el impacto en el precio por metro cuadrado, es positivo. Existe una demanda creciente por inmuebles en la zona por lo que al incrementarse la demanda, el precio se eleva.

**CALACOTO**, presenta un signo positivo (UVGA\_

CALACOTO). Calacoto es una zona residencial por excelencia. En ese sentido, unidades de vegetación por superficie de área verde en Calacoto, impactan positivamente en el precio por metro cuadrado.

**SOPOCACHI**, presenta un signo positivo. Zona residencial tradicional de la ciudad. Las viviendas son cotizadas en la misma, por ese motivo, una vivienda en dicha zona impacta positivamente en el precio por metro cuadrado.

**CENTRO**, arroja un signo positivo. Las viviendas en la zona central de la ciudad son muy cotizadas, para locales comerciales u oficinas, por este motivo, existe un impacto positivo en el precio por metro cuadrado.

Dada la oferta creciente de viviendas con **tres habitaciones en la zona de Achumani** (TRES\_HABIT\_ACHUMANI), el impacto en el precio es negativo, es decir que a un incremento en la oferta de viviendas con tres habitaciones, disminuye el precio (marginalmente hablando).

En general, la existencia de **unidades de vegetación** por superficie de área verde en la cercanía a una vivienda, genera un incremento en el precio por metro cuadrado de la misma. (UVGA).

Si bien la existencia de unidades de vegetación por superficie de área verde en la cercanía a una vivienda, genera un incremento en el precio por metro cuadrado de la misma, dicho incremento cada vez es menor, es decir es decreciente y por lo tanto, tiene un límite (UVGA2).

Al incrementarse la **distancia de una vivienda a un área verde**, disminuye el precio de la misma. D01, arroja un signo negativo.

Si una **vivienda posee garaje**, el impacto en el precio por metro cuadrado es positivo. GA, arroja un signo positivo.

#### b. **Estimación de la Demanda por Áreas Verdes**

Los resultados obtenidos de la estimación bivariada fueron utilizados para la estimación del efecto marginal y la elasticidad promedio (Tabla 2):

**Tabla 2**

#### **Efecto marginal y elasticidad de demanda por áreas verdes**

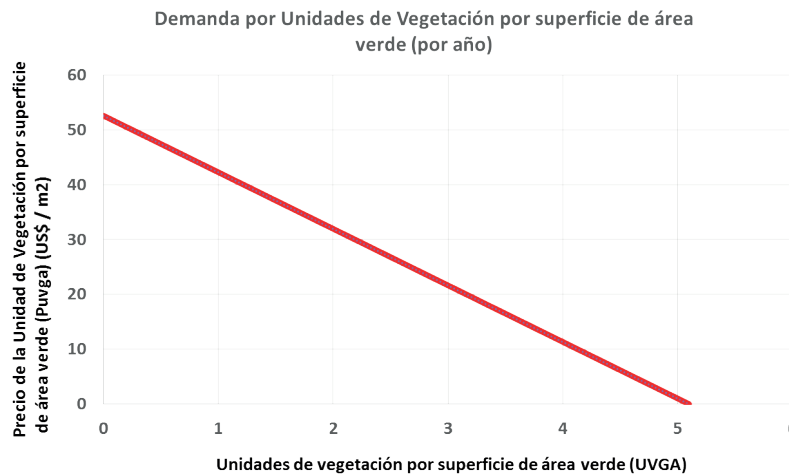
Variable	Valor Promedio	Efecto Marginal Promedio	Elasticidad promedio	Por cada 100 %
UVGA	3.057	115.8200	0.3872	38.72
D01	1155.362	0.0538	0.0680	6.00

**Fuente:** Estudio - Elaboración propia

En promedio, por un aumento del 100% en la característica unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde, el precio por metro cuadrado de la vivienda, se incrementa en 7.037%. El precio promedio implícito de una unidad de vegetación por metro cuadrado de área verde es de US\$. 21.05; sin embargo este no es un valor constante, dado que el precio depende del nivel de la característica.

Dado que el precio y la variable unidad de vegetación por área verde no se relacionan linealmente, el efecto marginal, es decir la derivada parcial del precio por metro cuadrado respecto de la unidad de vegetación por superficie de área verde, representa la demanda por unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde:

Para los datos de la muestra, el gráfico 4 correspondiente es el siguiente:

**Gráfico 4**

**c. Estimación de la Disponibilidad a Pagar y el Excedente del Consumidor**

La disponibilidad a pagar, no es otra cosa que el área debajo la curva de demanda por áreas verdes, entre 0 y el mayor número de unidades de vegetación por área verde, que se cuenta, al momento del estudio, en la ciudad de La Paz. Este valor, alcanza en promedio a 5.09 unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde.

