

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS HUMANÍSTICAS Y
ECONÓMICAS
ECONOMÍA ESPECIALIZACIÓN GESTIÓN PÚBLICA**

TESIS DE GRADUACIÓN

**DETERMINANTES DE LOS PRECIOS PARA LAS
VIVIENDAS NUEVAS EN EL SECTOR DE
SAMBORONDÓN: UN ANÁLISIS ECONOMETRICO
BASADO EN LA METODOLOGÍA HEDÓNICA**

JORGE VILLAVICENCIO SOLÓRZANO

BYRON ROMERO PEÑA

ÍNDICE

	<u>Páginas</u>
Introducción	3
1. Historia Y Teoría de los Modelos de Precios Hedónicos	6
1.1 Los Comienzos del Análisis de Precios Hedónicos	6
1.2 Descubrimiento del commodity como un Conjunto de Características	8
1.3 Identificación del Problema	10
1.3.1 La Decisión de Consumo	11
1.3.2 La Decisión de Producción	14
1.3.3 El Equilibrio de Mercado	16
2. Técnicas de estimación Paramétricas	18
2.1 Modelos de Precios Hedónicos Lineales y Linealizados	18
2.1.1 Formas funcionales lineales	18
2.1.2 Formas funcionales logarítmicas	19
3. Construcción de Índices de Precio de la Vivienda	21
3.1 Método de Precios Hedónicos	21
3.2 Método de Ventas Repetidas	23
3.3 Método de Precios Híbridos o Combinados	26
3.4 Experiencias Internacionales	27
4. Resultados Empíricos	31
4.1 Datos Geográficos del Cantón Samborondón	31
4.2 Datos Históricos del Cantón Samborondón	31
4.3 Análisis de Datos	33
4.3.1 Descripción de Datos	34
4.3.2 Descripción de Urbanizaciones	36
4.3.3 Análisis Comparativo entre Urbanizaciones	40
4.4 Estimación Semi-Logarítmica	41
4.5 Estimación Logarítmica Doble	44
5. Conclusiones	46
Apéndice	48
Bibliografía	52

Introducción

La adquisición de una vivienda constituye una de las más grandes inversiones que realiza una persona durante su vida. Representa, generalmente, el principal activo en el portafolio de una persona. A pesar de su importancia, no existe en el Ecuador estudios que relacionen el precio de las viviendas desde un punto de vista de gustos y preferencias del comprador. La valoración que la persona le da a cada una de las diferentes características específicas de la casa (número de cuartos, jardín, ubicación, etc.) influyen decisivamente en su disposición a pagar el precio final del bien. A mayor preferencia por un atributo determinado mayor será la disposición de la persona a pagar un precio más alto.

Por lo tanto, el clásico modelo económico en el que el libre juego entre la oferta y demanda agregada de un bien establecen un precio en el que el mercado alcanza el equilibrio, es inaplicable para estos casos. En su lugar, para bienes como la vivienda, las fuerzas de mercado determinan para cada una de las variedades del producto un precio que dependerá de la cantidad de características del bien (número de baños, piscina, etc.) que desee el comprador. Se observa entonces, que será un conjunto de precios el que definirá el equilibrio de mercado para las numerosas variedades del bien. Determinar la relación entre el precio y las características asociadas del bien aporta no solo valiosa información sobre el comportamiento de los consumidores y las tendencias del sector de la construcción sino que además plantea importantes cuestionamientos sobre los métodos de estimación tradicionalmente utilizados. En este trabajo se presenta la metodología hedónica como técnica alternativa de estimación de precios. Su uso extendido en la mayoría de oficinas estadísticas de países desarrollados junto con la poca difusión en nuestro país motiva la aplicación de la metodología hedónica en este estudio.

Un trabajo similar al que se pretende hacer fue realizado por Bover y Velilla en 2001 en su trabajo *“Precios Hedónicos de la vivienda con características: El caso de las promociones de viviendas nuevas” del 2001 (Banco Central España)*, en este documento las investigadoras descomponen el precio de las viviendas de acuerdo a las características más representativas y analizan el cambio en el precio cuando ha existido un aumento de la calidad o mejora en la provisión de una característica a lo largo de un periodo de

investigación de 10 años. Sus resultados advierten una marcada tendencia de los compradores hacia planes habitacionales alejados de la ciudad y urbanizaciones con guardiana privada, con preferencia por viviendas de 3 dormitorios. El *Bureau of the Census* de Estados Unidos utiliza el método hedónico para estimar un índice de precios de viviendas para la construcción residencial, los resultados obtenidos durante el periodo 1947-1973, demuestran que el índice hedónico creció anualmente en un 2,9% mientras que el índice utilizado anteriormente lo hizo en un 3.5%. Este análisis concluye que la sobrevaloración en los precios de la vivienda cuando no se utilizan los métodos hedónicos se debe principalmente a que las estimaciones tradicionales no consideran variaciones en el precio por concepto de apreciaciones o depreciaciones de las viviendas y sectores ni factores relacionados con los costos de transacción y aumentos en la calidad de las características. Adicionalmente Izquierdo y Matea, en 2001 en su trabajo "*Precios hedónicos para los ordenadores personales en España*" realizan una estimación de precios hedónica del mercado de las computadoras personales y portátiles entre 1990-2000. Concluyen que el desarrollo de las tecnologías y aumentos en la calidad de las características de las computadoras han hecho que éstas reporten una tasa de descenso medio anual en su precio del 30% para las computadoras personales y 26% para las portátiles. Siendo la velocidad del procesador y capacidad del disco duro las características que mejor explican este descenso en el precio.

El propósito de este documento es aportar a la sociedad el tratamiento científico-económico de este tema, con el fin de convertirse en el punto de partida para la construcción de un índice de precios para la vivienda en el Ecuador, o como punto de referencia para un investigador interesado en el análisis de precios de productos sujetos al constante desarrollo tecnológico.

El objetivo de este trabajo es realizar una exposición de la teoría de la metodología hedónica junto con un ejercicio práctico de su aplicabilidad. El estudio se enfoca en la medición de los precios de la vivienda nueva para el sector de Samborondón, aplicando la metodología hedónica para descomponer el impacto de las características más representativas en el precio final de la vivienda. Lamentablemente, en nuestro país no se cuenta con datos históricos que permitan hacer un análisis similar al de los trabajos

citados. La base de datos se recolecto por medio de entrevistas con cada uno de las diferentes urbanizaciones y constructoras del sector, y representan precios de viviendas actuales ya vendidas y/o vendidas sobre plano para un periodo que se extiende desde mediados del 2003 hasta la fecha presente. Sobre los datos se aplica las formas funcionales semi-logarítmica y logarítmica doble para el proceso de estimación del precio, al ser estas las más utilizadas en el caso de precios hedónicos para bienes como la vivienda. En el modelo final se utilizan 10 variables para explicar el precio, incluida la constante. Los precios implícitos que se obtienen de cada característica muestran la preferencia de los compradores por determinadas especificaciones en una vivienda.

El contenido del documento se encuentra dividido en cinco capítulos. En el primer capítulo se hace un recorrido histórico de la evolución de la metodología desde sus inicios hasta la actualidad y además se exponen sus fundamentos teóricos. En el segundo capítulo se analiza las propiedades de las formas linealizadas que se utilizarán más adelante. En el capítulo tres se evalúan formas alternativas de construcción de un índice de precios de vivienda utilizando tres metodologías: la hedónica, la de ventas repetidas y la híbrida. Además se realiza una descripción de las experiencias internacionales en la construcción de índices de precios de vivienda. En el capítulo cuatro se realizará un análisis descriptivo de la base de datos, así como se menciona datos geográficos e históricos del cantón Samborondón. Luego se realiza un ejercicio empírico para ilustrar la aplicación de la metodología hedónica utilizando la base de datos. Y por último se plantean las principales conclusiones.

1. Historia y Teoría de los Modelos de Precios Hedónicos

Observar los precios de los productos y las cantidades específicas de características asociadas con cada bien definen un conjunto de precios implícitos o “hedónicos”

Sherwin Rosen, 1974, p. 34

El concepto básico del análisis de precios hedónicos es la regresión de n observaciones de la variable a explicar, en este caso el precio de un bien diferenciado¹, sobre sus $k-1$ características². Cada gradiente de la función de precio hedónico muestra el precio implícito de cada uno de los atributos del bien. Además, los ratios de los gradientes reflejan las tasas marginales de sustitución del consumidor así como las tasas marginales de transformación del productor entre las diferentes características del bien.

Los siguientes párrafos tienen el propósito de dar una breve reseña acerca de la historia y teoría de la estimación de precios hedónicos. Un análisis más detallado de los diferentes tipos de especificación del modelo se lo hará en capítulos posteriores.

1.1 Los Comienzos del Análisis de Precios Hedónicos

Las primeras nociones acerca de la metodología hedónica se encuentran en un artículo poco conocido de 1939 escrito por Andrew Court, un economista quien estimó un índice de precios de automóviles para la General Motors. En este artículo Court menciona que “los autos de pasajeros sirven para tan diferentes propósitos, que encontrar una sola especificación u atributo que logre explicar el precio del carro es un tarea irrealizable (como por ejemplo cuando una persona adquiere un camión estará mayormente interesado en la capacidad de tonelaje del camión). Un método simple es inaplicable para estos casos, pero por qué no descomponer este bien diferenciado en sus características más importantes”

¹ Un vector $n \times 1$

² Una matriz $n \times k$, usualmente incluye el término constante

[Court, 1935, p. 107] A partir de ahí, Court acuñó el término “hedónico” para “describir la importancia relativa de cada uno de los pesos de los diferentes componentes del automóvil, como los caballos de fuerza, área de la ventana, poder de los frenos, entre otros en la construcción de un índice de precios para automóviles de pasajeros basado en los gustos y preferencias de la gente”. [Goodman, 1998, p.292].

Ya en 1935 Court sugirió que la función semi-logarítmica debería de ser la utilizada debido “a que un análisis preliminar indica que esta función provee correlaciones muchos más altas y lineales” [Court, 1935, p.110] .Court básicamente sugirió una transformación de la variable dependiente, que permite una regresión por MCO aún cuando la forma semi-logarítmica del modelo ha sido detectada.

Zvi Griliches, profesor de la universidad de Harvard y otro pionero en la metodología hedónica, aplicó técnicas hedónicas en dos artículos para derivar índices de precios. En su trabajo de 1958, él relaciono el precio de los fertilizantes con las mezclas de nitrógeno, ácido fosfórico y potasio para desarrollar un índice de precios de calidad constante para los fertilizantes. En 1961, él trabajo también en los índices de precios para automóviles, y al igual que Court utilizó una función semi-logarítmica³.

A pesar de que las investigaciones de Court fueron las primeras en el campo hedónico fue Griliches y su artículo de 1961 quienes recibieron mayor atención y reconocimiento por parte de la comunidad académica. Al respecto el propio Griliches menciona:

“Mi investigación apareció, curiosamente, en el momento oportuno, justo cuando las herramientas computacionales, análisis de datos, entrenamiento econométrico, sofisticación e interés en general en estos temas estaban en todo su apogeo, además toda una literatura se desarrolló a partir de este trabajo, influenciando mediciones de precios de bienes raíces, ecuaciones salariales, y otros aspectos de ‘diferencias cualitativas’ ”

³ Forma semi-logarítmica funcional $p = \exp \left(\alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \varepsilon \right)$

1.2 Descubrimiento del Commodity como un Conjunto de Características

La falta de fundamentos teóricos dentro de la teoría de precios hedónica fue superada gracias a las contribuciones de Kelvin J. Lancaster quien en su famoso artículo de 1966 demostró que un commodity puede ser descompuesto en un grupo de atributos. Lancaster rompió el tradicional esquema que afirma que un bien es el objeto directo de utilidad, y en su lugar, supuso “que son las propiedades o características de los bienes de donde se deriva la utilidad”.

Los tres principales supuestos para este nuevo enfoque son:

- 1.El bien, per se, no da utilidad al consumidor; éste posee características, y son esas características las que elevan la utilidad.
- 2.En general, un bien posee más de una característica y muchas de estas características son compartidas por más de un bien.
- 3.Bienes en conjunto pueden poseer características diferentes a aquellas pertenecientes al bien por separado.

Lancaster derivó el nuevo problema de maximización de utilidad que enfrenta el consumidor en tres pasos: Primero, un bien individual o una colección de bienes, es considerada como un actividad de consumo que toma la forma de $x=Ay$, donde y es un vector de niveles de la actividad de consumo, x es el total de todos los bienes que se requieren para una actividad de consumo dada, A es una matriz de relaciones lineales entre x y y . Si los individuos quieren aumentar su nivel de actividades de consumo (aumentar y), también el vector de bienes requerido para esas actividades debe aumentar (más x) manteniendo los constantes coeficientes de la matriz A .

