

DETERMINANTES DEL PRECIO DE LA VIVIENDA EN SANTIAGO : UNA ESTIMACIÓN HEDÓNICA

Eugenio Figueroa B.*
George Lever D.**

EXTRACTO

Siguiendo la tradición de una extensa literatura de la economía urbana, desarrollada a partir de la base teórica propuesta por Rosen (1974), aquí se utiliza un modelo de precios hedónicos para analizar la determinación del precio de la vivienda (casas) en el mercado de Santiago. La estimación empírica del modelo permite explicar sobre el 70 por ciento de la varianza del precio de mercado de las casas. Las ocho variables explicativas resultan ser altamente significativas. Corresponden a algunas inherentes a la vivienda misma, a otras propias de su vecindario, a una relacionada a su localización dentro de la ciudad, y a una última relativa al *zoning* del Plano Regulador de Santiago. También se discuten algunos aspectos metodológicos. Finalmente, se presentan predicciones de precios de mercado para dos tipos de viviendas de interés, las que se sensibilizan por calidad del vecindario.

ABSTRACT

Following the tradition of a broad literature in urban economics, developed from the theoretical basis proposed by Rosen (1974), this paper uses a hedonic price model to analyze the determination of the price of shelters (houses) in Santiago's housing market. The empirical estimation of the model allows to explain more than 70 percent of the variance of the market price of the houses. The 8 explanatory variables are highly significant. Some of them are inherent to the same house, others pertain to the neighborhood, one is related to the location of the house within the city and, a last one is referred to Santiago's zoning. Some methodological aspects are also discussed. Finally, predictions for the market price of two classes of houses of particular relevance are presented, which are sensitized for neighborhood quality.

* Profesor del Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Chile.

** Investigador Asociado, Cámara de Comercio de Santiago. Se agradecen los comentarios recibidos en el Taller de Investigación del Departamento de Economía de la Universidad de Chile, en el Encuentro Anual de Economistas de Chile y de dos árbitros anónimos. Las discusiones con L. Firinguetti de la Universidad de Santiago, T. McConnell de la University of Maryland y P. Trivelli de la Universidad Católica fueron muy útiles. Los errores siguen siendo de exclusiva responsabilidad de los autores.

DETERMINANTES DEL PRECIO DE LA VIVIENDA EN SANTIAGO: UNA ESTIMACIÓN HEDÓNICA*

Eugenio Figueroa B.
George Lever D.

1. INTRODUCCIÓN

Rosen (1974) estableció las bases teóricas para el desarrollo de la extensa literatura en precios hedónicos que hoy se conoce, y en la que el estudio de los mercados de la vivienda en diferentes partes del mundo ocupa un lugar preponderante. A pesar de la vertiginosa evolución ocurrida en el mercado de los bienes raíces del país en los últimos quince años, son escasos los trabajos existentes para los distintos mercados de propiedades en Chile. Entre ellos se pueden mencionar los de la Universidad Católica (1988), Figueroa y Lever (1992 y 1990), y Gutiérrez y Wunder (1991).

Aquí se presenta un modelo hedónico que estudia la determinación del precio de las casas en la ciudad de Santiago. Entre las variables que determinan el precio de la vivienda se incorporan algunas inherentes a la propiedad misma, otras propias del vecindario en que ésta se encuentra, una relacionada con la ubicación de la vivienda dentro de la ciudad y, finalmente, otra relativa al *zoning* determinado por el Plano Regulador.

La estimación empírica resulta satisfactoria, permitiendo que ocho variables expliquen sobre el 70 por ciento de la formación del precio de mercado de las casas en Santiago.

La próxima sección discute el modelo hedónico utilizado. En la siguiente, se presentan y discuten los resultados obtenidos. En la cuarta sección se entregan las conclusiones.

* *Estudios de Economía*, publicación del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, vol. 19, n° 1, junio de 1992.

2. EL MODELO HEDÓNICO

La edificación y el terreno de una vivienda conforman la unidad física de un bien raíz que es la que formalmente se transa en un contrato de compra-venta. Ella es traspasada en combinación con un paquete de atributos, compuestos por las características y particularidades propias de la vivienda (metros cuadrados construídos, superficie del terreno, calidad de la construcción, número de habitaciones, características del vecindario, acceso a servicios, etc). De este modo, cada bien raíz tiene un precio de mercado que se determina en un complejo juego de ofertas y demandas por cada uno de los atributos que forman el paquete de características que acompaña a la unidad física transada por contrato. Cada atributo o característica tiene por tanto su respectivo precio sombra (implícito), y el conjunto de precios de todos los atributos que conforman el paquete determina el precio final (explícito) de mercado del bien raíz (Rosen, 1974).

