

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ECONOMÍA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



CRIMINALIDAD Y REZAGO SOCIAL:

COMO DETERMINANTES DEL PRECIO DE LA VIVIENDA

Por

JORGE MANUEL ROJAS OLAIZ

**Tesis presentada como requisito parcial para
obtener el grado de Maestría en Economía con
Orientación en Economía Industrial**

ENERO 2011

Introducción	2
I. Revisión de literatura	5
I.1 Revisión de literatura en nivel internacional	5
I.2 Revisión de Literatura en nivel nacional	8
I.3 Signos esperados de acuerdo a la literatura	9
II. Marco teórico.....	11
II.1 La elección del consumidor.....	11
II.2 La elección del productor.....	13
II.3 Condición de equilibrio	15
II.4 El modelo de precios hedónicos y su aplicación al mercado de la vivienda.....	15
III. Construcción y obtención de la base de datos.....	17
III.1 Obtención y descripción de datos.....	17
III.2 Obtención de variables estructurales	17
III.3 Características de Vecindario y de Localización.....	18
IV. Marco Empírico.....	21
IV.1 Estadísticas descriptivas.....	21
IV.2 El problema común de los modelos de precios hedónicos.....	23
IV.3 Selección de la forma funcional	24
IV.4 Resultados de la estimación.....	25
IV.5 Análisis de las estimaciones.....	29
Conclusiones	33
Bibliografía	35
Anexo I Comportamiento de la delincuencia 2006-2010.....	38
Anexo II Análisis de residuales	40
Anexo III Transformación de variables.....	42
Anexo IV Modelo sin Índice de Rezago Social.....	44
Anexo V Modelo sin Llamadas al 060 y 066	45
Anexo VI Modelo sin Rezago Social y sin Llamadas al 060 y 066.....	46
Anexo VII Efecto del municipio sobre el precio de la vivienda	47

Introducción

El mercado de la vivienda ha presentando un crecimiento importante a lo largo del territorio nacional. Este crecimiento es atribuible a factores como una mayor estabilidad macroeconómica, que genera certidumbre a los inversionistas, reducciones en la tasa de interés, apoyos del gobierno federal, y un mercado más competido en lo que se refiere a créditos hipotecarios.¹ Por su parte, proyecciones recientes de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) y del Consejo Nacional de Población (CONAPO) concuerdan en que, en promedio, para satisfacer la demanda de viviendas se necesitan más de 600,000 unidades por año.

El crecimiento en el mercado de vivienda también se ha observado en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), donde a pesar de la falta de planeación urbana y escasez de servicios públicos, en algunos municipios que la conforman, se siguen demandando casas habitación.² Entre los principales factores que explican este crecimiento se encuentran, el alto grado de concentración de la actividad económica en los municipios del AMM y el considerable porcentaje de la población que está en edad de adquirir vivienda.³

Adicional a esto, la vivienda presenta tres propiedades que hacen más interesante su estudio. La primera de ellas es que a pesar de que una vivienda puede cubrir las necesidades de varias familias, generalmente una sola familia saciará sus necesidades con esa vivienda. La segunda de ellas es la durabilidad, la cual afecta no solamente al mercado de viviendas nuevas sino que también al mercado de viviendas usadas. Y la última es que es casi imposible cambiarla de lugar, lo que trae consigo que tendrá arraigadas características del vecindario y de localización.

¹ Instituto de la vivienda de Nuevo León, Estado Actual de la vivienda y el desarrollo Urbano en Nuevo León. México D.F.:CIDOC 2008. pp 1-2.

² El AMM está compuesta por los siguientes municipios: Apodaca, Cadereyta Jiménez, Juárez, García, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, Salinas Victoria, Santa Catarina, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santiago.

³ En 2007, el 22% de la población se encontraba en edades de 21 a 35 años. Dato obtenido del Instituto de la Vivienda de Nuevo León, Estado Actual de la vivienda y el desarrollo Urbano en Nuevo León. México D.F.:CIDOC 2008. pp 4.

Por ello, es relevante que tanto el gobierno, en sus tres niveles (federal, estatal y municipal), como la iniciativa privada, conozcan las necesidades de la ciudadanía, para propiciar viviendas adecuadas a las exigencias del mercado, considerando no sólo aspectos de la vivienda misma, sino también aspectos sociales y demográficos relacionados con su ubicación.

Para responder a lo anterior, la teoría económica utiliza el modelo de precios hedónicos desarrollado por Rosen (1974). En este modelo, conociendo las preferencias de los consumidores y su disposición a pagar por un determinado bien, se puede determinar la valoración de cada característica del bien de manera individual.

Para el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), existen estudios que se han abocado a la tarea de explicar el precio de la vivienda, considerando como determinantes del mismo, variables estructurales (metros de construcción), de localización (municipio en el que se encuentra ubicada) y de vecindario (proximidad a parques).⁴ Sin embargo, hasta el momento no existen trabajos empíricos que identifiquen si el rezago social y el nivel de seguridad pública del vecindario (o zona circundante) sean variables explicativas del precio de las viviendas en dicha región.