Segundo, cada actividad de consumo produce un vector de características fijos de la forma $z=By$, donde y es nuevamente un vector de niveles de actividad de consumo, z es un vector de cantidades de características producidas por la actividad de consumo, y B es

una matriz de las relaciones lineales entre z y y . Al igual que antes, un aumento de los niveles de actividad de consumo (aumentar y), origina un aumento de la cantidad de características (más z) manteniendo los constantes coeficientes de la matriz B .

Tercero, el individuo posee una función de utilidad ordinal, $U(z)$, que depende positivamente de la cantidad de características, z , que él consuma. Por esta razón, en el modelo de Lancaster los individuos enfrentan un problema diferente de maximización de utilidad, $\{\max U(z)\}$, en lugar de lo que postula la teoría del consumidor tradicional $\{\max U(x)\}$:

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar } U(z), \\ & \text{sujeto a } p'x \leq i \\ & \text{con } z=By \\ & \quad x=Ay \\ & \quad x, y, z \geq 0 \end{aligned}$$

Los consumidores ya no derivan más la utilidad de los bienes x , sino de las características, z , producidas por su actividad de consumo. En este problema no lineal $p'x \leq i$ es la restricción presupuestaria, donde p es el vector de precios de los bienes x , e i es el ingreso. Una dificultad que hace este problema inmanejable, es que la utilidad, $U(z)$, esta definida en el *espacio-característica* mientras que la restricción, $p'x \leq i$, se define en el *espacio-bienes*. Bajo el supuesto de que existe una relación uno a uno correspondiente entre los bienes y actividades, la relación $z=By$ y $x=Ay$ se reduce a $z=Bx$, un sistema de ecuación que representa la transformación entre *espacio-bienes* y *espacio-características*. Esta llamada ecuación de transformación y las propiedades tecnológicas de las economías de consumo (matriz B) juegan un papel importante en el modelo. [Lancaster ,1996]

Dentro de este marco Lancaster analiza y discute la estructura de la tecnología de consumo, así como también, aspectos concernientes a la teoría de demanda y elección. Su hallazgo más importante en lo que a la teoría de precios hedónica se refiere es que un commodity puede ser descompuesto en un conjunto de atributos y que los individuos no

derivan su utilidad del consumo de los bienes directamente, sino del consumo de estos atributos. Es así, la regresión hedónica descompone el precio de un bien y revela los precios implícitos de los atributos.

1.3 Identificación del Problema

Los precios y las cantidades de los atributos de un bien y el número de unidades que se venden son generalmente determinados por la oferta y la demanda: la demanda de los atributos en sus varias combinaciones es apuntalada por las preferencias del consumidor, mientras que la oferta de estos atributos depende del costo de producirlos en sus varias combinaciones. Por ejemplo, un coeficiente alto y estadísticamente significativo para un atributo en particular de un bien en una función de precio hedónica puede no reflejar la alta valoración de este atributo para el consumidor, sino mostrar las dificultades que tiene el productor en lograr proporcionar este atributo. Como consecuencia de esto, los coeficientes de la función estimada de precios hedónicos reflejan las consideraciones de demanda y oferta, tanto de los costos por parte de los productores así como de las preferencias de los consumidores. Griliches escribió al respecto:

“lo que se está estimando es el punto de intersección de las curvas de demanda de los diferentes consumidores con distintos gustos, y las funciones de oferta de los diferentes productores con sus posibles variaciones tecnológicas de producción”.

Zvi Griliches, 1988, p.120

Fue Sherwin Rosen, en 1974, quien contribuyó en gran medida a la identificación del problema. Al igual que Lancaster, él relacionó el valor de un bien con su utilidad apoyándose en las características o atributos: “Precios hedónicos se definen como los precios implícitos de los atributos, y son revelados a los agentes económicos a través de los precios observados de productos diferenciados y las cantidades específicas de características asociadas con ellos”. [Rosen, 1974, p.34]. Permitiendo a los compradores y vendedores los precios de bienes similares pero con diferentes características, el mercado de productos revela implícitamente una función $p(z)=p(z_1, z_2, \dots, z_n)$, relacionando los precios de los bienes p y su vector de características z . Esta función otorga un precio

mínimo a cualquier paquete de características y puede ser vista como el equivalente del comprador (vendedor) a una regresión de precio hedónica.

Para una más completa discusión del problema de identificación y para descubrir algunos de los mecanismos que yacen en la metodología hedónica, Rosen separó el equilibrio de mercado que se observa en una regresión de precio hedónica en dos partes; por un lado las decisiones individuales de consumo y por el otro las decisiones de producción de la firma.

1.3.1 La Decisión de Consumo

Asumiendo funciones de utilidad estrictamente cóncavas $U(x, z_1, z_2, \dots, z_n)$ donde la utilidad del consumidor depende de los valores particulares de las características del producto⁴ (vivienda nueva), vector $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$, y todos los otros bienes consumidos, x . El precio de x se lo iguala a la unidad y el ingreso se lo mide en términos de las unidades de x : $y = x + p(z)$ o $x = y - p(z)$. Esto lleva a $U(y - p(z), z_1, z_2, \dots, z_n; \alpha)$, una función de utilidad que relaciona las características del producto con el dinero, donde α ⁵ es un parámetro que difiere de persona a persona. Como la U se asume que es estrictamente cóncava, el individuo obtiene mayor utilidad a mayores valores de las características del producto, z , y de una mayor cantidad de ingreso una vez que el precio total del bien a sido pagado: ingreso que puede ser utilizado para comprar otros bienes, x . Utilizando la función de Lagrange para resolver el problema de maximización de la utilidad se obtiene las condiciones de primer orden:

$$L = U(x, z; \alpha) + \lambda(y - x - p(z))$$

$$\frac{\partial L}{\partial z_i} = U_{z_i} - \lambda p_{z_i} = 0 \quad \forall i$$

$$\frac{\partial L}{\partial x} = U_x - \lambda = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = y - x - p(z) = 0$$

Donde U_x ⁶, representa la utilidad adicional que proviene de una unidad adicional de dinero

⁴ Por simplicidad se asume que el consumidor solo compra un producto, es decir, solo un a casa nueva

⁵ α es un parámetro que representa diferentes gustos e ingresos resultado de diferente educación, edad, etc.

⁶ Note que $U_x = \frac{\partial U(x, z_1, z_2, \dots, z_n)}{\partial x}$ y $U_{z_i} = \frac{\partial U(x, z_1, z_2, \dots, z_n)}{\partial z_i}$

U_{z_i} ⁸, la utilidad extra que se obtiene de elegir una propiedad con una unidad adicional de la característica z_i .

p_{z_i} representa la función de precio implícito para la característica z_i .

Reordenando las ecuaciones obtenemos que los consumidores maximizan su utilidad, sujetos a una restricción presupuestaria, cuando cumplen la condición:

$$\frac{\partial p}{\partial z_i} = p_i(z) = \frac{U_{z_i}}{U_x}$$

Es así como la división de estos ratios marginales, representa un resultado fundamental dentro teoría hedónica como se probará más adelante. Se interpreta económicamente como la *tasa marginal de sustitución*: la cantidad de un bien que el consumidor esta dispuesto a dar, a cambio de una unidad adicional de la característica, z_i , manteniendo un índice de utilidad constante. Hasta ahora se ha establecido las condiciones bajo las cuales el individuo maximiza su utilidad, pero no se ha considerado que el consumidor se encuentra restringido por las decisiones que tome respecto a las cantidades de x y de características z que elija sujeto a su restricción presupuestaria. Mientras más dinero gaste en x , menor será la cantidad que disponga para gastar en una mayor cantidad de atributos (z_i) para la casa. Si se define $\theta = y - x$ como la función de demanda que representa la cantidad que el consumidor esta dispuesto a pagar por una casa con características $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$, a un nivel de utilidad e ingreso fijo:

$$\text{función de demanda} \quad \theta(z_1, z_2, \dots, z_n; u, y)$$

$$\text{donde} \quad u = U(y - \theta, z_1, z_2, \dots, z_n; \alpha),$$

Note que un aumento del ingreso implica directamente un aumento de la función de demanda. Si se define $p(z)$ como el precio mínimo que él o ella debe pagar en el mercado para poder acceder al bien. Se obtiene que la utilidad se maximiza cuando

$$\begin{aligned} \theta(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*; u^*, y) &= p(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*), & y \\ \theta_{z_i}(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*; u^*, y) &= p_i(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*), & i = 1, \dots, n \end{aligned}$$

donde $z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*, u^*$ son valores óptimos. En otras palabras la locación óptima en el plano z ocurre cuando las dos superficies $p(z_1, z_2, \dots, z_n)$ y $\theta(z_1, z_2, \dots, z_n; u^*, y)$ son tangentes una con la otra.

En particular, se observa que en el óptimo, la pendiente de la función de demanda y la pendiente de la función de precio hedónica deben de ser iguales. Esto es los consumidores querrán adquirir una casa con una unidad adicional de z_1 , U_{z_1} / U_x , hasta el punto en que el precio de mercado de la unidad adicional sea igual a p_{z_1} .

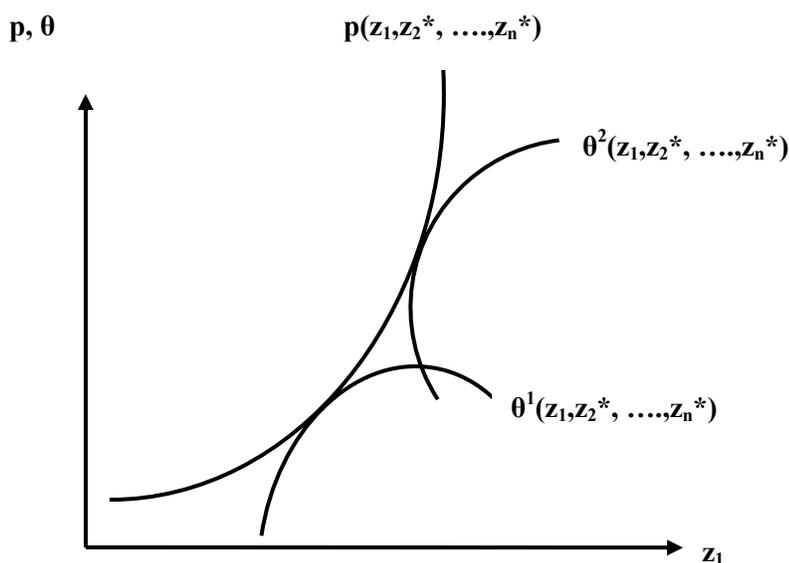


Figura 1: Equilibrio del consumidor proyectado en el plano θ, z_1

La Figura 1 muestra dos compradores diferentes, uno con una función de demanda θ^1 y el otro con una θ^2 , donde primer comprador adquiere una marca con un valor más bajo de la característica z_1 . En el contexto de las casas, por ejemplo, z_1 puede ser el número de dormitorios, y el primer individuo soluciona su problema de maximización comprando una casa algo más pequeña que el segundo.

Juntas, todas las θ^j definen una familia de superficies de indiferencia relacionando las características z_i , $i=1,2,\dots,n$, con el dinero. Es por esto que θ_{z_i} puede ser interpretado como la tasa marginal de sustitución entre z_i y el dinero, el cual debe en el óptimo igualar al precio implícito de la característica z_i . Si, como en la Figura 1 $p(z)$ es convexa para todo $i=1,2,\dots,n$, se esperaría que los consumidores de las clases con más altos ingresos compren más calidad, es decir, mayores cantidades de todas las características. En la realidad no existe ninguna razón para afirmar que la calidad total deba de aumentar siempre que haya un aumento en el ingreso. Es perfectamente factible que la cantidad de algunas características pueda aumentar mientras que la cantidad de otras características disminuya, y la consecuencia natural de esto es una segmentación del mercado, en el sentido de que consumidores con funciones de demanda similares comprarán productos con similares especificaciones. Bajo el supuesto que los consumidores tienen una restricción que los obliga a comprar solo una marca, Rosen demuestra que el modelo puede ser fácilmente expandido para incluir varias cantidades de esta marca.

