

CALIDAD DE LA VIVIENDA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE PRECIOS HEDÓNICOS PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ - COLOMBIA

Daniel Alfredo Revollo Fernández
Economista, Magíster en Economía del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
Becario Instituto De Investigaciones Económicas
Universidad Nacional Autónoma De México

Calidad de la vivienda a partir de la metodología de precios hedónicos para la ciudad de Bogotá - Colombia

Resumen

La pobreza afecta a una gran mayoría de la población latinoamericana, situación que también se refleja en las localidades de Bogotá y que condiciona la calidad de las viviendas que se habitan. A través de un modelo de precios hedónicos se determina qué variables estructurales y del entorno afectan el precio de la vivienda en Bogotá de localidades pobres y ricas. Asimismo se concluye que la inversión en obras públicas puede afectar positiva o negativamente el nivel de precios por vía indirecta a través del cambio en el uso de la tierra y dependiendo de la localidad donde sea ejecutada.

Palabras claves: Precios hedónicos, pobreza, vivienda, calidad del aire.

Housing quality starting from the hedonic prices methodology for the city of Bogotá - Colombia

Abstract

The poverty is a topic that affects to most of Latin American population, situation that is also reflected in towns of Bogotá and that conditions the housing quality that is inhabited. By means of a model of hedonic prices it is determined that structural and environment variables affect the housing price in poor and rich towns of Bogotá, likewise it is concluded that the investment in public works can affect positive or negatively to the prices level by indirect way through the change in the land use and depending on the town where it is executed.

Key words: hedonic prices, poverty, housing, air quality.

Introducción

La caracterización socioeconómica de la población y el funcionamiento del mercado de tierras, determina la calidad de la vivienda donde habita y los niveles de vida que se lleve. Latinoamérica se encuentra estancada en la pobreza: entre los años 1999 y 2002 la tasa de pobreza sólo disminuyó en un 0.4%, cifra inferior si la comparamos con las de otras regiones del mundo. La pobreza extrema creció 0.3%, la cual abarca el 18.8% de la población de la región (Clichevsky, 2003).

La calidad de la vivienda es un tema importante para la determinación de la calidad de vida de los agentes económicos. Por tal motivo es importante determinar qué características, tanto estructurales como del entorno, son importantes en el momento de la toma de decisión de arriendo o compra, además del precio. Para los agentes económicos, dependiendo del nivel de ingresos, pueden variar las características que buscan y las percepciones que tengan por la implementación de políticas urbanísticas por parte de la autoridad (Jaramillo, 1994).

Por tal motivo, el objetivo de la investigación es determinar los atributos tanto del entorno como de la estructura de la vivienda, que explica su precio para la ciudad de Bogotá y las diferentes localidades clasificadas como pobres o ricas (se clasifican en función de necesidades básicas insatisfechas y del nivel de ingreso por ciudadano), además de identificar cómo afectan las inversiones en obras públicas o privadas en los precios de la vivienda.

Material y Métodos

La metodología de precios hedónicos se basa fundamentalmente en que algunos bienes no son homogéneos y difieren en algunas características. Por ejemplo, en el mercado de la vivienda puede ser el número de cuartos, o la calidad ambiental, entre otros. La utilidad del consumidor está en función de la cantidad de bienes que consume y sus diferentes características que influyen en el precio del bien en cuestión. Por tal motivo, dicha metodología es utilizada en diferentes mercados como en el de finca raíz, laboral o en economía ambiental (Freeman III, 1993; Gottlieb, 1996)

En el campo de la finca raíz se puede utilizar para examinar el efecto de un sistema de planeación de vivienda, el impacto de mejorar la infraestructura de transporte, la provisión de bienes públicos por parte del estado, etcétera. La rama de la economía ambiental utiliza dicha metodología en el campo de la valoración económica ambiental. Se estima el precio implícito de una variedad de atributos que puede presentar la vivienda, como la calidad del aire, el nivel de ruido, la proximidad a cuerpos de agua, la proximidad a botaderos; y el disfrute paisajístico, entre otros (Abelson, 1979).

Vecchione de Ochoa (1989) analiza factores como el ingreso familiar, el área de construcción y la distancia al centro, que influyen en el precio de la tierra en las diferentes zonas del área metropolitana de Mérida. Encuentra que a medida que se aleja del centro de negocios los precios tienden a disminuir, pero a partir de cierto lugar los precios vuelven a crecer.

Navarre (2004) estudia la implementación de un subsidio por parte del gobierno, para la compra de viviendas de familias de bajos recursos. Encuentra que el subsidio produce una segmentación en el mercado, creando sub-mercados, y al mismo tiempo mejorando las condiciones en la calidad de vida de los beneficiarios.

Ya en el campo de la economía ambiental, Carriazo (1999) estudia la disponibilidad marginal a pagar que tienen los consumidores de vivienda en Bogotá por un aire más limpio, llegando a la conclusión de que un aumento del 1% en las emisiones de partículas suspendidas ocasiona una disminución del 0.13% del precio de las viviendas.