En el caso de las viviendas, la unidad física que se transa está constituída por el terreno (componente permanente) y la edificación (componente transitorio).

Aquí se utiliza un modelo de determinación del precio de mercado de las viviendas (casas) en el área urbana de la ciudad de Santiago. Sus valores de mercado no sólo están determinados por las características que como vivienda ofrece cada bien raíz, sino que también por los complejos procesos de inversión, especulación y arbitraje que tienen lugar con el desarrollo y crecimiento de las ciudades, con la congestión de las áreas urbanas que se produce con el aumento del poblamiento y la edificación, y con las políticas de regulación urbanística que adopta la autoridad.

Siguiendo la metodología estándar, se emplea una ecuación hedónica de precios que capta el efecto de los distintos atributos individuales de una vivienda en la determinación de su precio de mercado. Los atributos que se incluyen son aquellos considerados relevantes, que fueron determinados de acuerdo con la opinión de personas con amplia experiencia en el mercado de la vivienda de Santiago, el propio criterio de los investigadores y, como siempre ocurre, con la disponibilidad de datos.

El modelo hedónico utilizado es de la forma general siguiente:

$$P_v = g(I, V, U, Z; \phi) \quad (1)$$

La variable P_v , corresponde al precio del metro cuadrado construido de vivienda en algún punto dentro del radio urbano de Santiago, y que se asume está determinado por los argumentos de la función g .¹ Se considera que esta variable dependiente corresponde al precio de la vivienda como una unidad, lo que supone que el terreno sobre el que se levanta la edificación propiamente tal constituye una de las varias características que conforman el paquete de atributos de la vivienda transada.² Sin embargo, debe tenerse presente que en ocasiones la mayor proporción del valor de un bien raíz puede estar explicada por el terreno, siendo sólo residual el aporte al precio que hace la construcción que dicho terreno soporta. Este es el caso, por ejemplo, de viviendas que son adquiridas para derribar su edificación y utilizar el terreno para la construcción de un edificio de altura.³

Los argumentos o variables explicativas de la ecuación hedónica en (1) se agrupan en cuatro categorías. La primera categoría, I, corresponde a un grupo de variables que pueden considerarse como inherentes al edificio de la vivienda. Entre ellas se incluye el logaritmo natural de la superficie construida (LCONS), que capta las variaciones en el valor del metro cuadrado construido que provoca el aumento del tamaño de la vivienda. El efecto debería ser negativo, porque el precio unitario debería caer al aumentar la oferta total o porque, visto de otra manera, los costos unitarios de transacción se elevan al disminuir la cantidad total transada.

Otra variable del grupo I corresponde al logaritmo natural de la superficie del terreno sobre el que se levanta la vivienda, (LTERR). El área del sitio es una característica del bien raíz que se considera que al aumentar, *ceteris paribus*, genera un mayor espacio habitable, por lo que se espera que terrenos de mayor superficie estén asociados a mayores valores del metro cuadrado edificado.

También se incluye, en este grupo de variables, al número de habitaciones de la vivienda (HAB), que algunos autores utilizan como *proxi* para el tamaño de

¹El precio del metro cuadrado construido se utiliza ampliamente en la literatura como variable dependiente. Se prefiere esta variable sobre el precio total de la casa, principalmente, porque ella permite medir el efecto de la superficie sobre el precio sin perder de vista el resto de las variables independientes. Otra razón es que el precio por metro cuadrado de edificación es la unidad de referencia en los mercados inmobiliarios de casi todos los países.

²Para un estudio del mercado de los terrenos urbanos en Santiago, véase, Figueroa y Lever (1992).

³Witte (1975) encontró en EE.UU., que el componente del terreno aumentó su participación en el valor total de las viviendas de 11 a 24 por ciento entre 1950 y 1974. Manning (1988) indica que tal participación habría sido del 50 por ciento en 1986.

la vivienda. Sin embargo, es posible que el número de habitaciones de una vivienda pueda más bien reflejar la calidad de ésta. El efecto esperable del tamaño de la vivienda sobre su precio es negativo, mientras que el de la calidad es positivo, por lo que el signo de la variable HAB no puede determinarse *a priori*, y dependerá de cual de estos efectos predomine.⁴

Por último, también en éste grupo se incluye una variable *dummy* para la presencia o ausencia de habitaciones de servicio (dormitorios para la servidumbre), (SER). Debido a que esta variable indica en alguna medida el grado de equipamiento de la vivienda, debería servir de *proxi* de su calidad, y se debe esperar un efecto positivo sobre el precio de la vivienda.