1.3.2 La Decisión de Producción

Ahora se examinará el problema de maximización de la ganancia por parte de las firmas. Se define:

$$\text{costos totales } C(M, z; \beta)$$

donde $M(z)$ denota el número de unidades producidas que ofrecen la especificación $z=(z_1, z_2, \dots, z_n)$. El parámetro β refleja las variables que se encuentran en el problema de minimización de costos, como factor precios y parámetros de la función de producción. Cada firma maximiza

$$\text{Ganancia } \pi = Mp(z) - C(M, z_1, z_2, \dots, z_n)$$

escogiendo M y z óptimamente. Como se asume que todas las firmas en el mercado son competidoras (no existe oligopolio o monopolio), ninguno de ellos puede influenciar en el precio. Por lo tanto, $p(z)$ es independiente de M . La elección óptima de M y z requiere que

$$\frac{\partial \pi}{\partial M} = 0 \quad \text{y} \quad \frac{\partial \pi}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial z_i} \quad \frac{\partial}{\partial M}$$

$$p_i(z) = C_{z_i}(M, z_1, z_2, \dots, z_n)/M, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$p(z) = C_M(M, z_1, z_2, \dots, z_n)$$

En el óptimo las ganancias marginales de atributos originales, $p_i(z)$, iguala su costo marginal de producción por unidad, C_{z_i} , y la producción es incrementada hasta el punto donde la unidad de ganancia, $p(z)$, iguala al costo marginal de producción, C_M . A causa de la no-linealidad de $p(z)$, la convexidad en la función de costos no asegura condiciones de segundo orden, para tener estas condiciones supuestos más rigurosos son requeridos.

Los precios unitarios que la firma está dispuesta a aceptar para los varios diseños a una ganancia constante cuando las cantidades producidas de cada modelo son elegidas óptimamente se encuentran por medio de la ecuación

$$\text{función de oferta } \Phi(z_1, z_2, \dots, z_n; \pi, \beta)$$

$$\text{donde } \pi = M\Phi - C(M, z_1, z_2, \dots, z_n)$$

$$C_M(M, z_1, z_2, \dots, z_n) = \Phi$$

Donde $p(z)$ es el máximo precio obtenible en el mercado. Es por esto que la ganancia se maximiza cuando la curva de indiferencia de la característica de la ganancia y la curva del precio implícito del mercado de características son tangentes.

$$\Phi(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*; \pi^*, \beta) = p(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*), \quad \text{y}$$

$$\Phi_{z_i}(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*; \pi^*, \beta) = p_i(z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

La Figura 2 muestra solo la característica z_1 de esta familia de curvas de indiferencia de la producción:

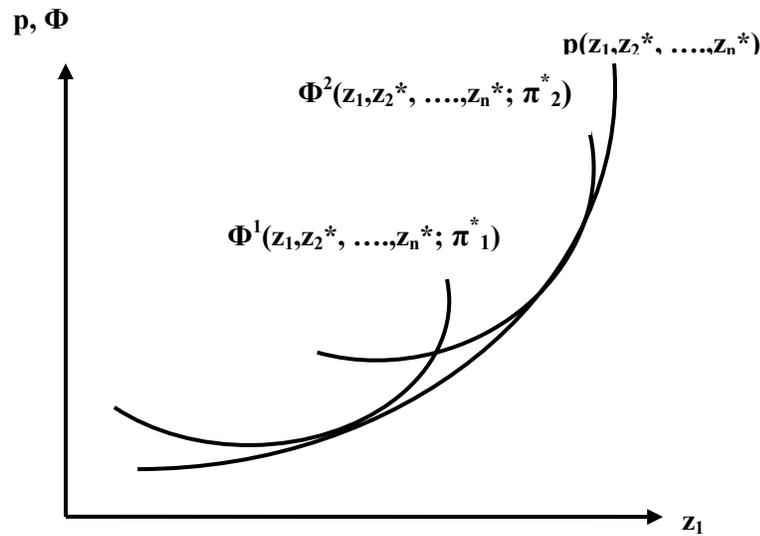


Figura 2: Equilibrio del productor proyectado en el plano Φ , z_1

La curva Φ^2 se refiere a una firma con una ventaja comparativa de producir mayores valores de de la característica z_1 , mientras que Φ^1 representa una firma con una estructura de costos diferente. En este ejemplo, ambas firmas tienen diferentes valores para el parámetro β . Ahora se podría suponer una distribución de β que comprenda a todos los potenciales vendedores, lo que nos llevaría a un equilibrio por el lado del productor que se caracterizaría por un conjunto de funciones de oferta que comprendería la función de precio del mercado hedónico. Empíricamente este supuesto tiene bastante similitud con la realidad ya que existen varias causas que pueden influir en las funciones de costos entre las firmas: comercio nacional e internacional, factores de diferencias de precios entre los países, estados y regiones, diferencias en la tecnología, factores específicos de producción de la firma, gastos en investigación y desarrollo y otros factores más.

1.3.3 El Equilibrio del Mercado

En equilibrio, el punto donde las curvas de demanda y oferta son tangentes una con otra, representa el punto de equilibrio entre los compradores y vendedores. El número infinito de puntos tangenciales que se pueden encontrar entre las funciones de oferta y demanda determinan una función hedónica $p(z)$ que vacía el mercado.

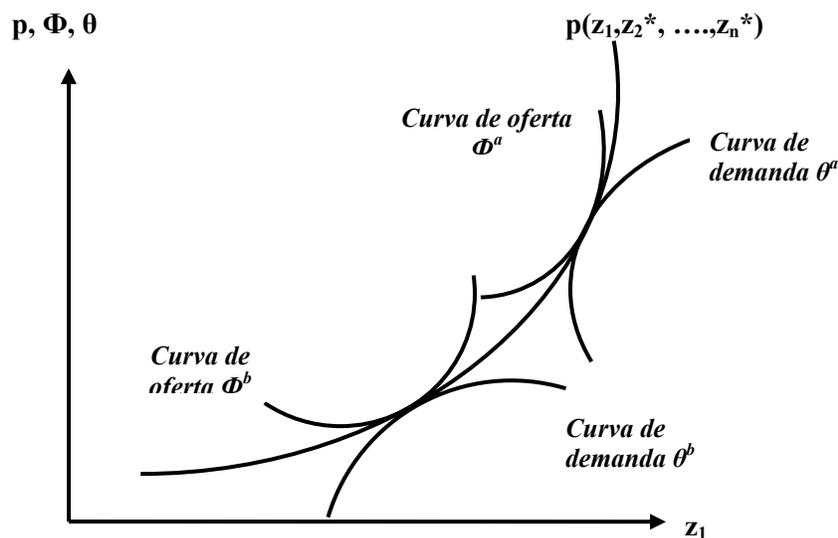


Figura 3: Equilibrio de mercado proyectado en el plano (Φ, θ) , z_1

Un gran número de investigaciones han intentado formular analíticamente un modelo de equilibrio para los mercados hedónicos. Para hacer esto es necesario hacer supuestos específicos respecto a comportamiento tanto de los consumidores como de los productores. Especialmente, los investigadores deben especificar una forma funcional para la función de utilidad de los consumidores, $u(\cdot)$, y la función de costos de los productores, $c(\cdot)$. Es decir, supuestos concernientes a la distribución de α de la población y β de los productores son necesarios. Desafortunadamente, la complejidad de un mercado hedónico es tal que uno debe de hacer supuestos en extremo restrictivos respecto a la forma de las funciones o comportamientos de los agentes para poder alcanzar así una expresión que sea razonablemente manejable. Obviamente, esto quita fuerza y representatividad a los resultados que se obtengan. Es por esto que el problema se ha tratado de solucionar más desde el punto de vista empírico que analítico, resolviendo el problema de atrás para adelante, es decir estimando la función de precio hedónico con los datos reales del mercado y partiendo de ahí, descubrir las formas funcionales que rigen el comportamiento de los agentes. Es precisamente este enfoque el que se aplicará en esta tesis, donde se estimará la función de precios hedónicos para la vivienda nueva en el sector de Samborondón.

2 Técnicas Paramétricas de Estimación

La especificación convencional paramétrica requiere determinar (1) la variable a explicar, es decir la dependiente, y las variables independientes, y (2) la forma funcional que gobierna estas variables y los parámetros asociados con ellas. Comúnmente, para el análisis de precios hedónicos de la vivienda, se utilizan formas funcionales lineales, semi-logarítmicas, doble logarítmicas, así como también transformaciones Cox-Box. Esta tesis se concentrará en el análisis de las formas funcionales semi-logarítmica y logarítmica doble por ser las que mejor se ajustan a los datos. Dentro de esta “familia” de modelos lineales y linealizados, ciertos supuestos especifican una precisa y determinística relación entre la variable dependiente y las distintas variables independientes del modelo.

2.1 Modelos de Precios Hedónicos Lineales y Linealizados

2.1.1 Formas Funcionales Lineales

A diferencia de los modelos logarítmicos, las formas funcionales lineales estiman el precio de la casa en dólares sin introducir ningún sesgo en la transformación⁷. Sin embargo, una de sus desventajas es que no permite que las variables independientes puedan actuar entre sí. En un modelo lineal el valor de un cuarto adicional es el mismo independientemente del tamaño o antigüedad de la casa. El modelo de precio lineal hedónico puede ser escrito de la forma:

$$p = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \varepsilon$$

donde p es un $n \times 1$ vector del precio de casa

x_i es un vector $n \times 1$ de la i -ésima característica de la casa, $i = 1, 2, \dots, k$

ε es un vector $n \times 1$ que representa el término de error

α, β_i son el término constante y el i coeficiente, $i = 1, \dots, k$

Los coeficientes, $\beta_i = \frac{\partial p}{\partial x_i}$, puede interpretarse como el valor marginal de la i -ésima característica de la casa.

⁷ Transformando Log-precios dólares a precios dólares reales, tenemos $E[\exp(\varepsilon)] \neq 0$

2.1.2 Formas Funcionales Logarítmicas

Las formas logarítmicas permiten la interacción entre las variables independientes. Adicionalmente, ellas reducen los problemas de heterocedasticidad. Como se mencionó anteriormente, la estimación insesgada de los coeficientes en unidades de precio logarítmicas será sesgada cuando queramos transformar el precio-logarítmico a precio-dólar. Las formas logarítmicas, sin embargo, dada la experiencia internacional en el campo de los precios hedónicos aplicados a la vivienda producen mejores predicciones que ningún otro modelo. Las formas más populares y convenientes son la semi-logarítmica y la logarítmica doble (también conocida como logarítmica lineal). El modelo de precio hedónico para la forma semi-logarítmica tiene la forma de:

$$p = \exp \left(\alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \varepsilon \right)$$

Los coeficientes, $\beta_i = \frac{\partial \ln p}{\partial x_i}$, miden el porcentaje de cambio en el precio de la casa con respecto a un pequeño cambio en la i -ésima característica de la casa. Es así, como por ejemplo, se podría interpretar el coeficiente de la variable EDAD, si ésta se incluyera en el modelo como una tasa de depreciación de la casa.

La función logarítmica doble o logarítmica lineal de precio hedónico tiene la forma:

$$p = \exp(\alpha) \prod_{i=1}^k x_i^{\beta_i} \exp(\varepsilon)$$

o

$$\ln(p) = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i \ln(x_i) + \varepsilon$$

Aquí los coeficientes, $\beta_i = \frac{\partial \ln p}{\partial \ln x_i}$, representan las elasticidades de las diferentes

características, que son constantes en el tiempo. Al igual que el modelo semi-logarítmico, el modelo logarítmico lineal provoca sesgo a la hora de realizar la transformación. Sin embargo, las predicciones que se obtienen del modelo logarítmico son muy superiores a las

de un simple modelo lineal. Cuando se habla de modelos logarítmicos lineales, la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios toma especial importancia. Una regresión lineal implica que esta regresión debería de ser lineal en sus parámetros (coeficientes β s), más no en sus variables. Es por esta razón, que la regresión lineal permite utilizar transformaciones de las variable dependiente e independientes (Ej. transformaciones logarítmicas o transformaciones Box-Cox). Considerando esto, es que se puede utilizar el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios no sólo para estimaciones únicamente lineales sino para también modelos de precios hedónicos que utilicen transformaciones logarítmicas.

3. Construcción de Índices de Precio de la Vivienda

Básicamente, se encuentra bibliografía sobre tres metodologías utilizadas en la solución de problemas de medición del precio de la vivienda, las cuales son:

- I. Precios hedónicos: En este método se realiza una estimación econométrica multivariante, en la cual se descubren los elementos que alteran el valor de una vivienda asignándole una estimación a cada atributo (por ejemplo el precio que representa para una vivienda dada el poseer un cuarto adicional), lo cual se denomina precio hedónico, y una vez controladas estas características se procede a construir el índice.
- II. Ventas repetidas: En este método, junto a su versión más moderna de ventas repetidas ponderadas, consiste en la construcción de un índice sobre los datos registrados de viviendas que hayan sido por lo menos vendidas dos veces dentro del periodo de estudio.
- III. Método híbrido o combinado: En este método se realiza una combinación de las dos técnicas anteriores.