En este contexto, la presente investigación busca contribuir al análisis empírico del precio de la vivienda en el AMM, aplicando el modelo de precios hedónicos al mercado de la casa habitación de los municipios de San Nicolás de los Garza, Guadalupe y Monterrey, determinando si el rezago social y la seguridad pública son características de vecindario que explican la disposición a pagar de los individuos. En especial, el aspecto de seguridad ha cobrado importancia en los últimos años en el estado de Nuevo León debido al aumento exhibido por los índices de criminalidad en rubros como homicidios, robo a casa habitación, robo vehicular, entre otros (ver Anexo I, Gráficas 1, 2 y 3).

El índice de rezago social captura cuestiones educativas, acceso a servicios de salud, servicios básicos y activos en el hogar. El índice fue obtenido del estudio “Mapas de

⁴ Ver Moreno (2009) y Scherenberg (2006).

pobreza y rezago social” del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), cuya elaboración fue realizada por Martínez, Treviño y Gómez (2009) que utiliza los datos de la Comisión de Desarrollo Social para el año 2005. Cabe mencionar, que la mayoría de los autores no utilizan el rezago social como variable explicativa, debido a que es difícil obtenerla para niveles de localización tan puntuales como es sector, colonia o zona.

Por su parte se utilizó como variable cuantitativa del crimen, el número de denuncias por persona al 060 y 066 para el año 2007, éste fue obtenido del documento “Seguridad Pública del Estado” publicado por el Estado de Nuevo León.

Los principales resultados indican que la criminalidad guarda una relación cuadrática con el precio de la vivienda, es decir existe un punto máximo de tolerancia por parte de la ciudadanía, pero una vez que se supera dicho punto, el precio de las viviendas tiende a disminuir a causa de la criminalidad en la zona. En lo referente al rezago social, los resultados no llegan a ser concluyentes dada la baja significancia de dicha variable, lo cual puede ser atribuido a la homogeneidad de los datos, es decir, contamos con un nivel de rezago social muy similar a lo largo de los tres municipios que comprende nuestro estudio.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente manera. En la primera sección se realiza una revisión de literatura, comentando los resultados de estudios nacionales e internacionales; la segunda sección contiene el marco teórico, donde se describe el modelo de precios hedónicos y se fundamenta su aplicación al mercado de la vivienda. En la tercera sección se detalla la construcción de la base de datos, para después aplicar el modelo empírico. Se finaliza, discutiendo los principales resultados y realizando recomendaciones.

I. Revisión de literatura

I.1 Revisión de literatura en nivel internacional

El modelo de precios hedónicos, propuesto por Lancaster (1966) y retomado por Rosen (1979) para su formalización, ha sido ampliamente aplicado en investigaciones académicas. Dichas aplicaciones van desde el mercado de los vinos (Nerlove 1995), el mercado de los teléfonos celulares (Dewenter, Haucap, Luther y Rotzél 2007), el mercado de los automóviles (Arguea 1993), hasta el mercado de los costos de hospitalización (Chernichovsky 1986), entre otros.

En lo que al mercado de la vivienda concierne, la cantidad de estudios es aún más vasta. Randolph (1988) considera que el valor de una vivienda disminuye por la depreciación física que sufre con el paso de los años. En un estudio para Lousiana, Estados Unidos, Knight (1996) encuentra evidencia para considerar que las casas con poco mantenimiento se deprecian a una tasa mayor que las que tienen un mantenimiento medio, y aquellas viviendas que tienen un mayor mantenimiento que el promedio se deprecian más lentamente que las viviendas que reciben un mantenimiento promedio. Un intento similar hace Wilhelmsson (2008), pero para viviendas en Estocolmo, donde concluye que las viviendas tienen diferentes tasas de depreciación, las cuales se traducen en diferentes precios dependiendo del nivel de mantenimiento.

Deweese (1979), en un estudio realizado para Toronto, Canadá, encuentra que aquellas casas que se sitúan cerca de alguna estación del metro tienen una mejor valoración que las que se encuentran retiradas de las estaciones del metro. Posterior a esto, Daniere (2004), en su estudio para el Cairo y Manila, concluye que las casas que se localizan más cerca de los centros de negocios tienen un precio más alto que aquéllas que están retiradas.

Un nuevo enfoque propone Luttik (2000), en el que a través de su estudio para ocho ciudades en Holanda, encontró que aquellas ciudades que cuentan con jardín hacia alguna laguna o hacia algún espacio abierto tienen un mayor valor que las demás viviendas. En un

estudio posterior, Wen (2005), para Janin, China, encuentra evidencia para afirmar que las áreas verdes tienen un impacto positivo en el precio de las casas.

Troy (2008), en un estudio realizado para la ciudad de Baltimore en los Estados Unidos, concluye que la proximidad a un parque será valorado positivamente siempre y cuando dicho parque tenga un bajo índice delictivo. Dicha situación se vuelve ambigua cuando el parque tiene un índice delictivo medio, mientras que cuando el parque presenta un alto índice delictivo el impacto sobre el precio de la vivienda será negativo. Clark, Herrin y William (2000) en su estudio para la ciudad de Fresno, California, tomando datos de 1990 a 1994, buscan la relación existente entre el valor de la vivienda, los atributos de la escuela más próxima, la calidad del ambiente y la criminalidad, encontrando evidencia para afirmar que de estas tres características, la más valorada es el atributo de la escuela más próxima.