El segundo grupo de variables, V, corresponde al de las características del vecindario en que se encuentra la vivienda. La primera de éstas es el ingreso promedio del vecindario, (Y). Normalmente se encuentra que altos ingresos están asociados a sectores residenciales exclusivos, que confieren *status* social, que concentran altos niveles de gasto público en infraestructura, que presentan más elevados índices educacionales, que atraen mejores servicios anexos, etc. Lo contrario ocurre con barrios de bajos niveles de ingreso promedio. Es decir, esta variable ingreso promedio del vecindario es una buena *proxi* para lo que en economía urbana se ha dado por llamar "calidad" o "nivel socioeconómico" del barrio. Por ello, es común encontrar que esta variable es la que presenta mayor correlación con el resto de las características de un bien raíz. Empíricamente se observa, en general, un claro efecto positivo del nivel de ingreso (calidad) del vecindario sobre el precio de la vivienda.

Ridker y Henning (1967) emplean la variable ingreso como *proxi* para las características de la propiedad y del vecindario no incluidas explícitamente en su modelo de precios de viviendas, y encuentran un efecto positivo. Manning (1988) explica diferenciales de precios de terrenos entre ciudades de Estados Unidos, por diferenciales de ingresos de los residentes. Peiser (1987), concluye que vecindarios con mayores ingresos determinan mayores rentas al comercio circundante, lo que produce mayores precios de la tierra urbana en su período de desarrollo.

La densidad de población (DPOB) es otra variable propia del vecindario donde se encuentra la vivienda, y que tiene tres efectos. Primero, la densidad poblacional de un vecindario determina en algún grado las expectativas de

⁴Por ejemplo, Ridker y Henning (1967) encontraron un predominio del efecto calidad de la vivienda en EE.UU.

desarrollo futuro del área. La dimensión dinámica de este efecto es interesante; por ejemplo, una baja densidad poblacional con tasas de aumento crecientes anticipan una fuerte valoración de los terrenos del sector, atrayendo muchas veces inversiones especulativas que buscan aprovechar las ganancias de capital derivadas de los mayores precios que provoca el desarrollo posterior.

Un segundo efecto de la densidad poblacional está dado por el grado de congestión que de ella se deriva. La congestión representa en general una externalidad negativa que, por las dificultades y molestias que provoca a quienes deben sufrirla, induce menor calidad de vida y disminuye el valor de las propiedades. El tercer efecto de la densidad poblacional opera en el sentido contrario de la congestión, y se asocia a la mayor escasez relativa de suelo que genera el aumento de la densidad, la que induce a aumentos en el valor de los bienes raíces.

Al igual que en el caso del número de habitaciones, el efecto neto final de la densidad poblacional sobre el precio de la vivienda dependerá de cual sea el efecto de los descritos que predomine. No hay razones teóricas para esperar a *priori* el predominio de alguno de ellos, por lo que es necesario el *testeo* empírico para determinar en cada mercado la dirección y magnitud del efecto neto asociado.

Manning (1968), pese a advertir que mayor densidad poblacional está asociada a mayores índices de delincuencia y polución, encuentra empíricamente que, tanto aumentos de densidad como mayores velocidades de crecimiento de la densidad, provocan aumentos en los precios de los bienes raíces. Manning explica el predominio de los efectos positivos por las mayores oportunidades económicas, culturales y sociales que induce la mayor densidad.

Roback (1982), Cropper (1981) y Rosen (1979) utilizan la variable densidad poblacional como *proxi* para el nivel de urbanización del sector, encontrándole todos ellos coeficientes positivos.

En el tercer grupo de variables, U, se incorpora una variable de ubicación de la vivienda dentro de la ciudad. Aquí se utiliza la *dummy* perímetro central de la ciudad (PCC), que diferencia las viviendas que se encuentran dentro del sector más céntrico y de mayor actividad de la ciudad de las que se encuentran fuera de él. Esta variable se incorpora con el mismo espíritu con que en general los estudios utilizan la variable CBD (*Central Business District*), para indicar si la propiedad se encuentra o no en la zona principal de negocios de la ciudad. Se

presume que la ubicación al interior del CBD desvaloriza un bien raíz en cuanto a su uso residencial.