El resultado estimado para la DAP por áreas verdes, por vivienda, por año, para la ciudad de La Paz, es de US\$. 134.02 por un metro cuadrado con 5.09 unidades de vegetación.

Tomando en cuenta que, en la ciudad de La Paz existe un total de 322.982 metros cuadrados de áreas verdes, la DAP total es de US\$ 43.286.967,30, que representa el valor para los dueños de viviendas (beneficio privado) de las áreas verdes urbanas de la ciudad de La Paz.

**d. Algunas implicaciones de política**

El resultado obtenido de la DAP por áreas verdes constituye una primera aproximación al valor del beneficio privado que permite ensayos en términos de análisis beneficio costo. Datos estimados a partir de información de EMAVERDE, dan cuenta de un costo promedio de mantenimiento de áreas verdes por metro cuadrado de US. 24.15, que muestra la factibilidad de invertir en mejoras y mantenimiento de áreas verdes. Sin embargo, este dato no fue sometido a un estudio estadístico que pruebe su validez dentro de un intervalo.

El valor de la DAP por áreas verdes puede ser añadido al impuesto a la propiedad de bienes inmuebles a fin de internalizar el mismo en el valor recaudado por la Autoridad Municipal. Mínimamente, una parte de esta recaudación debe destinarse para la inversión y operaciones de la empresa EMAVERDE. Respecto a las áreas verdes, en el periodo 2010 - 2014 se forestaron, con plantado de árboles, 757.248 m<sup>2</sup> en los 9 macrodistritos, en este mismo periodo se han invertido más de Bs.30 millones en el área de Plazas y Parques del Municipio de La Paz.

Si bien no se cuenta con más indicadores que permitan

realizar otras comparaciones, es importante dejar claro que el uso de las áreas verdes para reducir la contaminación del aire es una técnica bastante eficaz, a la vez que proporciona otro tipo de beneficios tales como la generación de externalidades positivas haciendo un entorno más ameno a los habitantes del área circundante. Concretamente, la contaminación del aire se ve reducida cuando las partículas suspendidas en el aire (PM10, por ejemplo), son retenidas por la vegetación. Asimismo, algunas plantas tienen la capacidad de absorber ciertos gases tóxicos para el ser humano que se originan en los tubos de escape de los vehículos y que constituyen una de las fuentes más importantes de contaminación del aire (Sorensen, Barzette, Keipi, William, 1997).

Un adecuado programa de manejo de áreas verdes, puede permitir una reducción del consumo energético. Por ejemplo en ciudades de clima cálido como Cochabamba, Santa Cruz, donde la concentración de pavimento y cemento, genera un calentamiento en zonas carentes de aire acondicionado, aspecto que requiere del uso de energía para mejorar las condiciones de la población. También el enfriamiento de los edificios requiere de energía para proporcionar de un ambiente más fresco a sus habitantes; este efecto puede ser reducido mediante la plantación de gran cantidad de vegetación en zonas densamente pobladas (Heard y Olivera, 2013).

Los árboles y la vegetación pueden también ayudar a reducir la contaminación del ruido mediante cinco posibles alternativas: absorción del sonido que elimina el ruido; por desviación, se altera la dirección del sonido; por reflexión, el sonido rebota a su fuente de origen; por refracción, las ondas del sonido se doblan alrededor del objeto y; por ocultación, se cubre el sonido no deseado por otro más placentero (Rodríguez Manzo, 2017).

Las áreas verdes urbanas ofrecen varias soluciones al dilema de cómo disponer la basura. Existen muchas formas de reciclaje de basura y nutrientes, las cuales están en uso actualmente en otras partes del mundo. La producción de abono orgánico originado por la basura es otra alternativa viable para manejar los desechos. Los materiales de origen orgánico que se encuentran entre



los desechos de una ciudad, pueden ser transformados en abono para producir mejoradores de calidad de suelos, reduciendo el volumen de desperdicios urbanos y por lo tanto, los costos de disposición final de dichos residuos. La empresa EMAVERDE utiliza materiales reciclados para la fabricación de la infraestructura de los parques que construye y mantiene.