Una aplicación en el mismo sentido fue realizada para Singapur, por Chor Chin y Wai Foong (2006), quienes investigan la relación existente entre el precio de las viviendas y la ubicación de las escuelas, encontrando que aquellas casas que se ubican más cerca de las escuelas tendrán un mayor valoración, pero también encuentran evidencia para afirmar que la reputación de las escuelas afecta en mayor medida (positivamente) el valor de la vivienda. Mientras que, Jim (2009) determina en su estudio para Hong Kong, que aquellas viviendas que tienen vista al puerto gozan de una mejor valoración en el mercado, situación que no se repite con aquellas viviendas que tienen vista a la montaña. En un esfuerzo realizado por Payton, Lindsey, Wilson, Ottensmann y Man (2008) para la ciudad de Indianápolis, encuentran que aquellas viviendas que cuentan con algún bosque urbano a su alrededor contarán con un precio significativamente mayor que aquéllas que no lo tienen.

Un estudio que relaciona cuestiones de ruido es el de Cohen y Coughlin (2009). Ellos investigan el caso particular de la Ciudad de Atlanta y su aeropuerto en los Estados Unidos. Encuentran que aquellas viviendas que se encuentran más cerca del aeropuerto son más valoradas, pero la cuestión del ruido es algo que impacta negativamente al precio de la propiedad.

Bayer, Kehone y Timmins (2009) en su estudio realizado para Estados Unidos, vinculan satisfactoriamente la calidad del medio ambiente como una característica determinante en el valor de la vivienda, argumentando que la disposición a pagar en por la reducción de partículas contaminantes es de entre 149 y 185 dólares (precios del 1982-1984) en promedio. En un estudio buscando igualmente el efecto de la calidad de aire, pero en este caso para un país en desarrollo como es Indonesia (más específicamente en Jakarta), Yusuf y Resosudarmo (2009) encuentran que la contaminación tiene una asociación negativa con el valor de una vivienda. Hansen, Benson y Hagen (2006) en su estudio para Bellingham, Washington, tratan de asociar la ruptura de una tubería de combustible con los precios de las viviendas, encontrando que antes de la ruptura no hay efecto alguno sobre el valor de la vivienda, tras el accidente sí hay un efecto significativo y negativo en el precio de la vivienda, pero dicho efecto decae muy rápidamente con la distancia y además, con el paso del tiempo, el efecto negativo es cada vez más pequeño, sugiriendo que un evento adverso conduce a un aumento del riesgo percibido el cual se refleja en el valor de la vivienda.

Para el caso particular de Japón, Naoi, Seko y Sumita (2009) realizaron un estudio tratando de asociar el valor de una vivienda con las zonas de riesgo de los terremotos y los terremotos observados por zona, obteniendo evidencia para afirmar que las viviendas tendrán una menor valoración en aquellas zonas donde existen riesgos de terremoto. Así también demuestran que la valoración de las viviendas será menor en aquellas zonas donde los terremotos efectivamente ocurren, en comparación con aquellas zonas que solamente están en riesgo.

Vera-Toscano y Ateca-Amestoy (2000) en su estudio para Andalucía, España, tratan de conceptualizar la satisfacción que genera cada vivienda, donde se logra concluir qué la satisfacción es afectada por las características estructurales de la vivienda y las características del vecindario, y un hallazgo diferente es que el valor de la propiedad tiene una relación positiva con la satisfacción de la vivienda, pero el valor de la vivienda de los vecinos no afecta la satisfacción de la vivienda.

I.2 Revisión de Literatura en nivel nacional

En lo que se refiere al caso particular de México, destaca el estudio de Fontenla (2009), en el que con características de la vivienda, características del comprador y características del crédito hipotecario concluye que la demanda de vivienda es inelástica, hecho que atribuye a las pocas opciones en términos de adquisición y venta. Encuentra que otro factor importante en la determinación de la demanda es el ingreso permanente, lo que indica que la demanda aumenta en la medida que hay crecimiento económico, o dicho de otra forma, una vez que aumenta en un 1% el ingreso de los trabajadores, la demanda de viviendas crece en un 0.76%. Otra conclusión interesante de este estudio es que las hipotecas tienen una elasticidad negativa, por lo que la recomendación del autor es disminuir la tasa de interés para darle un mayor dinamismo al mercado. Fierro, Fullerton y Donjuan-Callejo (2009) en su estudio para Ciudad Juárez, Chihuahua, con 175 observaciones y 14 variables, encuentran que las variables que más impacto tienen son aquellas asociadas directamente con la estructura de la vivienda, mientras que aquellas variables asociadas al vecindario tienen menor impacto, pero menciona que estas últimas no deben de ser subestimadas. Otro hallazgo relevante es que aquellas viviendas que se encuentran ubicadas más cerca de los parques tienen un menor valor, esto se atribuye a los altos índices de criminalidad que se presentan en Ciudad Juárez y la percepción que tienen los habitantes hacia los parques de que estos pueden ser puntos de reunión para realizar actos criminales.