A continuación se explica en detalle cada uno de estos métodos.

3.1 Método de Precios Hedónicos

El método hedónico asume que el valor de la propiedad es una función identificable de un conjunto de características. La particularidad de poder estimar la vivienda en sus múltiples formas y dimensiones hace a este método particularmente atractivo en la construcción de índices de precios. Problemas inherentes a este enfoque incluyen variables omitidas, selección de la muestra, y elección de la forma funcional. Además, recolectar la información es a menudo difícil y costoso.

La metodología hedónica reconoce a la vivienda como un bien diferenciado. Mientras las características no se venden por separado, regresar estas características sobre el precio de venta de un bien compuesto muestra la contribución marginal de cada una de estas

(características) al precio de venta. Si se adopta una especificación funcional logarítmica doble el modelo, que incluye variables ficticias de tiempo, tendría la siguiente la forma:

$$\ln p = \gamma_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i \ln x_i + \sum_{t=2}^T \gamma_t d_t + \varepsilon$$

donde x_i de la i -ésima característica de la casa, $i= 1,2,\dots,k$

d_t es un vector $n \times 1$ de una variable ficticia,

señalando la venta de la casa en el periodo t

γ_t son los coeficientes de las ficticias de tiempo, $i= 1,\dots,T$

Los coeficientes de las variables ficticias de tiempo, γ_t , sirven para controlar las variaciones con respecto al valor del año base γ_0 . Debe tenerse en cuenta, que la especificación funcional puede variar geográfica y temporalmente de acuerdo a los cambios en los gustos y preferencias por los atributos de las viviendas. Desde Rosen (1974) hasta el trabajo más reciente de Diewert (2001), se han llevado a cabo distintos estudios teóricos para determinar la forma funcional. Sin embargo, no ha logrado precisarse teóricamente con exactitud el tipo de relación entre los precios y las características del producto.

Aspectos adicionales que deben tenerse en cuenta es que en una forma lineal, tanto los precios como las características se relacionan en niveles, mientras que cuando la forma funcional es la semi-logarítmica, el logaritmo de los precios es función de los niveles de las características. Por otro lado, aunque se utilice una especificación logarítmica doble, si algunas de las características tienen valores cero o se utilizan variables ficticias para captar la presencia o ausencia de una característica, a estas variables no se les puede aplicar logaritmos y, en consecuencia, dichas variables entran en forma semi-logarítmica.

La estimación de índices de precios a través de la metodología hedónica presenta algunas dificultadas relacionadas con la calidad que pueda lograrse en la modelación del precio del bien objeto de estudio. Dentro de estos inconvenientes se encuentra la colinealidad que puede presentarse entre la constante y las variables artificiales, la falta de características

relevantes y la confiabilidad sobre el precio real del inmueble. Una vez realizada la estimación el índice se calcula como:

$$I_t = \frac{\exp(\alpha_t + \sum \beta_{jt} \overline{\text{LnX}_{j0}})}{\exp(\alpha_0 + \sum \beta_{j0} \text{LnX}_{j0})}$$

Donde $\overline{\text{LnX}_{j0}}$ es el valor medio de la característica j en el año base. Similarmente, y como es habitual en la construcción de índices de precios, cuando las características presentan cambios significativos es conveniente utilizar un índice en el que las características no estén fijas, como puede ser un índice de Laspeyres encadenado.

3.2 Método de Ventas Repetidas

El método de ventas repetidas ponderadas desarrollado por Case y Shiller en 1987 consta de un procedimiento de regresión de tres etapas, presentado inicialmente en el artículo *“Prices of Single – Family Homes since 1970: New Indexes for four Cities (1987)”*, posteriormente adaptado y modificado por la OFHEO⁸. Este método limita el número de la muestra de casas a aquellas que han sido vendidas continuamente en el tiempo, es más por definición, este índice sólo toma en cuenta viviendas que hallan sido vendidas por lo menos dos veces. Propiedades como casa nuevas que se venden una sola vez o no se venden aún quedan excluidas de la muestra.

La principal ventaja del método de ventas repetidas radica en el hecho de que, al utilizar información de los valores de las mismas unidades (viviendas) en dos puntos del tiempo, se controlan las diferencias entre los atributos de las distintas propiedades sin tener que estimar directamente sus contribuciones marginales al valor de la propiedad.

Si define p_s como el valor de la vivienda cuando se la vende por segunda vez y p_p como el valor de venta en la primera transacción. Se tiene,

⁸ OFHEO son las siglas de la Office of Federal Housing Enterprise Oversight, agencia gubernamental de USA que publica trimestralmente un índice de precios viviendas basado en la metodología de ventas ponderadas

$$\Delta V_i = \ln p_{is} - \ln p_{ip} = \sum_{\tau=0}^T \beta_{\tau} D_{i\tau} + \varepsilon_i$$

En la primera etapa se realiza una regresión simple entre el logaritmo del cambio relativo en los precios observados entre la segunda y la primera transacción, como variable explicada, frente a un conjunto de variables dummy, una por cada periodo de tiempo de la muestra. Para cada vivienda la variable dummy toma el valor cero en todos los periodos excepto en los periodos en que las dos ventas ocurrieron. Para el periodo de la primera venta, la dummy toma el valor de -1, y para el periodo de la segunda venta, la dummy toma el valor de 1. Los coeficientes β_{τ} ($p, s \in t, t=2, \dots, T$) representan el efecto precio de una venta en el periodo t . El primer periodo $t=1$, sirve de base contra la que se compara el cambio. Una vez calculada, se toma el vector de residuos estimados.

En la segunda etapa, debe realizarse una regresión ponderada de los residuos de la primera etapa al cuadrado (ε_i^2) sobre un término constante, el tiempo transcurrido entre las dos ventas ($t-s$) de cada vivienda (la distancia entre las dos dummy con valores diferentes a cero), y el mismo al cuadrado $(t-s)^2$. El término constante de la regresión de la segunda etapa es un estimativo de $2\sigma_N$, dos veces la varianza del error aleatorio de una casa específica. La estimación estaría dada de la siguiente manera:

$$E(\varepsilon_i^2) = A(t-s) + B(t-s)^2 + 2C$$

En la tercera etapa, una regresión de mínimos cuadrados generalizados es estimada de manera que se repita la regresión de la primera etapa después de ponderar cada observación por la raíz cuadrada del valor ajustado en la segunda etapa. De esta manera, la especificación funcional de este modelo estaría dada por:

$$\frac{\Delta V}{\sqrt{\hat{S}_i^2}} = \sum_{\tau=0}^T \frac{\beta_{\tau} D_{i\tau}}{\sqrt{\hat{S}_i^2}} + \frac{\varepsilon_i}{\sqrt{\hat{S}_i^2}}$$

Una vez estimada la ecuación, el índice se construye de la siguiente manera:

$$I_t = 100 e^{\hat{\beta}_t}$$

Donde β_t , $t= 1, 2, 3, \dots, T$ son los parámetros estimados por el procedimiento de mínimos cuadrados generalizados. En su nueva versión, el índice se calcula con el ajuste por log-normalidad de la distribución:

$$I_t = 100 e^{\beta_t + 0.5 \sigma^2 \beta}$$

El principal inconveniente que surge en aplicación de la técnica de ventas repetidas es que existe la posibilidad de introducir sesgo en la selección de la muestra. Las viviendas pueden venderse repetidamente en el mercado debido a que son “limones” o viviendas para familias que recién se están formando, además pueden ser muestras no representativas del mercado de la vivienda. Un segundo problema surge del supuesto de que las características del activo permanecen constantes en el tiempo. Detectar el cambio, si existiera, de una(s) de las características de la vivienda resulta en extremo difícil sino imposible. Si este supuesto no se cumple cambiarían los coeficientes β_i de la variable x_i , que en la técnica de ventas repetidas se asume estable durante el periodo del índice. La violación de este supuesto introduce, por lo tanto sesgo en el modelo.

El tercer inconveniente es la pequeña fracción del total las transacciones que pueden ser utilizadas por esta técnica (solo viviendas que hayan sido negociadas por lo menos dos veces). Si bien la limitación de la muestra ayuda a tener un mejor control de las características omitidas, se pierde mucho en cuanto a la aleatoriedad de la muestra.

3.3 Método de precios Híbridos o Combinado

El modelo híbrido fue sugerido por Case y Quigley en 1991. La idea central de esta metodología consiste en combinar la estimación por el método de ventas repetidas y el método de precios hedónicos, logrando un mayor control de las variaciones en los precios asociados a los atributos de una vivienda. Este modelo posee dos ecuaciones estimadas conjuntamente con una restricción entre las ecuaciones sobre los parámetros comunes. La primera ecuación (i), es estimada sobre todas las transacciones de propiedades residenciales familiares que se transaron una vez durante el periodo de estudio, y la segunda ecuación (ii) es estimada en todos los pares de transacciones consecutivas que hayan entrado al mercado más de una vez en el periodo de estudio

$$\text{Ln}Y_t = \text{Ln}A + \beta_1 \text{Ln}X_{1t} + \beta_2 \text{Ln}X_{2t} + \sum_{n=1}^k \gamma_n + \varepsilon \quad (\text{i})$$

$$\text{Ln}Y_t = \text{Ln}Y_\tau + \beta_1 \text{Ln}(X_{1t}/X_{1\tau}) + \beta_2 (X_{2t} - X_{2\tau}) + \sum_{n=1}^k \gamma_n + \varepsilon \quad (\text{ii})$$

La ecuación (i) representa el componente hedónico y la ecuación (ii) el componente de ventas repetidas sobre el cambio en los atributos. En dichas ecuaciones Y_t es el precio de una propiedad transada una vez durante el periodo de estudio en el periodo t ó el precio en el momento de la segunda transacción en cualquier par de transacciones consecutivas sobre una propiedad; el termino A es el intercepto, Y_τ es el precio en el momento de la primera transacción en los pares de transacciones consecutivas; X_{1t} y $X_{1\tau}$ son las características continuas de la propiedad (como el área construida ó la total); X_{2t} y $X_{2\tau}$ son las características discretas de la propiedad (número de cuartos, baños , etc.) en el momento de la transacción. Una vez calculadas las ecuaciones, el índice de precios estaría dado por el

vector de coeficientes compuesto de estimaciones en el cambio del índice de precios en cada periodo $\gamma_n = 1, \dots, k; n = 1, \dots, T$.

3.4 Experiencias Internacionales

Ya que los tres métodos presentan dimensiones y alcances diferentes, no existe un consenso internacional en la aplicación de una u otra metodología. Esto se debe básicamente a que su aplicabilidad depende de la disponibilidad de las fuentes de datos, las cuales pueden variar significativamente de un país a otro. Por ejemplo, en Finlandia se han desarrollado índices de precios de vivienda basados en precios hedónicos, debido a que la disponibilidad de información es mayor. Por su parte, el método de ventas repetidas es prácticamente exclusivo de los Estados Unidos, mientras que en Latinoamérica no se cuenta con ningún índice oficial con las metodologías discutidas, a excepción de ejercicios académicos y privados aislados, en el caso de Argentina. En América Latina, es común encontrar índices de costos relacionados con la vivienda o la construcción, materiales o precios medios de las transacciones. Por lo tanto, es útil mantener la distinción entre índices de precios y de costos, ya que estos últimos no captan los cambios en los precios de venta de las viviendas, las variaciones en los costos de intermediación, ni recogen las influencias de factores tanto de oferta como de demanda, entre otros aspectos.

La mayor dificultad en la aplicación de los métodos descritos anteriormente, se relaciona con la falta de series históricas sobre las variables que caracterizan una vivienda. Partiendo desde la falta del verdadero precio de transacción en las diferentes ventas realizadas durante el periodo de tiempo base para el cálculo del índice, hasta una variable que facilite detectar cuándo el predio ha sido vendido posteriormente. No obstante, mediante un proceso dispendioso y costoso es posible la reconstrucción de una base de datos para un periodo no muy extenso en el tiempo con toda la información necesaria tomando diferentes fuentes, algunas sujetas a reserva estadística.