Según Jaramillo (1994), entre los métodos de diferenciación en el precio del suelo, se tiene:

- *Método de costos históricos.* Consiste en averiguar la fecha y el costo de edificación, incluida la ganancia del constructor y excluido el precio del suelo. Utilizando una tasa de depreciación, se compara ese valor de la construcción con el precio actual de la transacción y la diferencia es el precio del suelo.
- *Método de costo de reemplazo.* Se tiene el precio de mercado de la vivienda, posteriormente se averiguan los costos del espacio construido y finalmente se comparan ambos precios para determinar el precio del suelo.
- *Método de rentabilidad.* Se estima el precio de la vivienda a través de unos de los métodos antes citados. A este precio se le aplica una tasa de ganancia de referencia para el arrendador y se calcula el alquiler del inmueble como si no existiera renta. Posteriormente se compara este valor con el precio del alquiler que efectivamente se paga. La diferencia es la renta y a través de capitalización se estima el precio de suelo.
- *Método residual.* Se estima el precio del suelo a través de métodos estadísticos y se compara dicho valor con el precio de la edificación. La diferencia es el precio del espacio construido.
- *Métodos estadísticos.* Por medio de métodos estadísticos se busca determinar el precio del suelo e identificar los atributos que determinan el precio de la vivienda. Entre dichos métodos está el de precios hedónicos, que será aplicado en la presente investigación.
- *Combinación de métodos.* Debido a las ventajas y las debilidades de los diferentes métodos antes citados, se pretende su combinación para obtener resultados más confiables.

Los supuestos que presenta el método de precios hedónicos, son: que el consumidor maximiza su utilidad; la existencia de un mercado competitivo; que el precio de mercado reflejará el vector de atributos y tendrá una relación constante, y que existe complementariedad débil entre el bien privado y sus atributos (Måler, 1974; Brookshire *et al.*, 1982). El problema que presenta este método es que no se pueden estimar las funciones de disposición marginal a pagar por problemas de identificación. Sólo se pueden encontrar valores y no funciones (Ardila, 1993). El precio de mercado de un bien puede ser considerado de la siguiente manera:

$$P = P(Z, A) \quad (1)$$

Donde Z es un vector de características estructurales del inmueble (área construida, área lote, etcétera) y A un vector de atributos del entorno (calidad del aire, paisaje, etcétera), a lo que llamamos función hedónica. El equilibrio entre la oferta y la demanda se determina a partir de la maximización que realizan tanto consumidores como productores. Los hogares poseen una función de utilidad:

$$U(Z, A, X; \alpha) \quad (2)$$

Que está compuesta tanto del vector de características propias de la vivienda (Z), atributos del entorno (A), del bien compuesto (X) y de un vector de características socioeconómicas (α). Los hogares se enfrentan a la maximización de la función de utilidad (U), sujeta a su restricción presupuestal (Y):

$$\text{Max}_{Z,A,X} U(Z, A, X; \alpha) \quad \text{S.a.} \quad P(Z, A) + X = Y \quad (3)$$

De esta maximización, el consumidor obtiene la función de demanda, la cual depende de las variables anteriormente mencionadas:

$$\phi(Z, A, y, u; \alpha) \quad (4)$$

La cual representa la disponibilidad a pagar por el producto con ciertas características. La derivada de la función de demanda, respecto a algún atributo, ofrece la tasa a la cual el hogar está dispuesto a cambiar gasto en vivienda:

$$\frac{\partial \phi(Z, A, y, u; \alpha)}{\partial Z_i} = P_z(Z, A) \quad (5)$$

Por lo tanto tenemos que la tasa marginal de sustitución entre una de las características y el bien compuesto, es igual al precio hedónico marginal del atributo i :

$$\frac{U_z(Z, A, X; \alpha)}{U_x(Z, A, X; \alpha)} = P_z(Z, A) = \frac{\partial \phi(Z, A, y, u; \alpha)}{\partial Z}, \quad \text{con } i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (6)$$

Finalmente tenemos que el consumidor en el óptimo debe igualar la pendiente de la función de postura y el precio hedónico para cada característica i . Por el lado de los productores, deben escoger la cantidad y la calidad de vivienda a producir. Por lo tanto presentan una función de costos:

$$C(Z, A, N, \beta) \quad (7)$$

Donde N representa la cantidad de unidades producidas y beta (β), un vector de tecnología específica. Por tal motivo el problema de maximización del productor, es:

$$\text{Max}_{Z,A,N} \pi = R(Z, A) - C(Z, A, N, \beta) \quad (8)$$

De este problema de maximización de beneficios obtenemos la función de oferta:

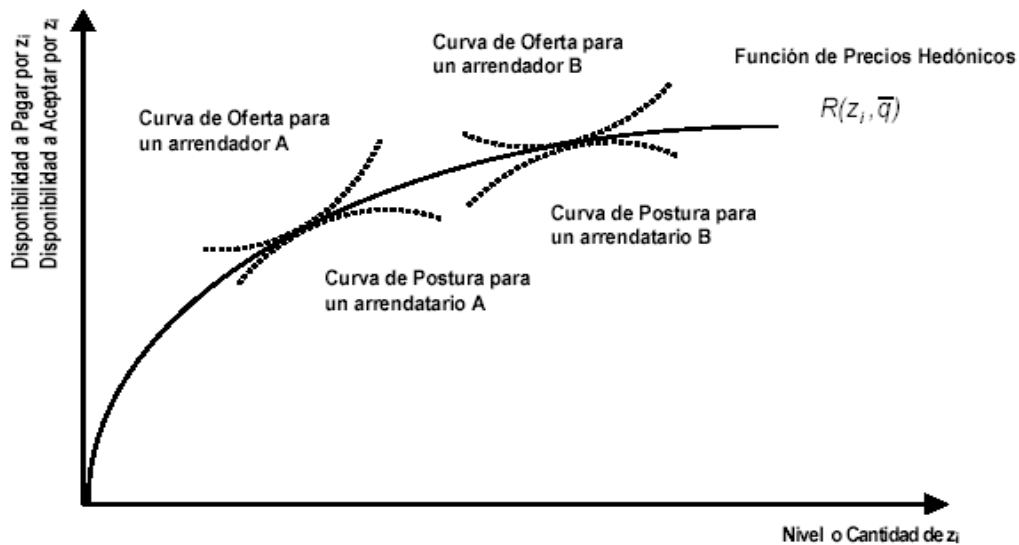
$$p(Z, A, N, \beta) \quad (9)$$

Se requiere que el precio marginal de los diferentes atributos sea igual al costo marginal de dicho atributo (Freeman III, 1993), es decir:

$$\frac{\partial P}{\partial Z_i} = \frac{\partial C}{\partial Z_i} \quad (0)$$

Finalmente llegamos al equilibrio en el mercado cuando las funciones de oferta y de postura o demanda son tangentes, con lo cual se forma la función de precios hedónicos que está constituida por la envolvente de ambas, situación que observamos en el siguiente gráfico:

Gráfico 1. Equilibrio y Precios Hedónicos



Fuente: Hernández (2004).

La metodología de la investigación consiste en aplicar el método de precios hedónicos para la ciudad de Bogotá-Colombia, para determinar qué atributos o características son importantes en la determinación de valor de las viviendas para las diferentes localidades o barrios.¹ La información se la obtuvo de *Metro Cuadrado* (empresa dedicada a la finca raíz), del Departamento Administrativo de Medio Ambiente - DAMA y de la Encuesta de Calidad de Vida 2003: a) Precio de venta tanto de edificios como de casas en las diferentes localidades de Bogotá; b) Nivel de estrato (clasificación socioeconómica realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia); c) Área de la vivienda; d) Tipo de vivienda; e) Seguridad; f) Si está cerca de una área verde; g) Cerca del servicio de Transmilenio (medio de transporte masivo); h) Tiempo de la construcción de la vivienda; i) Nivel de contaminación de PM10 (mg/m³), y j) Nivel de ingreso y Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).

Resultados

Bogotá reporta en construcción el 4.8% del producto interno bruto de Colombia, que a su vez corresponde al 35% del total nacional en este sector. Según Metro Cuadrado, Bogotá presenta un número de viviendas igual a 1,794,204 y actualmente existe un déficit que sobrepasa las 650.000 unidades. De este número de viviendas se escogieron 970, tanto casas como apartamentos de las 19 localidades de Bogotá y de los

1 Usaquen, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Usme, Tunjuelito, Bosa, Kennedy, Fontibón, Engativa, Suba, Barrios Unidos, Teusaquillo, Mártires, Nariño, Antonio Puente Aranda, Candelaria, Rafael Uribe y Ciudad Bolívar.

diferentes estratos económicos.² Para el modelo de precios hedónicos utilizamos las siguientes variables:

- **Precio.** Variable continua que representa el precio de las viviendas en pesos.
- **PM10.** Variable continua que representa el nivel promedio de contaminación por partículas menores a diez micras de la localidad.
- **Tipo.** Variable dummy que toma el valor de uno si la vivienda es apartamento y cero si es casa.
- **Área.** Variable continua que representa al área de construcción de la vivienda.
- **Estrato.** Variable continua que representa el estrato al cual pertenece la vivienda.
- **NBI.** Necesidades básicas insatisfechas de la vivienda. Variable continua dependiendo de la localidad.
- **Tiempo de construcción.** Variable continua que representa el número de años que tiene la vivienda de construida.
- **Seguridad.** Variable dummy que toma el valor de uno si la vivienda presenta seguridad las 24 horas y cero en caso contrario.
- **Transmilenio (Sistema de Transporte Masivo).** Variable dummy que toma el valor de uno si la vivienda está cerca de una estación de Transmilenio y cero en caso contrario.
- **Zona Verde.** Variable dummy que toma el valor de uno si la vivienda está cerca de una zona verde y cero en caso contrario.