En general, en la literatura se identifica en las distintas ciudades un gradiente de precios determinada por la distancia al CBD (Diamond, 1980; Chicoine, 1981; Asabere y Harvey, 1985, y Mills y Hamilton, 1984). Estos estudios encuentran mayores precios asociados a menores distancias al CBD. Sin embargo, Johnson y Ragas (1987) descubren que buenas vías de acceso pueden revertir la declinación de los precios al aumentar la distancia al CBD. En igual sentido, Li y Brown (1980) sostienen que se puede producir un "exceso de cercanía" al centro, cuando ésta genera congestión. Por las características del área central de negocios de Santiago, así como por el tipo de sus vías de acceso y los tiempos de viaje que ellas determinan, es esperable encontrar una pérdida de valor de las viviendas asociada a su ubicación dentro del área central de la ciudad.

El último grupo de variables, Z , por *zoning*, está relacionado con la ubicación de las viviendas respecto de las áreas reguladas de la ciudad. En él se incluye una sola variable, la densidad de la construcción (DCONS), que corresponde a una *dummy* que toma el valor uno cuando la vivienda se encuentra en un sector en el que se permite la construcción en altura y, además, se observa una tendencia definida a levantar dicho tipo de edificaciones. Esta misma variable fue utilizada por Figueroa y Lever (1992) para testear empíricamente la determinación del precio de terrenos en Santiago, encontrando que esta variable era la de mayor influencia sobre el valor del suelo urbano en esa capital. La razón de ello es que la regulación urbanística restrictiva (*zoning*) excluye de algunos usos a los bienes raíces, por lo que disminuye el valor de las propiedades sobre las que impone dichas restricciones, y genera rentas en las propiedades en las que permite los usos restringidos (Mills, 1989), valorizando estas últimas. Ozanne y Thibodeau (1983) y Johnson y Ragas (1987) coinciden al encontrar desvalorización de los terrenos ubicados en zonas en que no se permite alta densidad de construcción.

Por lo anterior, se espera un efecto positivo sobre el precio de las viviendas ubicadas en zonas del Plano Regulador de Santiago que permiten la construcción en altura.

En la ecuación (1), ϕ corresponde al set de parámetros de la forma funcional g . Esta corresponde a una forma logarítmica lineal en los parámetros, escogida según el criterio propuesto por Palmquist (1984), que se basa en la proposición

general de Theil (1971) de seleccionar la forma funcional de mejor desempeño. En los trabajos empíricos más recientes de modelos hedónicos se ha generalizado la utilización de la transformación de Box y Cox (1964), con el propósito de determinar a partir del set de datos utilizados en la estimación del modelo la forma funcional de máxima-verosimilitud (MV). La forma funcional g que aquí se utiliza corresponde a un caso particular de la transformación de Box-Cox, en la que los parámetros que caracterizan a esta transformación, los λ s, toman valores 0 ó 1.⁵

Spitzer (1982) propuso cuatro técnicas de estimación equivalentes para el caso de modelos que emplean la transformación de Box-Cox. Estas técnicas corresponden a MV, MV concentrada, mínimos cuadrados no lineales (MCNL), y mínimos cuadrados iterativos (MCI). Las dos últimas utilizan adicionalmente a la transformación de Box-Cox una propuesta por Zarembka (1974). Sin embargo, Amemiya y Powell (1981) y Poirier (1978) han planteado la inconveniencia de utilizar en modelos transformados por Box-Cox estimaciones de MV bajo el supuesto usual de normalidad en la distribución de los errores. La implementación de los MCI es relativamente sencilla, lo que resta algo de validez a la justificación de utilizar formas funcionales estándares y seleccionar la de mejor desempeño como se hace aquí, debido a la mayor complejidad de la estimación de los modelos Box-Cox-transformados. Sin embargo, en la literatura han sido ampliamente utilizadas las formas funcionales logarítmicas, logarítmica lineal, y logarítmica inversa. No se ha utilizado la más simple especificación lineal porque teóricamente no es dable esperar una relación de este tipo entre las características de un bien heterogéneo como las viviendas y su precio (Rosen, 1974). Cabe mencionar, que el empleo que aquí se hace de la forma logarítmica, está adicionalmente avalado por el hecho de que empíricamente se ha encontrado que el valor del parámetro lambda de la transformación Box-Cox para este tipo de regresiones es comúnmente cercano a cero (Figuroa, 1992.a y .b); y, Figuroa y Firinguetti, 1992).⁶

⁵La transformación Box-Cox más general corresponde a:

$$P_V^{(\lambda)} = \beta_0 + \beta_2 X_2^{(\lambda_2)} + \beta_3 X_3^{(\lambda_3)} + \dots + \beta_m X_m^{(\lambda_m)} + \mu$$

donde $y^{(\lambda)}$ se define, para todo y , como $(y^\lambda - 1)/\lambda$ si $\lambda \neq 0$, y como $\ln y$ si $\lambda = 0$; las variables x corresponden a los argumentos de g en la ecuación (1), incorporados en los grupos de variables I, V, U y Z; los parámetros β corresponden a los incluidos en el set ϕ en (1), y μ es un término de error aleatorio.