Para la mayoría de los países, las transacciones de vivienda están sujetas a registro inmobiliario, adicionalmente se efectúan avalúos que contienen un sinnúmero de datos sobre las características del predio, los cuales son requeridos por las entidades financieras

hipotecarias. Estas a su vez, almacenan el valor del avalúo, valor de la hipoteca y las fechas de compra y venta. Por su parte, las oficinas municipales de catastro recopilan datos sobre el área construida y área del lote, entre otros datos. En el Cuadro 1 se resumen algunos de estos índices relacionados con el precio de las viviendas para varios países.

Cuadro 1
Índices relacionados con el precio de la vivienda en algunos países

País	Índice	Descripción
USA	*HPI (House price index) ----- *Median Sales Index	*Ventas repetidas ponderadas de acuerdo a los registros hipotecarios recopilados por la OFHEO. Adaptación de la metodología de Case y Shiller. Cuentan con una base de datos de más de seis millones de transacciones repetidas en todo el país. ----- *Precio medio de las transacciones de viviendas residenciales, calculado por National Association of Realtors.
Canadá	NHPI (New house price index)	Es una serie mensual que mide los cambios en el tiempo de los precios de venta del constructor, de acuerdo a los precios de venta de viviendas nuevas residenciales en donde las especificaciones detalladas permanecen constantes en dos periodos consecutivos. La encuesta que se realiza para el NHPI también es utilizada para el cálculo del índice de precio de mercado de la tierra, el cual se calcula de manera independiente. El residuo constituye (el precio de la venta total menos el precio de la tierra), el cual se relaciona con el costo actual de la estructura constituye también un índice independiente y es presentado como un estimado de la serie de las viviendas.
México	Índice del Costo de Edificación de Vivienda de Interés Social	Durante cada mes se recopilan 2,773 cotizaciones directas en 23 ciudades sobre los precios de 42 materiales de construcción y el costo de 17 destajos de mano de obra específicos. Los promedios de dichas cotizaciones dan lugar a los índices de 59 conceptos genéricos que forman la canasta del Índice General en cada una de las ciudades y a nivel nacional. La estructura de ponderaciones está basada en estimaciones del gasto promedio en materiales de construcción y en mano de obra, para la construcción de una vivienda de interés social media en el año de 1974. En la elaboración de los índices se obtiene una muestra o canasta de artículos representativos. La información proviene de compras y ventas captadas a través de las encuestas específicas. La fórmula utilizada en el cálculo de los índices es la de ponderaciones fijas de Laspeyres.

Europa	Índice nacional del costo de la construcción	La mayoría de países de la Unión cuentan con índices de precios de vivienda. Sin embargo, es común que las series difieran en la cobertura geográfica, las fuentes de información y el tipo de viviendas analizadas. La mayoría de las series son construidas en precios promedio de metros cuadrados, con niveles variables de corrección de cambios acordes con la ubicación o el tipo de construcción. Según el Banco Central Europeo, otros ajustes de calidad son raros. En el cuadro 2, se resumen las descripciones y las fuentes de los índices de precios de vivienda en Europa.
Argentina	Índice precios del M ² del Banco Nacional Hipotecario	Aunque el cálculo del índice no se basa en “precios hedónicos” a través de estimación econométrica, su metodología es análoga aunque menos rigurosa. El índice toma en cuenta los indicadores utilizados en la tasación habitual de los inmuebles para la elaboración de los coeficientes técnicos de ajuste por zona y por característica. La muestra sobre la cual se estima el precio promedio del M ² de vivienda representa el 35% del total de casas y un 65% del total de departamentos del país (de acuerdo a datos del Censo de Población y Vivienda 1991 de INDEC). Se realiza un muestreo específico en zonas previamente segmentadas según características que pudieran alterar el precio relativo entre los inmuebles. Se discriminan casas de apartamentos subdivididos en cantidad de ambientes. Se pregunta diversas características de la vivienda como su precio de venta publicado, precio de venta real, piso, ubicación en planta, antigüedad, etc. La diferencia entre el precio de venta publicado y el real es la existente entre el precio de oferta y el real o negociado o de demanda efectiva. El precio promedio relevado correspondería al equilibrio entre oferta y demanda del mercado inmobiliario. Luego de realizado el muestreo, en cada jurisdicción se aplican los coeficientes técnicos utilizados por el BHN para estandarizar el valor de las viviendas, eliminando las posibles distorsiones por ubicación en planta o en zona, calidad, antigüedad, superficie cubierta, etc.
Japón	Índice de Precios de la Tierra Urbana	El JREI(Japan Real Estate Institute) realiza varias encuestas sobre valores inmobiliarios, rentas, retornos de inversión.

Ecuador	<p>*Boletín Estadístico de Precios Oficiales</p> <p>-----</p> <p>*Encuesta Anual de Edificaciones</p>	<p>*En Ecuador no existen un índice de precios para la vivienda o algún estudio que aplique la metodología hedónica. En Guayaquil, la Cámara de la Construcción maneja Boletín mensual Estadístico de Precios Oficiales donde se lleva una guía de precios de los costos de construcción, ahí encontramos: precios referenciales de materiales de construcción, variaciones en los precios de combustibles, precios unitarios de rubros referenciales y estimaciones salariales. Además maneja una estadística de costo por metro cuadrado de construcción de tres tipos de vivienda cuyos modelos y especificaciones son preestablecidos y permanecen invariables en el tiempo, estos son: urbanización popular con un área construcción 30M², vivienda popular con un área construcción 36M² y la vivienda tipo medio alto con un área construcción 195M² y la única de dos plantas.</p> <p>*El INEC realiza una Encuesta anual de Edificaciones, basa su información en los Permisos de Construcción concedidos durante el año por los municipios del país. La información contenida en la publicación corresponde a los permisos de construcción que cubren el área urbana y rural del país. Asimismo, presenta el índice de metros cuadrados a construirse, para las ciudades de mayor dinamia en el campo de la construcción. Se hace necesario aclarar que el registro de estos permisos de construcción no refleja el número de construcciones efectivas, ya que en algunos casos estas no se llevan a cabo y además no se registran las construcciones que se efectúan sin el permiso correspondiente. Las principales variables investigadas son: tipo de obra, superficie del terreno en m2, área de construcción en m2, materiales predominantes a ser utilizados en la edificación (cimientos, estructura, paredes, cubierta o techo), uso y otras características de la edificación (número de edificaciones a construirse, viviendas, cuartos, dormitorios, pisos y área total a construirse en m2).</p>
---------	---	--

Cuadro 2
Índice de Precios de Vivienda disponibles en Europa

	Bélgica	Dinamarca	Alemania	Grecia	España	Francia	Irlanda	Italia
Descripción	Casas existentes, pequeñas y medianas	Casas nuevas y existentes	Viviendas nuevas, viviendas existentes	Viviendas nuevas y existentes en la ciudad de Atenas	Casas Nuevas y existentes, excluyendo las subsidiadas	Casas individuales y colectivas existentes	Nuevas y existentes (promedio simple) con base en la aprobación de crédito	Nuevas y recientemente reestructuradas
Fuente	Sector Inmobiliario	Instituto Nacional de Estadística	Bundesbank y Oficina de estadística federal	Banco de Grecia	Ministerio de infraestructura y planeación urbana	Sector Inmobiliario	Departamento de Ambiente y gobierno local	Banco de Italia basado en cifras de los agentes inmobiliarios
	Luxemburgo	Holanda	Austria	Portugal	Finlandia	Suecia	Reino Unido	
Descripción	Viviendas familiares nuevas y existentes y apartamentos	Casas Familiares nuevas y existentes	Casas nuevas y área de Viena	Casas nuevas y existentes	Hipoteca de agentes inmobiliarios. Ajuste Hedónico	Construcciones unio multifamiliares	Casas nuevas y existentes	
Fuente	Banco Central de Luxemburgo	Banco Holanda en base a datos de los registros de tierra	Sector inmobiliario	Banco Portugal con datos del sector inmobiliario	Instituto Nacional de Estadística en base a datos de sector inmobiliario	Instituto nacional de estadística	Departamento de gobierno en base a una encuesta del 5% de los prestamos hipotecarios	

Fuente: European Mortgage Federation –European Central Bank

4 Resultados Empíricos

El objetivo central de esta sección es ilustrar las técnicas comúnmente utilizadas en la regresión de las viviendas nuevas aplicando la metodología hedónica, se utilizan en esta sección las formas funcionales semi-logarítmica y logarítmica doble. Además se hará una breve reseña histórica junto con algunos datos geográficos del cantón Samborondón.

4.1. Datos Geográficos del Cantón Samborondón

Ubicado a la derecha del imponente río Babahoyo y a una distancia de 7 leguas náuticas de la ciudad de Guayaquil, encontramos al cantón Samborondón, el mismo que forma parte de los 28 cantones pertenecientes a la provincia del Guayas.

a) Límites

Norte: Estero Paula León.

Sur: Confluencia de los ríos Daule y Babahoyo.

Este: Recintos Bijama, Los Machos, Trapiche y el estero Los Capachos.

Oeste: Esteros Caizma y Cebadilla.

b) Superficie

252 kilómetros cuadrados y tiene la forma geométrica de un rectángulo.

Cuenta con una sola parroquia llamada Tarifa y 105 recintos aproximadamente

4.2 Datos Históricos del Cantón Samborondón

a) Origen del nombre

Muchas son las historias y leyendas que se han dado a conocer con respecto al nombre que tiene actualmente Samborondón. Entre las leyendas contadas, la más aceptada es la de Fermín de Asiain, el mismo que fue uno de los primeros colonizadores de estas tierras.

Al instalarse en este paraje, además de su familia, don Fermín llegó con su criado africano que se llamaba Bartolomé Sambo-rendón. Esta leyenda es según la mayoría de los historiadores, el origen del nombre de este lugar, debido a que la gente llegó a identificar esta zona con el apellido de la única persona de color que existía en este entonces.

b) Independencia

Entre las gestas libertarias del 9 de octubre de 1820, Samborondón dio su gran aporte patriótico con la participación valiente y decidida de los próceres de esta tierra como el sargento Isidro Pavón Valarezo y el Teniente Coronel Juan Layana y Duarte participando en algunas gestas, entre estas, la más gloriosa la Batalla del Pichincha como integrante del Batallón Yaguachi. La adhesión plena e inmediata del pueblo de Samborondón a la causa emancipadora de la ciudad de Guayaquil, se convierte en el primer pueblo en proclamar su independencia el 10 de octubre de 1820.

Por su situación geográfica, Samborondón fue considerado sitio estratégico clave en las guerras libertadoras comandadas por el General Antonio José de Sucre. Fue aquí donde el Libertador planificó y preparó algunas de las principales estrategias de combate. En el Buijo, instaló su cuartel general, desde donde organizó el desalojo de las tropas peruanas que estaban en Guayaquil.

c) Fundación

Los moradores del paraje Samborondón considerando el evidente desarrollo producto de la expansión de su superficie y población, junto con el constante aumento de la actividad comercial y agrícola, solicitaron al seno del cabildo de Guayaquil, su fundación el 19 de diciembre de 1775, transcurriendo algunos meses, tal petición se cristalizó cumpliendo finalmente con el anhelo de los samborondeños de ser electo oficialmente como pueblo, el 24 de mayo 1.776.

d) Cantonización

Fue cantonizado dos veces, la primera vez el 28 de julio de 1822 pero debido a las luchas políticas que atravesaba nuestra Patria en esa época, cuando Guayaquil fue incorporado a la

Gran Colombia, este pueblo entró a formar también parte anexa, y en el año de 1830, Samborondón pierde su categoría de cantón.

Se cantoniza por segunda vez y en forma definitiva, el 31 de octubre de 1955, cumplido al fin su tan anhelado sueño. El cantón tiene su primer presidente del Consejo en la persona del señor Miguel Yúnez Zagía.

4.3 Análisis de Datos

Los datos que se utilizarán fueron recogidos por medio de entrevistas con cada una de las constructoras y planes habitacionales del sector de Samborondón excluyendo las urbanizaciones de la Puntilla y Entre Ríos. La muestra de 322 datos recogen los precios de transacciones de viviendas nuevas ya construidas y/o vendidas sobre plano cuyo horizonte de construcción es de un plazo no mayor a seis meses. El periodo de la muestra corresponde a transacciones realizadas desde mediados del año 2003 hasta finales del primer semestre del 2004. En esta sección se hará un análisis cuantitativo como cualitativo de los datos recolectados, para lo cual se hará uso de algunos estadísticos para describir la muestra, también se analizará algunas urbanizaciones para dar una idea de lo que éstas ofrecen al mercado. Existen tres formas de adquirir una casa:

- Comprando el terreno y empezar la construcción por propia cuenta.
- Comprando el terreno y empezar la construcción con una inmobiliaria.
- Comprando terreno y casa con un modelo ya determinado por la urbanización.