En los estudios del AMM, Zorrilla (1983) utiliza el modelo de precios hedónicos en sus dos etapas lo que le permite concluir, entre otras cosas, la nula relación entre la contaminación ambiental y el precio de las viviendas, y también observa cómo las características estructurales tienen una fuerte relación con el precio de la misma. Por su parte, Scherenberg (2006) investiga si la contaminación ambiental es un factor importante a considerar en el valor de la renta de las viviendas, concluye que para el año 2003, efectivamente la contaminación es un factor significativo, pero no así para el 2005, concluyendo que la población considera más importantes características propias de la vivienda y la distancia a escuelas o centros de trabajo, como atributos importantes en la

renta de la vivienda. López (2006) hace una distinción por municipio, encontrando que las características estructurales se valoran de manera diferente dependiendo de la localización municipal de la vivienda. Mientras que Moreno (2009) indica que la toma de decisiones de adquirir una vivienda dependerá de las características propias de la vivienda y de características sociales del entorno, se refiere a que las preferencias se inclinan hacia lugares con un mayor nivel educativo y menor cantidad de niños en la colonia.

Es importante mencionar que para el caso particular de México y más para el AMM, es difícil encontrar estudios que analicen el impacto del rezago social y la criminalidad, sobre el precio de la vivienda. Esto se debe en gran medida a que las bases de datos no permiten una correcta asociación de estas variables con la zona, colonia o sector donde se encuentra ubicada la vivienda.

I.3 Signos esperados de acuerdo a la literatura

A continuación, se presenta una lista de los signos esperados de los determinantes del precio de la vivienda de acuerdo con la literatura consultada. Cabe señalar que algunos de los signos esperados pueden modificarse debido a la espacialidad y a la temporalidad del estudio. Por ejemplo, muchos autores obtienen que aquellas viviendas que cuenten con vista a alguna montaña tienen un mayor valor, aunque para el caso particular de Janin, China esto no es válido ya que es zona con deslaves. Otros estudios indican que vivir cerca de la escuela es algo valorado positivamente, pero también se observa que en estudios más recientes esta valoración ha ido perdiendo fuerza y esto quizá se puede deber a que cada vez es relativamente más sencillo desplazarse a los sitios de interés.

Cuadro 1. Signos Esperados

<i>Características de la vivienda</i>	
Características estructurales	
Metros de construcción: medida en metros cuadrados	+
Metros de terreno: medida en metros cuadrados	+
Número de recamaras	+
Número de baños	+
Número de plantas	+
Número de cocheras	+
Características del vecindario	
Distancia al hospital más próximo	-
Distancia al parque más próximo	-
Distancia a la escuela más próxima	-
Distancia a la vía rápida más próxima	-
Distancia al palacio municipal	-
Distancia al cementerio más próximo	?
Denuncias al 060 y 066	-
Índice de Rezago Social	-
Grado promedio de escolaridad	+
Porcentaje de menores de 12 años de edad	+
Características de Localización	
Cercanía al centro de negocios más próximo	-

Fuente: Elaboración propia con información del artículo "Hedonic Price analysis of Urban Housing" de Wen (2005)

II. Marco teórico

Lo que le da valor a los bienes es un conjunto de características contenidas en el bien, pero cada característica tiene un precio implícito, por lo que la suma de todos los precios de las características nos da el precio observado del bien.

La esencia del modelo de precios hedónicos se resume de la siguiente forma. Supongamos un bien que produce utilidad, pero que esta utilidad depende de las muchas características del bien. Es decir, en la medida que en este caso la vivienda, presente más y mejores características deseables por los compradores el precio de ésta será más alto.

II.1 La elección del consumidor

Por lo que el consumidor decide maximizar su utilidad de acuerdo con lo siguiente:

$$\text{Max}_{x, z_i} U(x, Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \quad (1)$$

Donde la utilidad dependerá de “x” que es todo nuestro consumo y “z_i” es un vector de características de la vivienda.

Dicha utilidad dependerá de los ingresos del consumidor “Y”, que serán gastados en el consumo de otros bienes “x” (que por simplicidad lo supondremos numerario) y en la compra de la vivienda P(Z), como era de esperarse, el precio de la vivienda dependerá de las características propias de la vivienda.

$$Y = x + p(z) \quad (2)$$

Por lo que el problema de maximización del consumidor quedaría de la siguiente forma:

$$\mathcal{L} = U(x, Z_1, Z_2, \dots, Z_n) + \lambda(Y - x - p(z)) \quad (3)$$

Por lo que las condiciones de primer orden serán las siguientes:

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial x} = \frac{\partial U}{\partial x} - \lambda = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial z_1} = \frac{\partial U}{\partial z_1} - \lambda \left(\frac{\partial p}{\partial z_1} \right) = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial \lambda} = Y - x - p(z) = 0 \quad (6)$$

Igualando las condiciones (4) y (5) podemos encontrar la condición de equilibrio:

$$\frac{\frac{\partial U}{\partial z_1}}{\frac{\partial U}{\partial x}} = \frac{\partial p}{\partial z_1} \quad (7)$$

En el lado izquierdo de la ecuación tenemos la tasa marginal de sustitución, que es la utilidad marginal de las características del bien entre la utilidad marginal de los otros bienes. Y del lado derecho tenemos la derivada respecto a la característica.