⁶Gutiérrez y Wunder (1991) encuentran un valor de lambda igual a 1, pero en el mercado de viviendas sociales progresivas. Tal mercado es difícilmente asimilable al aquí estudiado.

El modelo en (1) se estimó utilizando datos de un corte transversal de diciembre de 1989, correspondientes a información sobre ofertas de casas en Santiago, publicada por un periódico. El empleo de precios de oferta en una regresión hedónica, en contraposición al uso de precios de transacciones efectivamente ocurridas en el mercado, podría plantear un problema metodológico. Sin embargo, aunque la teoría subyacente al modelo (Rosen, 1974) recomendaría la utilización de este último tipo de información, los precios de oferta no constituyen un problema teórico ni econométrico cuando el mercado de la vivienda estudiado está suficientemente desarrollado, y los vendedores se comportan en forma racional (Figueroa, 1992.a). La primera condición se cumple en el caso del mercado de la vivienda en Santiago, y la segunda es un supuesto que difícilmente podría considerarse arriesgado en el contexto de los oferentes de viviendas en Santiago.

3. RESULTADOS

3.1. Estimación del modelo

El cuadro 1 muestra los resultados obtenidos de la estimación por MCO del modelo hedónico en (1), con la variable dependiente expresada en forma logarítmica. En ella se observa que el modelo permite explicar más del 70 por ciento de la varianza del precio del metro cuadrado construido de vivienda, a través del efecto de las ocho variables explicativas analizadas en la sección anterior, todas las cuales resultan ser significativas al 95 por ciento.⁷ Se aprecia además que todos los coeficientes tienen los signos teóricamente esperados.

Es interesante estudiar las implicancias que los coeficientes estimados tienen para la intensidad relativa del efecto de cada variable explicativa en la determinación del precio de las casas. Por ejemplo, se observa que, al doblarse la superficie construida, el valor del metro cuadrado de edificación cae en 16,72 por ciento.⁸

Un efecto contrario se aprecia al duplicarse la extensión del sitio sobre el que se levanta la construcción, lo que aumenta en 28,07 el precio de la vivienda.

⁷Es necesario hacer notar que los valores "t" reportados en el cuadro 1 podrían estar sobrestimados, debido a la forma funcional que se asume para la función hedónica utilizada (Spitzer, 1982).

⁸Equivalentemente se puede decir que, por cada 10 por ciento de aumento en la superficie construida, el precio del metro cuadrado construido cae en aproximadamente 17 por ciento.

La dirección de cada uno de estos efectos fue explicada en la sección anterior por razones de economías de escala y de mejoría del espacio habitable, respectivamente.

CUADRO 1

ESTIMACION DEL MODELO HEDONICO POR MCO

Variable independiente: Logaritmo natural del
precio del metro cuadrado construido

Variables independientes	Coefficiente estimado	Test t
Constante	0,999	4.288
LCONS	- 0,264	- 5.928
LTERR	0,365	12.698
HAB	- 0,038	- 3.391
SERV	0,088	3.037
Y	0,177	22.610
DPOB	- 0,034	- 2.049
PCC	- 0,230	- 2.017
DCONS	0,187	3.669
R Cuadrado : 0,720		
R Cuadrado Ajust. : 0,715		
TEST F : 130,127		

La existencia de habitaciones de servicio también muestra un comportamiento esperado, con un valor del coeficiente para la variable respectiva de 0,088. Este valor implica que una casa en Santiago aumenta en 9,15 por ciento su precio si, mantenidas constantes, todas las características restantes, ésta posee dependencias de servicio.

El ingreso promedio demostró, como generalmente ocurre en este tipo de estudios, que empíricamente la calidad del vecindario en que se encuentra la

vivienda tiene una fuerte influencia en su precio. El coeficiente de 0,177 para esta variable, implica que el precio de una casa aumenta en 19,32 por ciento al aumentar en un punto el índice de ingresos del vecindario.⁹

Como se esperaba, las casas de Santiago sufren un castigo del 20,56 por ciento en su precio de mercado cuando, *ceteris paribus*, se encuentran ubicadas al interior de la zona céntrica de la ciudad. En este resultado, podría estar teniendo una fuerte influencia la percepción poblacional de los altos grados de contaminación atmosférica que afectan al centro de Santiago.

El coeficiente de 0,187 para la variable densidad de la construcción, está señalando que cuando una vivienda se encuentra ubicada en una zona del Plan Regulador de Santiago que permite la construcción en altura y que además se está desarrollando en esa dirección, alcanza un mayor precio de 20,58 por ciento.