² Se utilizó la fórmula:

$$n = \frac{t^2 * p * q / \epsilon^2}{1 + \left(\frac{t^2 * p * q}{N^2 * \epsilon^2} \right)}$$

Donde:

- n es el tamaño de la muestra
- t es el nivel de confianza al 90%
- p es la probabilidad de ocurrencia del evento, en este caso del 50%
- q es la probabilidad de no ocurrencia del evento, en este caso del 50%
- ε es la precisión igual al 5%

Cuadro 1. Estadísticas Descriptivas

Variable	Media	Desviación Estandar
Precio (miles dólares)	14	17.5
PM10 (mg/m ³)	63.119	26.075
Tipo	0.717	0.45
Área (m ²)	156.87	138.74
Estrato	3.66	1.48
Tiempo Construcción	13.43	1.48
Seguridad	0.92	0.26
Transmilenio	0.81	0.39
Zona Verde	0.85	5.04
Nº de Observaciones = 970		

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

En promedio, el precio de la vivienda en Bogotá es de 14 mil dólares americanos, con un nivel de contaminación de 63.2 mg/m³ de partículas menores a diez micras en las localidades. Las viviendas en promedio presentan 156 metros cuadrados. El promedio de estrato está entre tres y cuatro. Un 90% de las viviendas presenta algún tipo de seguridad, aproximadamente un 80% presenta, por la cercanía, una zona verde y una estación de Transmilenio, un 70% son edificios y en promedio las viviendas tienen una vida de construcción de 13 años.

La siguiente es la función hedónica que se estima:

$$P_{ecio}^{\theta} = \beta_0 + \beta_1 M^{\lambda} + \beta_2 Area^{\lambda} + \beta_3 Estrato^{\lambda} + \beta_4 NBI^{\lambda} + \beta_5 Tipo^{\lambda} + \beta_6 Seguridad^{\lambda} + \beta_7 ZonaVerde^{\lambda} + \beta_8 Transmilenio^{\lambda} + \beta_9 TiempoConstruccion^{\lambda} + \varepsilon_i$$

En el caso de precios hedónicos se deben estimar varias formas funcionales, con el fin de estimar la forma funcional más apropiada (Amemiya & Powell, 1981; Cropper *et al.*, 1988; Green, 2000).

Cuadro 2. Formas Funcionales

Lineal	$\theta = \lambda = 1$	Mínimos Cuadrados Ordinarios
Doble log	$\theta = \lambda = 0$	Mínimos Cuadrados Ordinarios
Semi log (log-lin)	$\theta = 0, \lambda = 1$	Mínimos Cuadrados Ordinarios
Semi log inversa (lin-log)	$\theta = 1, \lambda = 0$	Mínimos Cuadrados Ordinarios
Box Cox no restringida ²⁷	$\theta = \lambda \neq 0$	Máxima Verosimilitud
Box Cox no restringida ²⁸	$\theta \neq \lambda \neq 0$	Máxima Verosimilitud

Fuente: Carriazo, 1999.

Se realizaron las estimaciones para las seis formas funcionales posibles, para identificar si mantienen la robustez respecto a signos y significancia, para finalmente realizar unas pruebas de hipótesis de razón de verosimilitud, para determinar la forma funcional de la regresión hedónica, donde la hipótesis nula presenta una forma funcional conocida y la hipótesis alternativa presenta una regresión Box-Cox no restringida.

El siguiente cuadro nos presenta las diferentes estimaciones, donde se observa que las variables relacionadas con el entorno de la vivienda, por ejemplo el nivel de contaminación (partículas menores a 10 micras), en todos los modelos presentan un signo negativo, lo que indica que a mayor nivel de contaminación el precio de la vivienda es menor, además de que en los diferentes modelos la variable es significativa, exceptuando el modelo logarítmico lineal (log – lin). La variable zona verde no presenta estabilidad respecto al signo y su significancia, ya que en algunos modelos es positivo o negativo y significativa o no significativa.

Cuadro 3. Resultados de las Estimaciones

	Lineal	Doble Log.	Log-Lin	Lin-Log	Box-Cox Sin Restr. 1	Box-Cox Sin Restr. 2
Constante	0.094 (-0.181)	-3.66 (-5.655)*	-462 (-12.41)*	-4.92 (-1.626)***	-4.73 (-11.89)*	-1.875 (-9.46)*
PM10	-0.015 (-1.738)***	-0.316 (-2.803)*	-0.0032 (-1.38)	-1.52 (-1.25)***	-0.427 (-5.32)*	-0.048 (-2.59)*
Area	0.013 (1.68)***	0.878 (2.64)*	0.0033 (1.310)*	2.8 (1.227)***	1.415 (9.72)*	0.088 (2.47)*
Estrato	0.73 (8.47)*	0.82 (13.64)*	0.39 (7.94)*	1.08 (4.34)*	0.8777 (16.595)*	0.628 (14.4)*
NBI	-0.06 (-2.24)**	0.032 (1.698)***	0.0068 (-1.144)***	-0.118 (-2.023)*	0.042 (2.33)**	0.0215 (1.62)***
Tipo	0.033 (-0.16)	0.086 (1.89)***	0.187 (3.88)*	-0.11 (-0.502)	0.105 (2.48)*	0.11 (2.588)*
Seguridad	-0.42 (-1.196)	0.092 (1.216)***	0.12 (1.56)**	-0.32 (-0.872)	0.116 (1.68)**	0.094 (1.26)***
Zona Verde	-0.062 (-0.239)	0.216 (3.77)*	0.259 (4.47)*	-0.089 (-0.323)	0.245 (4.6)*	0.22 (4.04)*
Transmilenio	-0.27 (-1.21)	-0.0525 (-1.072)***	0.02 (0.404)***	-0.478 (-1.978)**	-0.0387 (-0.857)	-0.022 (-0.461)
Tiempo cons.	-0.037 (-3.35)*	-0.0129 (-5.62)*	-0.0036 (-1.39)***	-0.055 (-4.806)*	-0.0117 (-5.53)*	-0.0099 (-4.339)*
F. Verosimilitud	-2343.5104	-866.0846	-871.8583	-2394.9988	-792.3313	-846.6661
F. Verosimilitud Restringida	-2638.2286	-2638.2286	-2638.229	-2638.2286	-2638.2286	-2638.2286
Razon Verosimi.	589.4364	3544.288	3532.7406	486.4596	3691.7946	3583.125