Los beneficios que proporcionan las áreas verdes urbanas a la salud de las personas, son bastantes; aunque resulte difícil cuantificarlos. Al mejorar la calidad del aire como consecuencia de la vegetación, se producen circunstancias que impactan positivamente en la salud física, con beneficios directos en la disminución de las enfermedades respiratorias. Quizás menos evidente, pero no menos importante, es el hecho de que las áreas verdes urbanas reducen el estrés y mejoran la salud al contribuir a un ambiente estéticamente placentero y relajante.

Todas estas políticas pueden ser implementadas y justificadas a partir de la realización de análisis costo beneficio, para lo cual, estimaciones como la realizada, pueden ser de mucha utilidad en términos de decisiones de política pública.

### Conclusiones

Se ha construido una función de precios hedónicos para capturar el valor de las áreas verdes urbanas en el precio de la vivienda en la ciudad de La Paz, Bolivia desde una perspectiva crematística sobre la base de la superficie disponible de estos espacios. Dicha función, para su construcción, tomó en consideración, información referida a las características estructurales de la vivienda, atributos de localización (zonas) y atributos de entorno (cercanía de áreas verdes). El estudio es único, por no decir el primero en la ciudad de La Paz.

La variable unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde permitió medir la relación entre las áreas verdes y el precio por metro cuadrado construido de las viviendas en el modelo de precios hedónicos. Dicha variable, muestra un comportamiento interesante. En primer lugar, es significativa y tiene efecto positivo en el precio de la vivienda, es decir, representa una externalidad positiva. Sin embargo, a medida que se incrementan el número de unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde, el impacto resulta cada vez menor en el precio, es decir es decreciente, hasta llegar a un máximo número de unidades de vegetación por metro cuadrado de áreas verdes.

En promedio, por un aumento del 100% en la característica unidades de vegetación por metro cuadrado de área verde, el precio por metro cuadrado de la vivienda, se incrementa en 7,037%. Bajo este escenario el precio promedio implícito de una unidad de vegetación por metro cuadrado de área verde es de US\$. 21.05; sin embargo este no es un valor constante, dado que el precio depende del nivel de la característica.

Otra variable significativa en el estudio, fue la distancia de la vivienda a las áreas verdes urbanas, que resultó presentar impacto negativo en el precio, es decir a

mayor distancia menor precio de la vivienda, lo cual es bastante lógico y da cuenta de las preferencias de los consumidores.

La información recolectada produjo limitaciones a la aplicación de la metodología, dada la gran cantidad de variables dicotómicas que no permitieron utilizar la metodología Box Cox. Asimismo, la ausencia de un grupo de datos para diferentes años, no permitió realizar comparaciones interanuales o aprovechar las bondades de los datos de panel.

### Referencias

- Dirección General de Ordenamiento Urbano (2014), *Guía técnica para el ordenamiento de áreas urbanas*. Ministerio de obras públicas, servicios y viviendas del Estado Plurinacional de Bolivia, La Paz.
- Heard, C, y Olivera-Villaruel, S. M. (2013). "Evaluación económica de la resistencia térmica de la vivienda de interés social en las ciudades tropicales de México." *Acta Universitaria* 23.4 (2013).
- Freeman, A.M. III (1993). "The Measurement of Environmental and Resource Values" (Resources for the Future). Washington DC, USA.
- Gujarati D. (2010). *Econometría*. Quinta Edición, Mc Graw-Hill, México.
- Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013). *Salud, Ambiente y Desarrollo Sostenible: hacia el futuro que queremos*. Washington D.C.
- Ostrom Elinor (2009). "A General framework for analyzing sustainability of social-ecological systems". *Science* 325, 419.
- Palmquist, R.B. (1984). "Estimating the Demand for the Characteristics of Housing", *Review of Economics and Statistics* 66: 394-404.
- Pearce D.W.y Turner R. Kerry (1995). "Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente". Colegio de Economistas de Madrid- España. Celeste Ediciones.
- Rodríguez Manzo Fausto. (2017). "Ruido y ciudad. El problema de contaminación que afecta severamente la calidad de vida de nuestras ciudades". Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A).
- Rosen, R. (1974). "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *Journal of Political Economy* 82: 34-55.
- Sorensen M. BarzettiV. Keipi K., William J. (1997). "Manejo de las áreas verdes urbanas". Documento de Buenas Prácticas. División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Wooldridge J., (2010). "Introducción a la econometría: un enfoque moderno" – 4ta edición, México DF.