La variable número de habitaciones de la vivienda muestra tener un efecto negativo en la determinación de su precio. Su coeficiente de -0,04 indica que por cada habitación adicional que posee la casa su valor cae en un 3,76 por ciento. Esto estaría señalando que en el mercado residencial de Santiago predomina el efecto de la vinculación de esta variable con el tamaño de la vivienda, el que al aumentar hace disminuir el precio del metro cuadrado de edificación.

La densidad poblacional demostró, en tanto, predominancia de los efectos negativos que se asocian a un mayor número de habitantes por área de superficie urbana, y que afectan las expectativas de desarrollo futuro e incrementan las externalidades negativas propias de la sobrepoblación (congestión, polución, delincuencia, etc.). El coeficiente negativo de -0,034, está indicando que por cada punto que aumenta el índice de densidad de población utilizado el precio de una vivienda en Santiago disminuye en 3,38 por ciento.¹⁰

3.2. Predicciones de precios de mercado

Uno de los propósitos más usuales de los modelos hedónicos en economía urbana es permitir la predicción del precio de viviendas con distintos atributos o

⁹Este índice corresponde al construido por Figueroa y Lever (1990) para Santiago, que tiene 12 categorías de ingreso.

¹⁰El índice fue elaborado por Figueroa y Lever (1990), y toma valores de 1 a 6, según el número de habitantes por hectárea.

características en el mercado en estudio. Por ello, y a efectos de corroborar el poder predictivo del modelo utilizado aquí, y de observar cómo distintas "canastas" de características determinan distintos precios, se procedió a calcular el valor de dos viviendas tipo ubicadas en distintos sectores de la ciudad. Para ello, se optó por sensibilizar el precio predicho para cada uno de los dos tipos de vivienda respecto de la calidad socioeconómica del barrio (ingreso promedio del vecindario).

Los dos tipos de vivienda considerados fueron:

Vivienda tipo A: Corresponde a una con las características de una vivienda DFL2¹¹, es decir, con 72 metros cuadrados construidos, 120 metros cuadrados de terreno, tres habitaciones, y sin dependencias de servicio. Esta es una vivienda típica de clase media de Santiago.

Vivienda tipo B: Reproduce las características promedio que presentan viviendas de clase acomodada ubicadas preferentemente en la zona alta de la ciudad, con 300 metros cuadrados construidos, un terreno de 800 metros cuadrados, cuatro habitaciones, y al menos una pieza de servicio.

Además, respecto del resto de las características, para ambos tipos de vivienda se asumió que su localización era fuera del perímetro central de Santiago, en zonas densamente pobladas (índice de densidad poblacional 6), y en las que el Plano Regulador de la ciudad permite la construcción en altura (alta densidad de construcción).

Para sensibilizar las predicciones de precio por la calidad del vecindario, en ambos tipos de vivienda se consideraron siete casos diferentes, partiendo de una ubicación en un barrio de alta calidad socioeconómica (alto ingreso promedio), hasta llegar a los sectores de menores calidades relativas (bajos ingresos promedio).

Las diferentes predicciones de precios son resumidas en el cuadro 2. En el panel superior de ese cuadro se presenta el análisis para la vivienda tipo A. Allí se observa la gradiente del valor total de la vivienda tipo DFL2, que va desde

¹¹Aquellas incluidas en la llamada Ley Pereira.

CUADRO 2

PREDICCIONES DE PRECIOS PARA 2 TIPOS DE VIVIENDA

Vivienda tipo A	caso 1	caso 2	caso 3	caso 4	caso 5	caso 6	caso 7
m2 construidos	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000
m2 terreno	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Nº habitaciones	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Habitaciones de servicio	0	0	0	0	0	0	0
Santiago Centro	0	0	0	0	0	0	0
Densidad poblacional	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Densidad construcción	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Ingreso promedio del vecindario	12.000	11.000	10.000	8.000	7.000	5.000	1.000
Predicción Ln P/m2	3.610	3.433	3.256	2.902	2.725	2.371	1.663
Predicc. precio UF/m2	36.981	30.982	25.956	18.218	15.262	10.712	5.277
Predicc. precio vvda. en UF	2.662.606	2.230.678	1.868.817	1.311.676	1.098.895	771.287	379.958
Predicc. precio vvda. en \$	22.632.154	18.960.761	15.884.942	11.149.243	9.340.611	6.555.941	3.229.643
Vivienda tipo B	caso 1	caso 2	caso 3	caso 4	caso 5	caso 6	caso 7
m2 construidos	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
m2 terreno	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000
Nº habitaciones	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Habitaciones de servicio	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Santiago Centro	0	0	0	0	0	0	0
Densidad poblacional	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Densidad construcción	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Ingreso promedio del vecindario	12.000	11.000	10.000	8.000	7.000	5.000	1.000
Predicción Ln P/m2	3.976	3.799	3.622	3.266	3.091	2.737	2.029
Predicc. precio UF/m2	53.308	44.660	37.415	26.261	22.001	15.442	7.607
Predicc. precio vvda. en UF	15.992.373	13.398.087	11.224.646	7.878.298	6.600.279	4.632.571	2.282.136
Predicc. precio vvda. en \$	135.935.168	113.883.736	95.409.492	66.965.534	56.102.370	39.376.849	19.398.157