De estas tres formas diferentes de adquirir una casa básicamente los datos se han recolectado las dos últimas descritas, ya que es mucho más difícil obtener información de una persona en particular, no tanto así de una inmobiliaria o de una promotora a la cual se ha acudido.

Se realiza un detalle amplio sobre lo que ofrecen las diferentes urbanizaciones, las diferencias principales entre promotoras radica entre el precio por m² de terreno, m² de construcción y los diferentes beneficios adicionales que pueda gozar el futuro habitante tales como clubes sociales, piscina, canchas, gimnasio, áreas verdes, etc.

4.3.1 Descripción de Datos

De los datos se encuentra:

Tabla 1

Media Terrenos	Media Constr.	Media Precios
397,55	190,85	137133,78
Mediana Terrenos	Mediana Constr.	Mediana Precio
371,1	167,6	119165,15
A. Max. Terrenos	A. Max Constr.	V. Max. Precios
1500	810	570000
A. Min Terrenos	A. Min. Constr.	V. Min. Precios
143	56,19	35513,2
Recorrido Terrenos	Recorrido Constr.	Recorrido Precios
1357	753,81	534486,80

La Tabla 1 describe que las promotoras ofrecen en promedio un terreno de 400 m² y un área de construcción media de 200 m², y el cliente paga en promedio alrededor de \$ 140.000. La observación central es 379,11 m² y 165,16 m² para terrenos y construcción respectivamente, la mitad de los precios estuvieron por debajo de \$119631,70

El terreno de mayor área que una persona deseó adquirir tiene 1500 m², el área máxima de construcción es de 810 m² y pago máximo realizado por una vivienda fue de \$570.000.

El área de terreno y de construcción mínimo ofrecido por las inmobiliarias es 143 m² y 56,19 m² respectivamente, y el precio mínimo de \$ 35513

El recorrido o rango del área de los terrenos es 1357 m², del área de construcción es 753,81 m² y de los precios \$ 534486,80

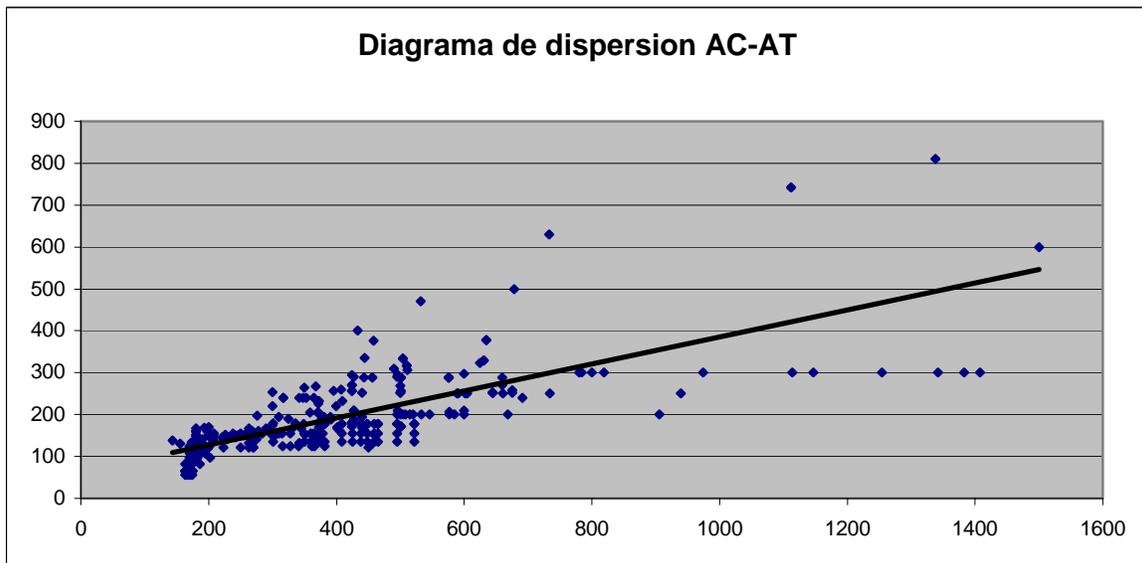
Tabla 2

Desviación Estándar	Desviación Estándar	Desviación Estándar
226,30	98,07	85422,25
Correlación AT-AC ⁹	Correlación AC-P	Correlación AT-P
0,7452	0,9333	0,9162

⁹ AT significa área del terreno, AC área de construcción y P precios

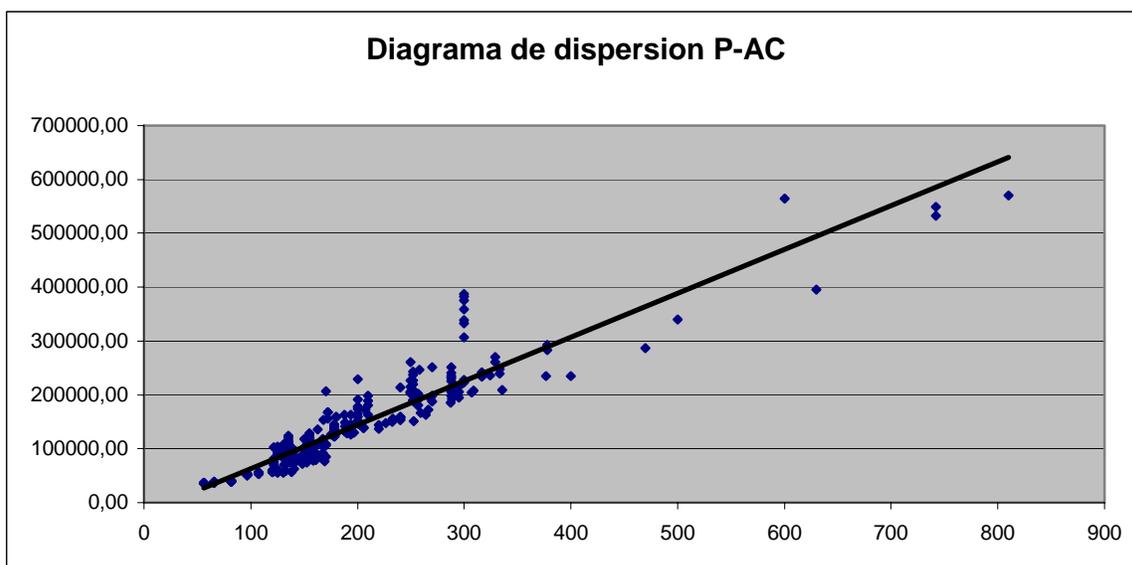
La Tabla 2 demuestra que las observaciones individuales están diseminadas en torno a su media para los terrenos en 226 m², para el área de construcción en 98 m² y en precios \$85400. Las correlaciones descritas se pueden observar mejor con un diagrama de dispersión. Primero se analiza las correlaciones entre área del terreno y área de construcción. En este primer diagrama la relación entre las dos variables no es tan fuerte como la siguiente, esto era de esperarse dado que en el proceso de investigación se notó que había mucha variación en cuanto a la relación entre las dos variables dado por la preferencia de la gente, ya que hay muchas personas que prefieren mantener un lote grande ya sea para hacer una ampliación en el futuro o solo por satisfacción. El Gráfico1 de dispersión queda de la siguiente forma:

Gráfico 1



Luego se analiza el diagrama de dispersión entre el precio y el área de construcción:

Gráfico 2



El gráfico 2 presenta una mayor fuerza de relación entre las dos variables. Algo que se apreció en la investigación, fue que cada urbanización tiene fijado su precio por m² de construcción, más no así el precio por m² de terreno el cual puede disminuir mediante una negociación entre comprador y vendedor dada la cantidad ofrecida de entrada.

4.3.2 Descripción de las Urbanizaciones

Las urbanizaciones analizadas suman un total de 16:

Estancias del Río, Ciudad Celeste, Villaclub, Santa Maria de Casa Grande, Vista Sol, Entre Lagos, Lago Sol, San Isidro, Bouganville, Matices, El Río, Terra Sol, Bonaire, Pórtico del Río, Tennis Club, Villa Nueva.

Estancias del Río

Ubicada en el Km. 10. En Estancias del Río es una norma que todas las casas tengan tejado rojizo y 5mts de retiro para uso exclusivo del parqueadero con techado, el m² de terreno tiene un valor de \$137 pero el cual puede disminuir hasta \$128 dependiendo de la entrada, el m² de construcción, sí es un valor fijo de \$450. Al valor subtotal se le agregan \$5400 los cuales incluyen riego automático, mantenimiento de jardinería, cisterna, garaje para dos

carros y hormigón estampado. Algo único, es que esta urbanización no hace el financiamiento con los bancos sino directamente con ella. La urbanización cuenta con un club privado junto al río y un parque infantil. Cuenta con 214 planes habitacionales.

Vista Sol

Ubicada en el Km. 7, en Vista Sol no hay un modelo definido de casa, aquí los constructores se ajustan a la necesidad del cliente, la urbanización en sí contiene una moderna planta de tratamiento de agua servidas, todo su cableado eléctrico y telefónico es subterráneo, el gas es ofrecido por una gran red de tuberías de cobre, además cuenta con ciclo vía, pista de jogging, gimnasio, una cancha de fútbol, dos de tenis, juegos infantiles y áreas verdes. Las casas se pueden financiar con cualquier banco hasta 10 años plazo y la cuota inicial se la puede diferir hasta 7 meses sin intereses. El m² de terreno cuesta \$137 y el m² de construcción \$460. Cuenta con 200 planes habitacionales.

Terra Sol

Ubicada en el Km. 7.5, promovida por los mismos de Vista Sol ofrecen casi lo mismo, con la diferencia de que son terrenos más grandes y poseen un salón de eventos sociales para ser utilizado por cualquier habitante previa reservación, sin costos adicionales en cualquier momento. Las casas pueden ser financiadas hasta 15 años plazo con cualquier banco. Cuenta con 200 planes habitacionales.

Entre Lagos

Ubicada en el Km. 7, de los mismos promotores de Vista Sol y Terra Sol. Esta urbanización mantiene un precio diferenciado en el valor del terreno por 3 sectores: al lago y al río \$170 por m², al norte de los lagos \$160 por m² y en los cinturones de la urbanización \$145 por m². La financiación se la puede hacer hasta 10 años plazo con el Banco de Guayaquil. Cuenta con amplias áreas verdes, 3 lagos, oficinas de administración, tiene más de 6000 m² en áreas deportivas, dos canchas de fútbol, básquet, volley playero, tenis y juegos infantiles. La Iglesia José María Escrivá esta ubicada la parte frontal derecha de la urbanización. Cuenta con 255 planes habitacionales.

Bonaire

Ubicada en el Km. 5.8, esta urbanización está distribuida en lotes iguales de 300 m² y solo ofrece 3 modelos de casas, existe un club privado con piscina, cancha de tenis, gimnasio, jacuzzi y un paseo malecón junto al río Babahoyo. Cuenta con tan solo 42 planes habitacionales.

Lago Sol

Ubicada en el Km. 6.5 al lado de Entre Lagos. Cuenta con cableado subterráneo, áreas verdes, canchas de tenis, juegos de niños, pérgola además de un lago, hay terrenos desde 500 hasta 1140 m², también cuenta con una diferenciación de precios dependiendo de la ubicación: al lago \$165, al río \$185 y medianeros \$160 cada m² de terreno. Al cierre de esta investigación solo queda un 20% de planes habitacionales por vender. Cuenta con 192 planes.

El Río

Ubicada en el Km. 1.5, es una de las urbanizaciones más exclusivas con instalaciones de primera, lo que la convierte en una de las más cotizadas, cuenta con solares que van desde 700 a 1500 m², también tiene una diferenciación en la ubicación de los terrenos: al lago \$185 y al río \$200 cada m².

Boungaville

Ubicada en el Km. 2.5 entrando por la Parrillada del Ñato. Cuenta con terrenos desde 240 a 270 m², la construcción de la vivienda es opcional para el cliente, tiene áreas comunes, piscina, cancha de fútbol y juegos de niños. Posee 80 planes habitacionales.

San Isidro

Ubicada en el Km. 4.5, esta urbanización posee 12389 m² en áreas verdes que incluyen parques, un lago y una cancha de fútbol. Hay terrenos desde 500 a 800 m² a un precio de \$125 por m². Cuenta con 50 viviendas.

Pórtico del Río

Ubicada en el Km. 2.5, posee áreas comunes, pérgola, una iglesia, canchas de tenis, hay terrenos desde 500 m² a un precio de \$145 cada m². Cuenta con tan solo 20 planes habitacionales.