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Otra variable relacionada con el entorno es la presencia de servicio masivo de transporte (Transmilenio)

cerca de la vivienda. Por lo general (exceptuando el modelo log – lin) presenta signo negativo, indicando que la presencia de ese servicio origina una disminución en el precio de la vivienda, pero lo importante es indicar que en la mayoría de modelos la variable no es significativa. En este caso, es necesario identificar cómo afecta esta variable el precio de la vivienda, dependiendo del nivel económico de las personas que en ellas habitan, situación que es estudiada más adelante en los ejercicios econométricos, considerando zonas económicas.

Respecto a variables no relacionadas con el entorno, es decir variables de características estructurales de la vivienda, la variable área es positiva y significativa en todos los modelos, indicando que a medida que aumenta el área de la vivienda el precio es mayor. Otra variable es el tipo de vivienda. Por lo general si la vivienda es de tipo apartamento, tiene un mayor precio que si es una casa, aunque dependiendo del modelo puede ser significativa o no. La variable seguridad nos muestra que en cuatro modelos presenta signo positivo, indicando que si la vivienda presenta algún mecanismo de seguridad, el precio de la vivienda es mayor. Entre las variables estructurales tenemos la relacionada con el tiempo de construcción de la vivienda. En todos los modelos la variable presenta signo negativo, indicando que a mayor número de años de construida, menor el precio. Es importante indicar que en todos los modelos la variable es significativa.

Por último, las variables relacionadas con las condiciones socioeconómicas del hogar, indican que la variable estrato presenta en todos los modelos un signo positivo, indicando que a medida que aumenta el nivel de estrato el precio de la vivienda es mayor, siendo la variable significativa en todos los modelos al uno por ciento.

Cuadro 4. Prueba de Hipótesis

Modelo Vs BCNR	Hipotesis	Ln de funcion de verosimilitud	Estadistico	Conclusion	
Lineal	Ho: lambda = theta = 1	Lambda	-2343.5104	2993.6886	Rechaza
		Theta	-2343.5104		
BCNR	Ha: lambda ≠ Theta ≠ 1	Lambda	-846.6661	2993.689	
		Theta	-1217.22789	2252.56	
Doble Log	Ho: lambda = theta = 0	Lambda	****		Rechaza
		Theta	-1236.64637	38.837	
BCNR	Ha: lambda ≠ Theta ≠ 0	Lambda	-846.6661		
		Theta	-1217.22789	38.837	
Log - Lin	Ho: lambda = 0 theta = 1	Lambda	-871.8583	50.3844	Rechaza
		Theta	-1242.42004	50.3843	
BCNR	Ha: lambda ≠ 0 Theta ≠ 1	Lambda	-846.6661		
		Theta	-1217.22789		
Lin - Log	Ho: lambda = 1 theta = 0	Lambda	-2394.9988	3096.6654	Rechaza
		Theta	-2395.00358	2355.5538	
BCNR	Ha: lambda ≠ 1 Theta ≠ 0	Lambda	-846.6661		
		Theta	-1217.22789		

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

El cuadro 4 presenta las diferentes pruebas de hipótesis para identificar la forma funcional que mejor se ajusta a los datos. Como se observa, todas las pruebas se rechazan y por ende no se tiene una forma funcional conocida. Se deben buscar valores tanto para *lambda* como para *theta*. Para la función de precios hedónicos, se recurre a un modelo Box-Cox sin restringir.

Cuadro 5. Modelo Box-Cox sin Restringir

Lambda = -0.59	Theta = -1			
Variable	Media	Coefficiente	DAP	Elasticidad
PM10	63.119	-0.052	-0.0005	-0.012
		(1.89)***		
Area	156.87	12.43	0.031	1.736
		(2.055)**		
Estrato	3.66	1.57	0.007	0.291
		(11.073)*		
NBI	5.74	-0.0337	-0.028	-0.044
		(1.554)***		
Tipo	0.71	0.305	7.043	1.366
		(5.74)*		
Seguridad	0.92	0.309	4.726	1.188
		(3.56)*		
Zona Verde	0.85	0.567	9.835	2.284
		(8.36)*		
Transmilenio	0.8	0.066	1.261	0.276
		(1.19).		
Tiempo Constr.	13.43	-0.0073	-0.0016	-0.006
		(-2.86)*		
Constante	1	-22.03	-295.11	-80.63
		(-3.144)*		