Ahora hay que hacer una transformación para dejar todo en términos del bien que nos interesa. Para lo cual podemos expresar la disposición a pagar por una característica “z” determinada como “Φ” y despejando de la restricción obtenemos que $x = y - \Phi$. Por lo que tendríamos la siguiente función de utilidad:

$$U(y - \Phi, z) \quad (8)$$

Ahora lo que corresponde es fijar un nivel de utilidad para encontrar los precios de reserva que corresponden a ese nivel de utilidad. Y obtenemos lo siguiente:

$$U(y - \Phi, z) = u_0 \quad (9)$$

Posteriormente hay que despejar la disposición a pagar “ Φ ”, y obtenemos una función que depende del ingreso, el nivel de utilidad y las características de la vivienda, quedando de la siguiente manera:

$$\Phi(y, z, u_0) = \Phi \quad (10)$$

Ahora lo que corresponde es sustituir (10) en (9) y obtenemos:

$$U(y - \Phi(y, z, u_0), z) = u_0 \quad (11)$$

Derivando con respecto a z:

$$\frac{\partial U}{\partial Z} = \frac{\partial U}{\partial x} * \frac{\partial x}{\partial \Phi} * \frac{\partial \Phi}{\partial Z} * (-1) + \frac{\partial U}{\partial Z} = 0$$

Manipulando la ecuación anterior obtenemos:

$$\frac{U_{mgz}}{U_{mgx}} = \Phi_{zi} \quad (12)$$

Del lado izquierdo de la ecuación, tenemos la utilidad marginal de la característica Z, dividido entre la utilidad marginal del demás consumo, mientras que del lado derecho tenemos la disposición a pagar por determinada característica.

II.2 La elección del productor

En lo que respecta al productor, éste busca la maximización de beneficios, quedando de la siguiente forma:

$$\text{Max } \pi = Mp(z) - C(z, \delta, M) \quad (13)$$

Donde “M” representa un nivel de producción, “ δ ” representa los insumos necesarios para producir la vivienda y z son las características de la vivienda misma.

Para maximizar la ecuación (13), obtenemos las condiciones de primer orden obteniendo lo siguiente:

$$\frac{\partial \pi}{\partial M} = p(z) - \frac{\partial C}{\partial M} = 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial z} = M * \frac{\partial p}{\partial z_i} - \frac{\partial C}{\partial z_i} \quad (15)$$

De la ecuación (15) podemos obtener la siguiente igualdad:

$$\frac{\partial p}{\partial z_i} = \frac{\partial C / \partial z_i}{M} \quad (16)$$

Donde del lado izquierdo de la ecuación tenemos cuánto cambia el precio de una vivienda, ante cambios en la característica “i”, y del lado derecho tenemos la relación de cambios en el costo por proporcionar esa característica determinada, dividido entre el número de casas vendidas.

Para reexpresar el problema de maximización del productor podemos definir la disposición a aceptar un pago de “z” como “θ” y el problema queda de la siguiente forma:

$$M\theta - C(z, \delta, M) = \pi \quad (17)$$

Análogamente, si fijamos un nivel de ganancias obtenemos que:

$$M\theta - C(z, \delta, M) = \pi_0 \quad (18)$$

Ahora lo que corresponde es despejar para la disposición a aceptar un pago “θ”, debido a que finalmente es lo que nos interesa conocer:

$$\Theta(z, \delta, M, \pi_0) \quad (19)$$

Esta última función ya puede ser sustituida en la ecuación (13) y obtendremos que:

$$\text{Max } \pi = M\{\Theta(z,\delta,M, \pi_0)\} - C(z,\delta,M) \quad (20)$$

Si derivamos (20) con respecto a “z” obtengo que:

$$\frac{\partial \pi}{\partial z} = M * \frac{\partial \theta}{\partial z_i} - \frac{\partial C}{\partial z_i} = 0$$
$$\frac{\partial \theta}{\partial z_i} = \frac{\partial C}{M} \quad (21)$$

La ecuación (21) indica en su lado derecho, cómo cambia la disposición a aceptar un pago por determinada característica, mientras que del lado derecho se nos indica cómo cambia el costo de producir determinada característica dividido entre el número total de viviendas.

II.3 Condición de equilibrio

De las ecuaciones (7), (12), (16) y (21), ya podemos encontrar la condición de equilibrio, que es aquella condición donde el mercado hace tangencia, es decir, donde la disposición a pagar y la disposición a aceptar un pago por una característica determinada son iguales.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial z_i} = \frac{\partial \theta}{\partial z_i} \quad (22)$$

II.4 El modelo de precios hedónicos y su aplicación al mercado de la vivienda

Rosen (1974), especifica que el modelo de precios hedónicos puede ser utilizado en “clases de productos diferenciados que pueden ser descritos como un vector de características medibles” en el cual los individuos realizan su elección de acuerdo al bien

que mejor satisface sus preferencias. Por lo tanto, a priori podemos elegir tantas variables como nos sea posible, siempre y cuando conformen parte de la vivienda o sean parte del entorno que las rodea y además sean medibles. Evidentemente, la elección de variables dependerá del poder que éstas puedan tener en el modelo y no de una cuestión de aleatoriedad.