Tennis Club

Ubicada en el Km. 4.5, existen terrenos desde 400 m² a un precio de \$130 cada m². Cuenta con amplias áreas verdes, parques con juegos infantiles, tiene al lado al Guayaquil Tennis Club pero el propietario tiene que pagar una membresía para acceder a sus servicios.

Villa Nueva

Ubicada en el Km. 0.5, sus terrenos tienen un promedio de 300 a 350 m² con un precio de \$150 cada m², el 80% está vendido. Cuenta con 50 planes familiares.

Santa Maria de Casa Grande

Ubicada en el Km. 12.5 vía Puntilla-La Aurora, se divide en 2 etapas, las cuales están separadas por una cascada, cuenta con amplias áreas verdes, un club privado con 2 piscinas, canchas de tenis, fútbol, juegos de niños, jazuzzi, sala de juego, oficinas de administración y lo más importante, una propia planta potabilizadora de agua. Existen terrenos desde 220 a 789 m² a un precio de \$135 cada m² en la primera etapa y \$125 cada m² en la segunda etapa. La urbanización está vendida en un 50%. Cuenta con 500 viviendas.

4.3.3 Análisis Comparativo por Urbanización

	A. Terreno (m²)	A. Construc. (m²)	Precios (\$)
Villaclub	Media	Media	Media
	177,71	98,18	49735,08
	A. Max.	A. Max.	V. Max.
	202,05	125,1	60538,01
	A. Min.	A. Min.	V. Min.
Ciudad Celeste	163,05	56,19	35513,2
	Media	Media	Media
	273,29	146,66	88796,85
	A. Max.	A. Max.	V. Max.
	458,83	170,7	206640,66
Estancias del Río	A. Min.	A. Min.	V. Min.
	180	121,6	69378,72
	Media	Media	Media
	387,14	219,78	151169,23
	A. Max.	A. Max.	V. Max.
Santa Maria de Casa Grande	576,43	376,4	234878
	A. Min.	A. Min.	V. Min.
	275,62	167,32	118216
	Media	Media	Media
	399,91	154,95	114883,66
Vista Sol	A. Max.	A. Max.	V. Max.
	521,95	178	145163,25
	A. Min.	A. Min.	V. Min.
	208	125	86000
	Media	Media	Media
EntreLagos	385,19	229,60	158976,25
	A. Max.	A. Max.	V. Max.
	691,12	288,68	214.068
	A. Min.	A. Min.	V. Min.
	301	163	123380
El Río	Media	Media	Media
	508,98	248,00	200846,22
	A. Max.	A. Max.	V. Max.
	675,38	295	252000
	A. Min.	A. Min.	V. Min.
El Río	423,97	168	154000
	Media	Media	Media
	753,09	436,16	337904,38
	A. Max.	A. Max.	V. Max.
	1500	741,97	564000
El Río	A. Min.	A. Min.	V. Min.
	503,9	316,7	233781,25

Como se ve en VillaClub se encuentra casas desde \$ 35500 esto es porque esta urbanización esta dirigida hacia otro mercado, se podría considerar de la siguiente manera: una urbanización económica en un sector de alta plusvalía. En Ciudad Celeste los terrenos son más grandes, comparados con Villaclub como también su área de construcción y por tanto su precio también. En Estancia del Río los terrenos y área de construcción son mayores que las dos anteriores y por lo tanto también su precio y los beneficios adicionales que esta urbanización posee. Si se compara Santa María con Estancias del Río se observa que ésta tiene un promedio de terrenos más grande, más no así el área de construcción en la cual Estancia del Río tiene un mayor promedio que Santa María, esto explica una vez más las preferencias y decisiones de las personas, tal vez este sea el tipo ideal de vivienda para una persona que esta pensando hacer una ampliación en el futuro pero ya quiere asegurarse con el terreno en el presente. Por lo tanto, comparando la media de precios de ambas urbanizaciones, Estancia del Río está \$ 36355 por arriba del precio medio de Santa María. Si comparamos el área media de terrenos de Vista Sol con el área media de construcción de El Río, esta última la supera, lo cual demuestra que El Río es una de las urbanizaciones más exclusivas. Si comparamos el área media de terrenos de El Río con el área media de terrenos de EntreLagos, El Río también supera en alrededor de 245 m². Analizando el precio mínimo de VillaClub con el precio máximo de El Río, nos alcanzaría para comprar aproximadamente 15 casas en VillaClub.

4.4 Semi-Logarítmica

$$\begin{aligned} \ln \text{precio} = & \alpha + \beta_1 \text{area} + \beta_2 \text{areareal} + \beta_3 \text{jardin} + \beta_4 \text{dormitorios} + \beta_5 \text{ambientes} + \\ & \beta_6 \text{baños} + \beta_7 \text{garaje} + \beta_8 \text{lavanderia} + \beta_9 \text{piscina} + \beta_{10} \text{pisos} + \beta_{11} \text{Kms} \\ & + \beta_{12} \text{servicios} + \beta_{13} \text{bbq} + \beta_{14} \text{distancia} + \beta_{15} \text{privacidad} + \epsilon \end{aligned}$$

El primer modelo es una especificación semi-logarítmica que incluye todas las variables, las cuales son explicadas en detalle en el Apéndice 1. Es importante resaltar que para objeto de la investigación las variables ficticias representan siempre atributos positivo de la vivienda¹⁰. Siguiendo los procedimientos normales, se utiliza la estimación semi-logarítmica y obviamente las variables poco significativas con un valor de t bajo, son sacadas del modelo hasta que el modelo muestre una medida del R² ajustado, criterio de Akaike y criterio de Schwartz¹¹ que muestren un óptimo. El modelo se reduce al final a:

$$\begin{aligned} \ln \text{precio} = & \alpha + \beta_1 \text{area} + \beta_2 \text{garaje} + \beta_3 \text{jardin} + \beta_4 \text{kms} + \beta_5 \text{piscina} + \beta_6 \text{ambientes} + \\ & \beta_7 \text{privacidad} + \beta_8 \text{dormitorios} + \beta_9 \text{pisos} + \epsilon \end{aligned}$$

La regresión de este modelo se encuentra en el Apéndice 2a. La variable baños es excluida del modelo a pesar de su significancia debido a su alto grado de correlación con la variables dormitorios y ambientes.

Cabe anotar que la regresión se la ha hecho violando el supuesto de la homoscedasticidad de la varianza, se ha utilizado en su lugar la estimación de la varianza de White bajo el supuesto de heteroscedasticidad de tal manera que los resultados que se obtengan serán mucho más conservadores que bajo Mínimos Cuadrado Ordinario clásico.

¹⁰ Por ejemplo en el caso de que la casa tenga piscina la variable tomará valor de 1 caso contrario será cero

¹¹ El concepto de ambos criterios es bastante similar al del R² ajustado, la diferencia es que tanto el criterio de Akaike como Schwartz penalizan aun más, la inclusión de variables no relevantes al modelo.

De los resultados que arroja la regresión semi-logarítmica se obtiene que el valor promedio de la regresión es de $\ln(11.66161)$, el cual representa un valor aproximado en dólares de \$116,030.68. Además, se observa que las variables jardín, pisos y privacidad son las que tienen los coeficientes más altos, esto muestra que los consumidores tienden a privilegiar más estas características que el resto de las variables, es así como la presencia de un jardín dentro de la casa explica alrededor del 18.6% de su precio, el precio implícito de esta característica se estima en alrededor de \$21,609. Mientras que pisos explica en alrededor del 16%, su precio implícito se estima en alrededor del \$18,573. Esto demuestra que existe cierta tendencia, de acuerdo a la muestra utilizada, a valorar más la presencia de un jardín y consecuentemente la presencia de áreas verdes dentro de la vivienda. La variable privacidad obtiene un 15,7% mostrando una marcada tendencia de los compradores a pagar más por viviendas en urbanizaciones con un número menor de planes habitacionales. El precio implícito asociado con la característica es de \$18,217.

Otro resultado importante es el coeficiente de la variable piscina, con un valor cercano al 8,9% que representa un valor relativamente alto, dado que la mayoría de las urbanizaciones cuenta con clubes privados, que incluyen no solo piscinas sino jacuzzi, saunas, etc. El valor implícito de la piscina es de \$10430. La variable Kms es la única en la regresión semi-logarítmica que muestra un coeficiente negativo, su precio implícito estimado indica que por cada kilómetro que aumente la ubicación de la urbanización el precio de la vivienda disminuirá en \$1273. Eso se puede explicar por dos razones: (1) como se analizó en el Sección 4.3.3 en la actualidad existen urbanizaciones como Ciudad Celeste y Villaclub, ubicadas en el Km. 9,5 y Km. 12 respectivamente, que presentan propuestas inmobiliarias destinadas a familias de un nivel de ingresos medios y (2) implícitamente un mayor valor de la variable Kms implica un aumento de los costos de transportación, es decir, un aumento en el gasto de gasolina, tiempo y demás costos relacionados, en relación con las urbanizaciones ubicadas más próximas a centros comerciales, supermercados y demás centros de abastecimientos. Otros resultados importantes que arroja la regresión son los precios implícitos de los dormitorios que se sitúan en un valor aproximado \$5,126. La variable área alcanza un valor de alrededor de \$110. Para las variables pisos y ambientes se obtienen valores aproximados de \$18,573 y \$3,056 respectivamente.

Cabe señalar que la variable ambiente fue creada por los investigadores para evitar los problemas de multicolinealidad entre las variables área real y área. Lo que trata de recoger esta variable son todos los espacios de la vivienda con cada una de sus divisiones y reflejar indirectamente el área de construcción, evitando así el problema de alta correlación entre estas dos variables. Es decir, captar las diferencias entre casas que posean espacios tales como un hall, una cocina con comedor, un recibidor, sala de estudio con otras que no las posean pero que contengan el resto de las características similares.

Para determinar el grado de multicolinealidad se correrá una regresión auxiliar en la que se regresará las variables independientes unas con otras. A mayor R^2 en estas regresiones mayor será la multicolinealidad que presenten los datos. Sin embargo, la multicolinealidad es un asunto de grado, más que de inexistencia de la misma ya que en economía todas las variables tienen cierto grado de correlación. Es por esto que el R^2 de la regresión normal del precio hedónico de la vivienda, Apéndice 2, debe ser comparado con el R^2 de la regresión auxiliar, Apéndice 3. Si el R^2 en la regresión normal del modelo es por lo menos el doble que el R^2 de la regresión auxiliar entonces se rechaza la hipótesis de multicolinealidad en el modelo. Ahora se observa que el R^2 de la regresión normal del modelo es 0.963950 mientras que el R^2 en la regresión auxiliar es de 0,4589. Estos resultados indican que los regresores se encuentran moderadamente correlacionados los unos con los otros.

Otra forma alternativa de detectar la correlación entre variables es observando la matriz de correlaciones, Apéndice 4. La matriz de correlaciones muestra interesantes resultados. La variable ambientes se encuentra altamente correlacionada con la variable garaje, lo que es intuitivamente razonable: un casa pequeña es más probable que no tenga garaje en relación con una más grande. Así mismo la variable ambiente y área están altamente correlacionadas, lo que es lógico pues a mayor número de ambientes, mayor será el área del terreno requerida. También se observa la correlación negativa entre Kms y privacidad, lo que indica que se esperaría que urbanizaciones más exclusivas su encuentren en los primeros kilómetros de la carretera.

4.5 Logarítmica Doble

$$\begin{aligned} \text{Inprecio} = & \alpha + \beta_1 \text{Ln}(\text{area}) + \beta_2 \text{Ln}(\text{garaje}+1) + \beta_3 \text{Ln}(\text{jardín}+1) + \beta_4 \text{Ln}(\text{kms}) + \\ & \beta_5 \text{Ln}(\text{piscina}+1) + \beta_6 \text{Ln}(\text{ambientes}) + \beta_7 \text{Ln}(\text{privacidad}+1) + \\ & \beta_8 \text{Ln}(\text{dormitorio}) + \beta_9 \text{Ln}(\text{pisos}) \end{aligned}$$

En lo concerniente a variables ficticias, el modelo logarítmico doble requiere ciertas modificaciones, el log (0) no se encuentra definido y otra forma de modelar las variables ficticias debe ser encontrada. Normalmente como este problema se resuelve empleando el dígito 2 para señalar la existencia de una característica de la casa, y el dígito 1 para el caso contrario¹². Afortunadamente el E-Views 3.1 permite resolver estos problemas aumentando 1 a todas las variables ficticias en la ecuación.