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

El cuadro anterior presenta la mejor forma funcional de un modelo Box-Cox sin restringir, dando valores tanto para λ (-0.59) como para θ (-1). Observamos que la variable contaminación, representada por las partículas menores a diez micras, presenta signo negativo: a mayor nivel de contaminación menor el precio de la vivienda. La variable área de la vivienda presenta un signo esperado positivo: a mayor el número de metros cuadrados mayor el precio. La variable estrato con signo positivo nos muestra que a medida que la estratificación aumenta, sigue la misma dirección el precio de la vivienda. La variable NBI presenta un signo negativo, como lo que se esperaba, indicando que a medida que la casa presenta menor calidad en los materiales y menor acceso a servicios públicos, el precio es menor, es decir, a mayor nivel de NBI menor el precio.

Si la vivienda si es de tipo apartamento tiene un mayor precio que una casa. La variable seguridad indica que si la vivienda presenta algún tipo de seguridad, el precio de la misma es mayor. Si cerca de la vivienda se tiene la presencia de zonas verdes o de sistema de transporte masivo, el precio de la vivienda es mayor. Y finalmente, el tiempo que lleve la construcción determina el precio en forma inversa, es decir, a mayor número de años de construcción menor el precio de la vivienda. Cabe indicar que casi todas las variables son significativas, exceptuando la variable transporte masivo.

Ya que se tiene definida la forma funcional, se puede obtener tanto la elasticidad como la disponibilidad a pagar, por un aumento o disminución de los diferentes atributos de la vivienda, de los habitantes de las distintas localidades del Distrito Capital. Por ejemplo la elasticidad de la variable PM10 nos indica que ante un aumento del uno por ciento en el nivel de contaminación, el precio de la vivienda se reduce en un 0.012%. Es importante indicar que en las variables que son consideradas dummy, no pueden ser interpretadas sus elasticidades ni sus disposiciones marginales a pagar, ya que no son valores continuos. La variable área; nos indica que ante el aumento de un metro cuadrado de construcción, el precio de la vivienda aumenta en un 1.7% y la gente estaría dispuesta a pagar por esa unidad adicional 31,000 pesos.

Es interesante identificar qué atributos son importantes para explicar el precio de las viviendas, tanto para las localidades que tengan los mayores niveles de ingreso como los menores, e identificar si la aplicación de una

inversión en la construcción de un área verde o la implementación de transporte masivo como Transmilenio, afecta de distinta manera en los precios de los dos grupos. Para identificar a los dos grupos de poblaciones, ricos y pobres, se partió de las Necesidades Básicas Insatisfechas y en el nivel de ingreso de las localidades de la ciudad.

1) Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Contempla viviendas inadecuadas (viviendas con piso de tierra o material inadecuado en las paredes), viviendas sin servicios (hogares sin agua por acueducto o sin conexión a alcantarillado o pozo séptico), hacinamiento crítico (hogares en donde el número de personas por cuarto es superior a tres), inasistencia escolar (hogares con niños entre los siete y once años que no asisten regularmente al colegio o escuela) y alta dependencia económica (hogares cuyo jefe de hogar tiene un nivel educativo inferior a cuarto de primaria y tiene más de tres personas dependientes).

2) Nivel de Ingresos Per Cápita. A través de los niveles de ingreso per cápita se puede identificar la situación en que vive una familia o los agentes económicos en las diferentes localidades.

En base a los datos del cuadro 6, con respecto a las necesidades básicas insatisfechas y el nivel de ingresos, se decidió armar dos grupos para localidades pobres y ricas:

- Grupo Localidades Pobres: Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Usme y Bosa.
- Grupo Localidades Ricas: Teusaquillo, Chapinero, Suba y Barrios Unidos.

Cuadro 6. Necesidades Básicas Insatisfechas e Ingreso Per Cápita por Localidad (2003)

Localidad	NBI	Localidad	Ingreso Por Habitante (Dólares)
Ciudad Bolivar	16.2	Usme	73.3
San Cristobal	15.8	Ciudad Bolivar	87.5
Usme	14.8	San Cristobal	89.5
Santa Fé	12.8	Bosa	103.8
Bosa	9.7	Rafael Uribe	113.2
Tunjuelito	9.3	Tunjuelito	126.1
Kennedy	9.1	Kennedy	145.3
Candelaria	9	Antonio Nariño	165.4
Rafael Uribe	8.3	Mártires	166.4
Fontibón	6.8	Santa Fé	180.9
Mártires	5.1	Puente Aranda	187.7
Usaquen	3.9	Candelaria	194.0
Engativá	3.8	Fontibón	213.7
Puente Aranda	3.7	Engativa	214.6
Barrios Unidos	3.5	Barrios Unidos	289.2
Antonio Nariño	3	Suba	310.8
Suba	2.8	Teusaquillo	430.6
Chapinero	1.6	Usaquen	669.4
Teusaquillo	0.2	Chapinero	730.3

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Atributos para localidades pobres:

En el siguiente cuadro se observa que para las localidades escogidas como pobres, se consideran en promedio 22 millones de pesos para el precio de la vivienda; el nivel de contaminación de PM10 asciende en 12 -xx

promedio a 104.76 mg/m³; un 69% vive en apartamentos; un 81% de las viviendas presentan alguna zona verde, y un 75% presenta alguna ruta de sistema de Transmilenio.