Muchos autores hacen una diferenciación de acuerdo a tres tipos de características. Wen, Jia y Guo (2005) realizan una extensa definición de muchas de las variables más utilizadas. A continuación, se presentan los tres tipos de características de acuerdo a la literatura revisada:

- Características del vecindario: incluye el entorno social en el que se encuentra la vivienda. Las variables más usadas como de vecindario son: ingresos de los residentes, proximidad a los hospitales, parques, iglesias, supermercados, bosques, tasa de crimen, calidad del medio ambiente y rezago social.
- Características de localización: son características de tipo económico, geográfico, y ambiental que no están directamente relacionadas con el vecindario como por ejemplo; condiciones del tráfico, municipio donde está ubicada la vivienda, distancia al centro de negocios.
- Características estructurales: son todas aquellas características físicas de la vivienda y son las características que más relevancia tienen en todo estudio de precios hedónicos, algunos ejemplos son: número de cuartos, baños, metros cuadrados de construcción, metros cuadrados de terreno, espacio de cochera, años de antigüedad, número de pisos, etc.

III. Construcción y obtención de la base de datos.

III.1 Obtención y descripción de datos

Los datos utilizados en el presente trabajo fueron obtenidos del periódico “El Norte” durante los dos primeros fines de semana del mes de febrero. Se consideraron únicamente los tres municipios más densamente poblados del Área Metropolitana de Monterrey que son: Guadalupe, San Nicolás de los Garza y Monterrey.⁵ En total se obtuvieron 252 observaciones.

III.2 Obtención de variables estructurales

La gran mayoría de estas variables fueron obtenidas del periódico, aunque en muchos de los casos fue necesario completar la información a través de llamadas telefónicas o en su caso, visitas a las viviendas.

Cabe señalar que fue necesario realizar las visitas, para obtener la información completa del domicilio exacto, con el fin de poder generar la relación de las viviendas tanto con las características de localización como con las características de vecindario.

Las características estructurales comprendidas en el presente estudio son:

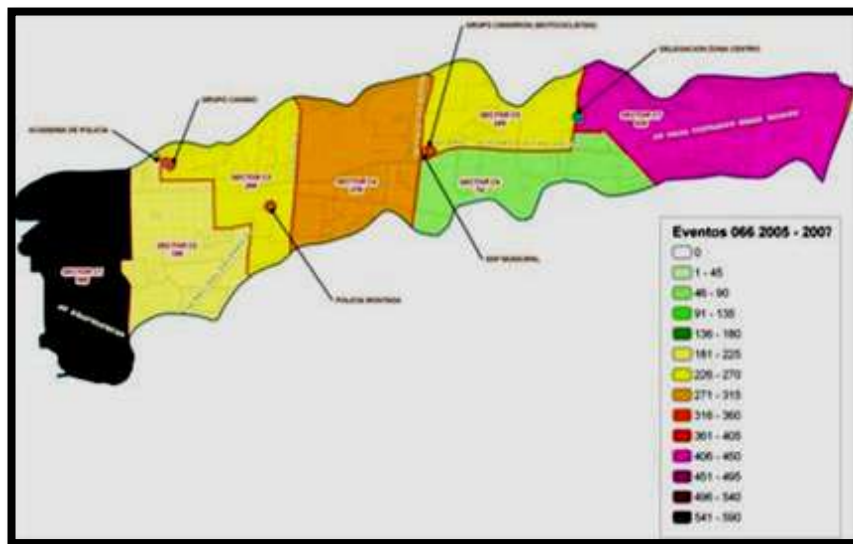
- Metros de construcción: medida en metros cuadrados.
- Metros de terreno: medida en metros cuadrados.
- Número de recámaras.
- Número de baños: comprende tanto el número total de baños completos (baños con lavabo, regadera) como el número total de medios baños (baños con lavabo)
- Número de plantas: son el número de niveles con los que cuenta una vivienda.

⁵ Entre estos tres municipios está comprendida más del 60% del Área Metropolitana y más del 50% de la población total del estado de Nuevo León.

- Cercanía a la escuela más próxima: medida en metros lineales.
- Cercanía a la vía rápida más próxima: medida en metros lineales.
- Cercanía al palacio municipal al que corresponde la vivienda de acuerdo a su ubicación: medida en metros lineales.
- Cercanía al cementerio más próximo: medida en metros lineales.
- Índice de Rezago Social: se obtuvo a través del documento “Mapas de pobreza y rezago social” del Consejo de Desarrollo Social.
- Cercanía al centro de negocios más próximo: medido en metros lineales.