\$ 3.229.643 para cuando ésta se ubica en uno de los barrios de Santiago clasificados en la más baja calidad socioeconómica (con el más bajo ingreso promedio) (valor del índice de ingreso del barrio igual a 1), hasta \$ 22.632.154 para cuando se localiza en uno de los barrios correspondientes a la más alta calidad socioeconómica (con el más alto ingreso promedio) (valor del índice de ingreso del barrio igual a 12).¹² Por ser la vivienda DFL2 una típica de clase media, las predicciones más relevantes a considerar son las de los casos 3 al 6, para los que el valor total de la vivienda es de \$15.884.942 y \$ 6.555.941, respectivamente.¹³

Para la vivienda tipo B, cuyos resultados se presentan en el panel inferior del cuadro 2, la mayor relevancia la tienen los casos 1 al 3, ya que es en los barrios de altos ingresos promedios donde se encuentra este tipo de viviendas. El análisis de sensibilidad indica que el precio total de una vivienda de estas características alcanza a los \$ 135.935.168 cuando ella se ubica en alguno de los barrios de Santiago de la más alta calidad socioeconómica (índice de ingreso promedio igual a 12), para caer a \$ 95.409.492 cuando se ubica en un vecindario ubicado dos grados más abajo en la escala de ingresos promedios (índice de ingreso promedio igual a 10).

En el cuadro 2 además se presentan los resultados de las predicciones para el metro cuadrado construido, y los análisis de sensibilidad, tanto en pesos como en Unidades de Fomento (UF).¹⁴

4. CONCLUSIONES

El modelo hedónico utilizado para analizar empíricamente la determinación del precio de mercado de la vivienda (casas) en la ciudad de Santiago resultó ser apropiado. Ocho variables muestran tener una influencia estadísticamente significativa sobre el precio de las viviendas, explicando más del 70 por ciento de su varianza. De ellas, cuatro: superficie del terreno, existencia de

¹²La moneda corresponde a pesos de marzo de 1992.

¹³En los barrios de niveles socioeconómicos extremos (con ingresos promedios muy altos o muy bajos) no se encuentran casas de características DFL2.

¹⁴La UF corresponde a una unidad de ahorro definida en los mercados financieros chilenos, que se ajusta diariamente, según la inflación.

dependencias de servicio, nivel socioeconómico del vecindario y alta densidad de construcción mostraron efectos positivos sobre el precio. Las restantes variables: superficie edificada, número de habitaciones, pertenencia al área céntrica de la ciudad y densidad poblacional del barrio afectan negativamente el valor de mercado de la vivienda.

De las variables consideradas como propias o inherentes a la vivienda, la superficie del terreno y el área edificada muestran los mayores efectos sobre el precio de la vivienda, siendo la más importante la primera de ellas.

De las variables de características del vecindario, la de caracterización socioeconómica del barrio tiene el mayor impacto en la determinación del precio de una vivienda, pudiendo una casa aumentar en más de ocho veces su precio al cambiar del vecindario más bajo al más alto en la escala de valoración socioeconómica (ingresos promedios).

Por su parte, la variable de ubicación –pertenencia al área céntrica de la ciudad–, evidencia un fuerte impacto negativo sobre el precio de mercado de un bien raíz destinado a la vivienda, disminuyendo su valor en más del 20 por ciento.

La densidad de la construcción, que corresponde a la única variable de *zoning* del modelo, demuestra tener un fuerte impacto en la determinación del precio de las casas en Santiago, aumentando en más del 20 por ciento su precio.

Los resultados analizados constituyen sin lugar a dudas buenos indicadores de los principales determinantes del valor de mercado de la vivienda en Santiago. Sin embargo, la incorporación de factores que aquí se han omitido, como índices de contaminación y de delincuencia, constituyen interesantes vías por explorar.