Cuadro 7. Estadísticas Descriptivas

Variable	Media	Mínimo	Máximo	Casos
Precio (Dólares)	10,714.3	785.7	38,857.1	110
PM10	104.76	75.9	114.7	110
NBI	15.14	9.7	16.2	110
Zona Verde	0.81	0	1	110
Transmilenio	0.75	0	1	110
Tipo	0.69	0	1	110
Área	165.7	30	700	110

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Lo siguiente es realizar la estimación, que en este caso se realizó a través de mínimos cuadrados ordinarios. Se observa que los signos son los esperados. Por ejemplo, la presencia de contaminación indica una disminución en el precio de la vivienda. Ya que la variable PM10 es continua, se puede interpretar la elasticidad como que ante un aumento del diez por ciento del nivel de contaminación, el precio de la vivienda disminuye en un 25.6%. El signo de la variable área nos indica que ante el aumento de los metros cuadrados de la construcción, debe aumentar el precio.

Cuadro 8. Resultados de la Estimación

Variable	Coefficiente	P valor	Elasticidad
CONSTANTE	14.16	0	-
PM10	-0.05	0.01	-2.56
NBI	-0.43	0	-2.88
Zona Verde	-0.08	0.1	-0.03
Transmilenio	0.15	0.07	0.05
Tipo	0.42	0.2	0.13
Área	0.0004	0.1	0.03
R2 = 0.62	P valor = 0.00		

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

En este grupo se pensaría que la variable Transmilenio influye positivamente en el precio, debido a que la mayoría de la gente no tiene movilidad propia y debe recurrir a este servicio, situación que no pasaría en el grupo de localidades ricas. Tener una estación o ruta de Transmilenio cerca, incrementa el precio de la vivienda y presenta mayores beneficios, en comparación con otros problemas de robo o congestión de otras vías.

En el caso de la variable zona verde, la presencia de un parque cerca de la vivienda disminuye su precio, debido a que puede ser un foco para la acumulación de basura o para situaciones de inseguridad como un atraco. Situación contraria a lo que se piensa pasaría en el grupo de localidades ricas.

Atributos para localidades ricas

En el cuadro 9 se observa que el precio de las viviendas en localidades ricas, es en promedio de 17 mil dólares americanos, aproximadamente, un precio en promedio mayor al que se tiene en el grupo de localidades pobres. El nivel de contaminación es mucho menor en este grupo: en promedio se tiene 46.84 mg/m³. En promedio un 90% de viviendas presenta zona verde y un 86% tiene acceso a Transmilenio. En ambas variables este grupo tiene un mayor acceso que las localidades pobres. Un 74% de viviendas son apartamentos y en promedio una vivienda presenta 180 m² de construcción.

Cuadro 9. Estadísticas Descriptivas

Variable	Media	Mínimo	Máximo	Casos
Precio (Dólares)	17,142.9	1,809.5	114,285.7	471
PM10	46.84	35.37	69.39	471
NBI	1.92	0.2	3.5	471
Zona Verde	0.9	0	1	471
Transmilenio	0.86	0	1	471
Tipo	0.74	0	1	471
Área	179.58	28	1200	471

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Al realizar la estimación para este grupo, los signos son los esperados: si el nivel de contaminación de PM10 aumenta en diez por ciento, el precio de la vivienda se reduce en un 62%. En comparación con el grupo de localidades pobres, en este grupo la contaminación disminuye en mayor cantidad el precio de la vivienda.

Cuadro 10. Resultados de la Estimación

Variable	Coefficiente	P valor	Elasticidad
CONSTANTE	2.93	0	-
PM10	-0.05	0.00	-0.62
NBI	-0.31	0.022	-0.16
Zona Verde	1.5	0	0.37
Transmilenio	-1.21	0.02	-0.28
Tipo	0.11	0.6	0.02
Área	0.01	0	0.87
R2 = 0.69	P valor = 0.00		

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Lo interesante es el signo de las variables zona verde y Transmilenio. En el caso de la variable zona verde, la presencia de un parque incrementa el precio de la vivienda, debido a que puede ser un lugar de distracción y de paseo para los habitantes, además de considerarla segura por la probable presencia de vigilancia. En el caso de la variable Transmilenio, se pensaría que la presencia de este servicio reduce el precio, debido a que originaría la congestión de las vías paralelas, el incremento de gente que se moviliza o transita por la zona, el incremento en la inseguridad por la congestión de personas, el ruido, etcétera.

Como se observa, una obra pública puede traer consecuencias diferentes en los precios de las viviendas, dependiendo de la zona (Follain & Jiménez, 1985a,b). Jaramillo (2006) indica que el impacto de la inversión por el suministro estatal en infraestructura puede ser mayor, igual o menor que la inversión o en algunos casos hasta puede ser negativa. Asimismo indica que el impacto puede ser positivo o negativo en diferentes lotes. La implementación de infraestructura por parte de entidades privadas o públicas afecta los precios de los terrenos de manera indirecta, es decir, altera los usos de la tierra. Puede que una zona dedicada a vivienda se convierta a actividades comerciales o a la inversa.