En lo que respecta a la característica de criminalidad, ésta es aproximada con las denuncias reportadas al 060 y al 066 por habitante. Los datos se obtuvieron a nivel sector y fueron referenciados por colonia para cada vivienda dentro de la muestra. Por ejemplo, en la imagen 2 podemos observar los 7 sectores de la zona centro del municipio de Guadalupe, donde podemos ver que el sector más conflictivo de dicha zona se encuentra del lado izquierdo de la imagen. En este sector se reportan entre 541 y 590 delitos al año.

Imagen 2. Sectorización zona centro Guadalupe



Fuente: Estudio de los servicios de seguridad pública municipal.

Por su parte en lo que se refiere a la variable del rezago social, ésta proviene del documento del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Para la

construcción de este índice se utilizan 4 indicadores educativos, 3 indicadores de acceso a los servicios de salud, 4 indicadores de servicios básicos en la vivienda, y 2 indicadores de los activos en la vivienda.

IV. Marco Empírico

El modelo de precios hedónicos, perfeccionado por Rosen (1974), cuenta con dos etapas. En la primera de ellas se realizan estimaciones utilizando como variable dependiente el precio de la vivienda y como variables independientes todas aquellas características que se consideren que modifican el precio de una vivienda. Por su parte en la segunda etapa, las estimaciones de la primera etapa son utilizadas para calcular las demandas inversas de las características.

Sin embargo, el cálculo de las demandas inversas puede generar problemas de identificación, debido a la endogeneidad de precios y además una restricción presupuestaria no lineal, para lo cual se sugiere la utilización de instrumentos que cambian de forma exógena la restricción presupuestaria, el problema para ello será la identificación de instrumentos que se puedan defender con cierta credibilidad.

Dichas limitaciones ya han sido superadas en estudios posteriores, utilizando datos de diferentes mercados, o utilizando datos a través del tiempo en un solo mercado, lo cual permite argumentar con credibilidad la identificación de funciones, para realizar las estimaciones de la segunda etapa. Dadas las limitaciones de la muestra con la cual se cuenta, el presente estudio únicamente realizará la primera parte del modelo.

IV.1 Estadísticas descriptivas

En la muestra, el precio promedio de la vivienda es de \$2,090,800.55, cuenta con 231.73 metros cuadrados de construcción, 231 metros de terreno, tiene 3 baños y el mismo número de recámaras, es de 2 plantas y tiene cochera techada para un automóvil. En promedio, cuenta con una distancia a la escuela más cercana de 345 metros, la distancia al templo más cercano es de poco más de medio kilómetro, la distancia al parque más cercano es de 409 metros, el hospital más próximo se encuentra a 994 metros, el mercado más próximo se encuentra a 1,743 metros; por su parte, el palacio de gobierno se encuentra a una distancia de 6,671 metros, la vía rápida se encuentra a una distancia de 288 metros y el

cementerio más próximo a una distancia de 2,464 metros aproximadamente. Por otro lado, el grado promedio de escolaridad es de 12 años de educación, y aproximadamente 23 de cada cien personas son menores de 12 años de edad. Adicional a esto se realizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov con el fin de detectar la forma en la cual se distribuyen las variables, por lo que podemos observar que ninguna de ellas se distribuye normal, por lo que es importante considerar la transformación de variables.

Cuadro 2. Estadísticas Descriptivas

Estadísticas Descriptivas						Prueba de Kolmogorov-Smirnov (p-value)
	Media	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	
Precio	\$2,090,800	\$1,400,000	\$2,169,861	\$180,000	\$18,000,000	0.000
Construcción	231.73	190	150.37	40	1150	0.000
Terreno	231.98	155	271.84	61	3050	0.000
Baños	2.79	2.5	1.34	1	7.5	0.000
Recámaras	3.08	3	0.82	1	7	0.000
Plantas	1.91	2	0.52	1	3	0.000
Cochera	1.3	1	1.01	0	4	0.000
Dist. al escuela más próximo	345.86	232.54	326.04	26.32	2197.88	0.000
Dist. al templo más próximo	501.83	409.19	345.23	22.59	1784.1	0.000
Dist. al parque más próximo	409.48	207.98	604.55	17.34	6073.2	0.000
Dist. al hospital más próximo	994.91	799.89	681.68	59.88	3470.09	0.000
Dist. al mdo más próximo	1743.9	1340.20	1473.31	49.1	8110.2	0.000
Dist. al palacio más próximo	6635.96	6307.78	3894.76	840.09	19213.54	0.001
Dist. a la via rápida más próxima	288.59	207.17	344.26	1.95	3723.81	0.000
Dist. al cementerio más próximo	2464.64	2096.87	1762.55	59.62	9850.18	0.000
Denuncias por habitante ⁷	0.2416	0.17	0.2484	0.043	3.2	0.000
Índice de Rezago Social	0.4478	.3579	0.4004	.0184	3.213	0.000
Grado medio de escolaridad	12.4096	13.20	2.4077	0	15.78	0.000
% de menores de 12 años	0.2316	0.22	0.0804	0.0973	0.522	0.000

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos.

IV.2 El problema común de los modelos de precios hedónicos.