Asimismo, las predicciones presentadas, así como sus análisis de sensibilidad, indican la utilidad que el modelo hedónico utilizado puede prestar como herramienta para el análisis y la toma de decisiones en el mercado de la vivienda de Santiago.

REFERENCIAS

- AMEMIYA, T. y J.L. POWELL (1981): "A comparison of the Box-Cox maximum likelihood estimator and the non-linear 2SLS estimator," *Journal of Econometrics*, 17:351-381.
- ASABERE, P.K. y B. HARVEY (1985): "Factors influencing the value of urban land evidence from Halifax-Dartmouth, Canada," *AREUEA Journal*, 13:361-377.
- BOX, G.E.P. y D.R. COX (1964): "An analysis of transformations," *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 26:211-252.
- CROPPER, M.L. (1981): "The value of urban amenities," *Journal of Regional Science*, 21:359-374.
- CHICOINE, D.L. (1981): "Farmland values at the urban fringe: an analysis of sale prices," *Land Economics*, 57:353-362.
- DIAMOND, D.B. (1980): "The relationship between amenities and urban land prices," *Land Economics*, 56:21-32.
- FIGUEROA, E. (1992.a): "Estimaciones hedónicas del valor de mercado de los programas de vivienda social", Trabajos del XI Encuentro Latinoamericano de la Sociedad Econométrica. Ciudad de México, México, junio.
- _____ (1992.b): "Determinación hedónica del precio de la vivienda en Paraguay", RESEARCH CHILE, Santiago, enero.
- FIGUEROA, E. y L. FIRINGUETTI (1992): "Estimaciones hedónicas en el mercado de la vivienda: Una discusión metodológica", Trabajos del XII Congreso de Metodologías de Ingeniería de Sistemas, Santiago, julio.
- FIGUEROA, E. y G. LEVER (1992): "Determinantes del precio de mercado de los terrenos en el área urbana de Santiago", *Cuadernos de Economía*, Año 29, n° 86: 99-113, abril.
- _____ (1990): "Determinación hedónica del valor de mercado de los terrenos urbanos en Santiago", Trabajos del Encuentro Anual de Economistas de Chile, Punta de Tralca, Chile, noviembre.
- GUTIERREZ, H. y D. WUNDER (1991): "Precios de mercado de soluciones de vivienda progresiva en el Gran Santiago", Trabajos del Encuentro Anual de Economistas de Chile, Punta de Tralca, Chile, noviembre.
- JOHNSON, M. y W. R. RAGAS (1987): "CBD land values and multiple externalities," *Land Economics*, Vol. 63, N° 4.
- LI, M.M. y J. BROWN (1980): "Micro-neighborhood externalities and hedonic prices," *Land Economics*, 56: 125-141.

- MANNING, C.A. (1988): "The determinants of intercity home building site price differences, *Land Economics*, vol. 64, 1:1-14.
- MILLS, D.E. (1989): "Is zoning a negative-sum game? *Land Economics*, vol. 65, 1:1-12.
- OZANNE, L. y T. THIBODEAU (1983): "Explaining metropolitan housing price differences," *J. Urban Economics*, 13:51-66.
- PALMQUIST, R.B. (1984): "Estimating the demand for the characteristics of housing," *Review Economics and Statistics*, 66:394-404.
- PEISER, R. (1987): "The determinants of nonresidential urban land values," *J. Urban Economics*, 22:340-360.
- POIRIER, D.J. (1978): "The use of Box-Cox transformation in limited dependent variable models," *Journal of the American Statistical Assoc.*, 73:284-287.
- RIDKER, R. y J. HENNING (1967): "The determinants of residential property values with special reference to air pollution," *Review Economics Statistic*, 4:246-257.
- ROBACK, J. (1982): "Wages, rents and the quality of life," *Journal Political Economy*, 90:1257-1278.
- ROSEN, S. (1974): "Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition," *Journal Political Economy*, 82:34-55.
- ROSEN, S. (1979): "Wage-based indexes of urban quality of life," En *Current Issues in Urban Economics*, eds. P. Mieszkowski y M. Straszheim, Baltimore: John Hopkins Press.
- SPITZER, J.J. (1982): "A primer on Box-Cox estimation," *Review of Economics and Estatistics*, vol. 64, 2:307-313.
- THEIL, H. (1971): *Econometrics*, New York, John Wiley and Sons.
- UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE (1988): "Diagnóstico de alternativas de sistemas habitacionales," Instituto de Economía, Santiago, Chile, diciembre.
- ZAREMBKA, P. (1974): "Transformation of variables in econometrics," en P. Zarembka, ed., *Frontiers in Econometrics*, New York, Academic Press.