Para determinar el grado de multicolinealidad, se utiliza el mismo procedimiento empleado en la regresión semi-logarítmica, se corre una regresión auxiliar sólo con las variables independientes del modelo. Aplicando la misma regla empírica, se observa que el R² de la regresión auxiliar es de 0,60 siendo este valor más de la mitad que el valor del R², 0.979080, de la regresión original. En el Apéndice 2b y 3b se encuentran los valores de esta regresión, el resultado indica que los regresores se encuentran altamente relacionados los unos con los otros.

También se observa que el valor del coeficiente garaje en el modelo logarítmico doble tiene un signo negativo y un valor t muy bajo, lo cual nos indica una baja significancia de esta variable en el modelo, a diferencia de lo que ocurriría con esta misma variable en el modelo semi-logarítmico. Es así que se puede concluir que el mayor R² en el modelo semi-logarítmico doble 0,97 se debe principalmente al problema de multicolinealidad que presentan las variables bajo esta forma funcional, de ahí se explican los bajos niveles de significancia de algunas variables importantes como garaje y pisos.

¹² Note que log (1)= 0

5. Conclusiones

En este trabajo se ha estimado una función de precios para las viviendas nuevas para el sector de Samborondón. De los resultados obtenidos se observa que la forma funcional semi-logarítmica es la que mejor se acopla a los datos y ofrece coeficientes más consistentes. Lamentablemente no ha sido posible la recolección de datos históricos que nos permitan observar la evolución de los precios ajustados por calidad en el tiempo. Sin embargo, se han obtenido resultados importantes en cuanto a la revelación de preferencias por parte de los consumidores al momento de comprar casas en el sector de Samborondón. Los compradores valoran mucho más características como jardín, privacidad, y ubicación de la urbanización sobre otras como piscina, dormitorios, ambientes.

Se ha logrado estimar precios implícitos para cada una de las variables y descomponer la contribución de cada una de estas características en el precio final. Como se mencionó previamente, el modelo semi-logarítmico proporciona las mejores estimaciones. Bajo esta especificación, el precio por m² de terreno se sitúa en \$110, un valor algo bajo para el sector en general pero que se debe principalmente a las limitaciones en cuanto a la disponibilidad de una mayor y más diversa base de datos. Urbanizaciones como Villaclub y Ciudad Celeste influyen en este resultado, que no obstante constituye una buena aproximación de la realidad del sector y la diversidad de propuestas inmobiliarias no sólo para la clase alta sino también para la clase media que se ofrecen actualmente.

El precio implícito de la variable privacidad con \$18,217 refleja lo importante que representa para los compradores de viviendas en el sector la privacidad que indiscutiblemente siempre estará relacionada con el concepto de exclusividad. El bajo valor de la variable pisos con un valor de \$18573 se lo explica principalmente por la marcada que tendencia que existe en el sector de construir viviendas de dos pisos, de ahí su modesta participación en la explicación del precio final de la vivienda. La negatividad del coeficiente de la variable Kms nos muestra que tanto la lejanía como los costos relacionados con la misma hacen menos atractivo “*en la actualidad*” adquirir viviendas en valores de Kms más altos. Sería interesante observar el comportamiento de esta variable en el futuro conforme vaya ocurriendo un mayor desarrollo de centros de servicios y

abastecimientos junto con un considerable crecimiento poblacional del sector. Los altos coeficientes obtenidos por las variables piscina y en especial jardín revelan la preferencia de los compradores de mayores recursos a pagar más por el confort, comodidad de estos atributos le generan consumir, aún cuando las urbanizaciones ya cuentan con estos beneficios en la forma de clubes deportivos.

Cabe recordar que estas cifras son representativas de la muestra y del sector de donde fueron recogidas, más no representan cifras poblacionales del sector inmobiliario, pero en principio se puede pensar que la disposición de una base de datos más completa tenderá a incluir otras mejoras tecnológicas y otras características de la vivienda, lo que nos llevaría a un análisis general y más detallado del mercado de las viviendas nuevas.

Apéndice 1 Índice de variables

area	Área del terreno
areareal	Área de construcción de la vivienda
jardín	Variable ficticia: 1 si posee un jardín grande, 0 en otro caso
dormitorios	Número de cuartos
ambientes	Número de secciones de la casa
baños	Número de baños
garaje	Variable ficticia: 1 si posee garaje con techado, 0 en otro caso
lavandería	Variable ficticia: 1 si la casa viene con lavadora incluida en el cuarto de lavado, 0 en otro caso
piscina	Variable ficticia: 1 si posee piscina, 0 en otro caso
pisos	Número de pisos de la casa
kms	Número de Kms de la vía
servicios	Variables ficticia: 1 si posee dormitorio y baño para empleada, 0 en otro caso
bbq	Variable ficticia: 1 si posee BBQ, 0 en otro caso
distancia	Variable ficticia: 1 si la urbanización esta al pie de la vía, 0 en otro caso
privacidad	Variable ficticia: 1 si la urbanización posee menos de 280 viviendas, 0 e otro caso.

Apéndice 2.

a) Regresión del Modelo Semi-Logarítmico

Dependent Variable: LNPRECIO				
Method: Least Squares				
Sample: 1 322				
Included observations: 322				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AREA	0.000945	5.13E-05	18.43143	0.0000
GARAJE	0.117143	0.030195	3.879529	0.0001
JARDIN	0.186241	0.023089	8.066048	0.0000
KMS	-0.010976	0.003392	-3.235604	0.0013
PISCINA	0.089890	0.020714	4.339616	0.0000
AMBIENTES	0.026684	0.001919	13.90283	0.0000
PRIVACIDAD	0.157008	0.032298	4.861279	0.0000
DORMITORIOS	0.044180	0.010590	4.171758	0.0000
PISOS	0.160075	0.042257	3.788097	0.0002
C	10.17110	0.090958	111.8225	0.0000
R-squared	0.963950	Mean dependent var		11.66161
Adjusted R-squared	0.962910	S.D. dependent var		0.580753
S.E. of regression	0.111846	Akaike info criterion		-1.512822
Sum squared resid	3.902980	Schwarz criterion		-1.395600
Log likelihood	253.5644	F-statistic		926.9542
Durbin-Watson stat	0.632145	Prob(F-statistic)		0.000000

b) Regresión del Modelo Logarítmico Doble

Dependent Variable: LNPRECIO				
Method: Least Squares				
Sample: 1 322				
Included observations: 322				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNAREA	0.563234	0.020429	27.57093	0.0000
LN(GARAJE+1)	-0.012303	0.022877	-0.537786	0.5911
LN(JARDIN+1)	0.116788	0.022032	5.300855	0.0000
LNKMS	-0.057703	0.013720	-4.205896	0.0000
LN(PISCINA+1)	0.119354	0.027422	4.352509	0.0000
LNAMBIENTES	0.429225	0.037085	11.57416	0.0000
LN(PRIVACIDAD+1)	0.222917	0.034571	6.448061	0.0000
LNDORMITORIOS	0.286245	0.029862	9.585508	0.0000
LNPIOS	0.045565	0.038963	1.169445	0.2431
C	6.769589	0.114576	59.08364	0.0000
R-squared	0.979080	Mean dependent var		11.66161
Adjusted R-squared	0.978477	S.D. dependent var		0.580753
S.E. of regression	0.085201	Akaike info criterion		-2.057053
Sum squared resid	2.264852	Schwarz criterion		-1.939831
Log likelihood	341.1856	F-statistic		1622.478
Durbin-Watson stat	0.965675	Prob(F-statistic)		0.000000

Apéndice 3.

Regresiones Auxiliares

a) Modelo Semi-Logarítmico

Semi-Logarítmica		
	R ²	R ² ajustado
Area	-0,025117	-0,04797
Garaje	0,684491	0,677457
Jardin	0,540544	0,530301
Km	0,032285	0,010712
Piscina	0,50061	0,489477
Ambientes	0,549347	0,5393
Privacidad	0,777788	0,772834
Dormitorios	0,669962	0,662604
Pisos	0,400396	0,387029
Σ	4,130306	4,021744
Promedio	0,458923	0,4468604

b) Modelo Logarítmico Doble

Logarítmica Doble		
	R ²	R ² ajustado
Area	0,61861	0,635074
Garaje	0,66907	0,607192
Jardin	0,59165	0,581207
Km	0,37161	0,347098
Piscina	0,47997	0,468653
Ambientes	0,80662	0,79766
Privacidad	0,74486	0,743961
Dormitorios	0,68198	0,677048
Pisos	0,55253	0,535575
Σ	5,5169	5,393468
Promedio	0,61299	0,599274222

Apéndice 4.

Matriz de Correlaciones de la función Semi-Logarítmica.

	AREA	GARAJE	JARDIN	KM
AREA	1	0.561593	0.502637	-0.495476
GARAJE	0.561593	1	0.632985	-0.359624
JARDIN	0.502637	0.632985	1	-0.336969
KM	-0.495476	-0.359624	-0.336969	1
POOL	0.328368	0.477718	0.332676	-0.438168
AMBIENTES	0.719087	0.708181	0.609197	-0.611898
PRIVACIDAD	0.575035	0.596264	0.401780	-0.773974
DORMITORIOS	0.656873	0.648460	0.563335	-0.407755
PISOS	0.244505	0.233959	0.490962	-0.292502

	PISCINA	AMBIENTES	PRIVACIDAD	DORMITORIOS	PISOS
AREA	0.328368	0.719087	0.575035	0.656873	0.244505
GARAJE	0.477718	0.708181	0.596264	0.648460	0.233959
JARDIN	0.332676	0.609197	0.401780	0.563335	0.490962
KM	-0.438168	-0.611898	-0.773974	-0.407755	-0.292502
POOL	1	0.511394	0.657036	0.437768	0.178910
AMBIENTES	0.511394	1	0.704121	0.702942	0.469495
PRIVACIDAD	0.657036	0.704121	1	0.451895	0.266570
DORMITORIOS	0.437768	0.702942	0.451895	1	0.409186
PISOS	0.178910	0.469495	0.266570	0.409186	1

BIBLIOGRAFÍA

- “Precios Hedónicos de la vivienda sin características: el caso de las promociones de viviendas nuevas”***, Olimpia Bover y Pilar Velilla (2001)
- “The application of Hedonic Indexing Methods: a study of house prices in the United Kingdom”***, M.C Fleming and J.G Nellis (1985); Statistical Journal Of the United Nations, pp 230-271
- “Métodos hedónicos y consecuencias para la contabilidad nacional”***, Olimpia Bover y Mario Izquierdo (2001)
- “Precios hedónicos para los ordenadores personales en España durante la década de los noventa”***, Mario Izquierdo y Ma. De los Llanos Matea (2001)
- “Revised deflators for new Construction: 1947-1993”***, Survey of current business Bureau of Economic Analysis (2000), USA
- “Econometría, 2da edición”***, Alfonso Novales
- “Análisis econométrico, 3ra edición”***, William Green
- “Estadística Aplicada a la Empresa y a la Economía”***, Allen Webster
- “European Central Bank (2003)”***. Structural factors in the EU Housing Markets.
- “Análisis del precio de la vivienda en España. Banco de España. Estudios Económicos No. 307”***, Martínez, Jorge y Maza Luis Ángel (2003).
- “Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition”***, *Journal of Political Economy*, Rosen, S. (1974).
- “Hedonic Regressions: A Consumer Theory Approach”***, Diewert, E. (2001).
- “Elaboración de Índices de Precios de Propiedades: Una Aplicación en Transacciones del Gran Mendoza. Banco Nacional Hipotecario” Argentina***. Selvaggi, Mariano y Caminos Joaquín (1999).
- “OFHEO House Price Indexes: HPI Technical Description. Office of Federal Housing Enterprise Oversight”***, Calhoun, Charles (1996)
- “Family Homes since 1970: New Indexes for Four Cities”***, New England Economic Review.
- “Precision in House Price Indices: Findings of a Comparative Study of House Price Index Methods”***. *Journal of Housing Research, Volume 6, Issue 3: pp 483 – 496*, Case, Brdford y Szymanoski, Edward (1995).
- “Berndt E.R. y Griliches, Z y Rappaport, N. (1995)***. Econometric Estimates of Price Indexes for Personal Computers in the 1990s
- “Bureau of the Census (1997)”*** “New One-Family House Sold”, Current Construction Report

“Bureau of Economic Analysis (1974)” “Revised deflators for New Construction”, 1947-73.

“European Central Bank (2003). Structural factors in the EU Housing Markets.

“Data Sources for Measuring House Price Change” Pollakowsky, Henry (1995)

“Arithmetic Repeat Sales Price Estimators. Journal of Housing Research” Shiller, Robert (1991)