Conclusiones

La metodología de precios hedónicos es una relación entre el precio de un bien heterogéneo y las características que contiene. La investigación, luego de realizar varios modelos econométricos y pruebas de hipótesis para identificar la forma funcional correcta de la función hedónica, encuentra que variables estructurales de la vivienda como área o si el tipo de vivienda es un apartamento, afecta positivamente al precio; si la vivienda presenta materiales de baja calidad, afecta negativamente el precio de la vivienda, y si el número de años de la construcción aumenta, la afecta negativamente.

Respecto a variables del entorno de la vivienda, la contaminación ambiental (PM10) afecta negativamente el precio, mientras que la presencia de zonas verdes y de sistema de Transmilenio implica un aumento del nivel de precios.

Un resultado importante es que la puesta en marcha de un proyecto de uso público puede incidir de distinta forma en el nivel de precios de las viviendas (afectando de vía indirecta por medio del cambio de uso), dependiendo de la localidad donde sea aplicado. Por ejemplo, en el estudio se llega a la conclusión de que la implementación de un zona verde en la localidades ricas (Chapinero, Teusaquillo, Suba y Barrios Unidos), puede afectar positivamente el precio de las viviendas, debido a que la gente puede ir al parque a descansar; y hacer deporte sin temor a encontrarse con basura o con un atraco, situación totalmente diferente a la que se puede presentar en localidad pobres (Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Usme y Bosa). La presencia del sistema de Transmilenio en localidades pobres afecta positivamente el precio de la vivienda, mientras que la presencia del sistema en localidades ricas la afecta negativamente. Esto se puede presumir porque en una zona puede ser de mucha ayuda como sistema de transporte masivo, mientras que en la otra, donde se tiene mayor acceso a transporte propio, puede representar el congestionamiento de vías alternas.

Bibliografía

Abelson, P.W. (1979), "*Property Prices and Value of Amenities*". Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 6, pp. 11-28.

Amemiya, T. & Powell J.L. (1981), "*A Comparison of the Box Cox Maximum Likelihood Estimator and the Nonlinear Two – Stage Least Squares Estimator*". Journal of Econometrics, Vol. 17, pp. 351-382.

Ardila, S. (1993), "*Guía para la utilización de Modelos Econométricos en Aplicaciones del Método de Valoración Contingente*". Banco Interamericano de Desarrollo. Diciembre, 1-24.

Brookshire, D.D., Thayer M.A., Schulze, W.D., d'Arge, R.C. (1982), "*Valuing Public Goods: A Comparison of*

Survey and Hedonic Approaches". American Economics Review, Vol. 72, pp. 165-178.

Cropper, M.L., Deck, L.B. & McConnell, K.E. (1988), "*On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions*". Reviews of Economics and Statistics, Vol. 70, no. 4, pp. 668-675.

Carriazo, F. (1999), "*Impactos de la contaminación del aire en el precio de la vivienda: una valoración económica para Santa Fe de Bogotá*". Artículo Publicable Programa de Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad de los Andes, Bogotá-Colombia.

Clichevsky, N. (2003), "*Pobreza y acceso al suelo urbano. Algunas interrogantes sobre las políticas de regularización en América Latina*". Serie Medio Ambiente y Desarrollo No. 75. CEPAL, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.

Freeman III, M. A. (1993), "*The Measurement of Environmental and Resource Values. Theory and Methods*". Resources for the Future, Washington, D.C.

Follain, J.R. & Jiménez, E. (1985a), "*The Demand for Housing Characteristics in Developing Countries*". Regional Science and Urban Studies, Vol. 22, pp. 421-432.

Follain, J.R. & Jiménez, E. (1985b), "*Estimating the Demand for Housing Characteristics: A Survey and Critique*". Regional Science and Urban Studies, Vol. 15, pp. 77-107.

Green, W.H. (2000), "*Econometric Analysis*". Fourth Edition. Prentice Hall.

Gottlieb, P. (1996), "*Hedonic Models: Valuation of Urban Parks*". Department of Agricultural and Resources Economics. University of Maryland. College Parks. First Drafts.

Jaramillo, S. (1994), "*Hacia una teoría de la renta del suelo urbano*". Ediciones UNIANDES / Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá-Colombia.

Jaramillo, S. (2006), "*El estado y el precio del suelo urbano*". CEDE, Universidad de los Andes, Bogotá-Colombia.

Máler, K.G. (1974), "*Environmental Economics: A theoretical Inquiry*". The Johns Hopkins University Press for Resources for the Future, Baltimore.

Navarre, A. (2004), "*Vivienda subsidiada y condiciones urbanas como mejora en la calidad de vida: el caso de metrovivienda*". Artículo Publicable Programa de Maestría en Economía de Graduados, Universidad de los Andes, Bogotá-Colombia.

Vecchione de Ochoa, L. (1989), "*Un modelo del valor del suelo urbano en el área metropolitana de Mérida*". Revista Económica No. 4 171-210, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales, Universidad de los Andes, Mérida-Venezuela.