Dadas las características de la muestra y la revisión de la literatura realizada con anterioridad es altamente probable que nos encontremos con problemas de multicolinealidad; es decir, seguramente encontraremos variables que están muy relacionadas entre sí, por consiguiente, generarán estimadores insesgados, consistentes pero ineficientes. Con el objetivo de minimizar el potencial problema que esto puede generar, es importante considerar el descarte de algunas variables, antes de realizar las estimaciones correspondientes.

⁷ Existen dos zonas dentro del municipio de Monterrey, que maneja la policía del estado y para los cuales no se cuentan con la información, por lo cual los datos reportados únicamente consideran las observaciones que se tienen.

Por lo anterior es importante identificar la relación entre variables, para con ello descartar las que estén fuertemente relacionadas entre sí y únicamente introducir en el modelo una de las que represente a las demás, esto nos permitirá deshacernos de los problemas de multicolinealidad. Este ejercicio se realizará con las variables estructurales debido a que la evidencia empírica muestra que existe una alta correlación entre ellas y además sus signos y magnitudes están contundentemente probados en la literatura.

Como podemos observar en el Anexo 1, en la matriz de correlaciones podemos observar que la variable estructural que tiene un mayor poder explicativo sobre las demás variables es la variable de “construcción”, dado que uno de los objetivos de la presente tesis es verificar la relevancia de variables de localización y vecindario, entonces únicamente utilizaremos como variable de control la variable de “construcción”.

IV.3 Selección de la forma funcional

La forma funcional se ha determinado empíricamente de acuerdo a criterios como la R-cuadrada, la R-cuadrada ajustada, los criterios informativos de Akaike y Schwarz o bien la inspección gráfica.

En el presente estudio se considera para la elección de la forma funcional los criterios de Akaike y Schwarz. Dichos criterios son los más utilizados en la actualidad para definir cuál es la forma funcional que presenta un mejor ajuste a los datos. Cabe mencionar que estos criterios no son válidos cuando hay cambios en la variable dependiente. Por lo que los primeros tres modelos y los últimos tres modelos no son comparables entre sí de acuerdo a éstos criterios⁸.

⁸ Damodar Gujarati, *Econometría*, McGraw-Hill. 3ª. Ed., West Point., 1997, cap 14, pp. 478.

Cuadro 3. Criterios de Akaike y Schwarz

Versión	R ²	R ² -Ajustada	Criterio de Akaike	Criterio de Schwarz
Lineal- Lineal	0.7270	0.7229	9155.44	9185.123
Lineal-Logarítmica (a)	0.7967	0.7915	9199.335	9236.439
Lineal-Logarítmica (b)	0.7210	0.7130	9299.01	9340.016
Lineal-Logarítmica (c)	0.7778	0.7728	9224.609	9258.03
Logarítmica- Logarítmica (a)	0.7720	0.7625	277.7513	316.575
Logarítmica-Lineal (a)	0.8082	0.8003	234.0966	272.9204
Logarítmica-Lineal (b)	0.8076	0.7997	234.8867	273.7105

Fuente: Elaboración propia⁹.

Como podemos observar, la versión del modelo econométrico Logarítmica-Lineal (a) es la que presenta los valores más bajos de los criterios de Akaike¹⁰ y Schwarz¹¹, por lo cual esta será la forma funcional a utilizar.

IV.4 Resultados de la estimación

Primeramente es importante demostrar que la presente forma funcional no tiene problemas de multicolinealidad y para ello podemos considerar el uso del Factor de Inflación de la Varianza. El Factor de Inflación de la varianza es una razón entre la varianza observada y la que podríamos obtener en caso de que las variables no estuvieran correlacionadas entre sí, es decir para su cálculo, es necesario generar regresiones de cada una de las variables independientes contra cada una de las demás variables independientes, obtener la R-cuadrada para después obtener el Factor de Inflación de la Varianza a través de la siguiente fórmula:

—

⁹ Se verificó que no existieran problemas de heterocedasticidad en todas las regresiones. Al 95% ninguna regresión tiene estos problemas de acuerdo a la prueba de Breusch-Pagan.

¹⁰ El Criterio de Akaike es un criterio que nos permite analizar la capacidad explicativa de un modelo, lo cual permite hacer comparaciones entre los diferentes modelos. Su definición es: $AIC = -2 \ln(L) + 2k$. Donde k es el número de parámetros y n es el número de observaciones.

¹¹ Al igual que el criterio de Akaike, permite realizar comparaciones de acuerdo a la capacidad explicativa de los modelos. Su definición es: $SIC = -2 \ln(L) + \frac{2k}{n}$. Donde k es el número de parámetros y n es el número de observaciones.

Se menciona que cuando FIV toma un valor mayor a 10, lo que implica un coeficiente de determinación superior al 90%, en cada una de las regresiones, implica que existen serios problemas de multicolinealidad, y por lo tanto se debe de prescindir de algunas variables o bien buscar una nueva forma funcional que rompa con estos problemas.

A continuación se presenta los valores del Factor de Inflación de la Varianza, una vez que hemos corregido, los problemas de multicolinealidad:

Cuadro 4. Factor de Inflación de la Varianza

<i>Variable</i>	<i>VIF</i>
Distancia al palacio municipal	2.89
San Nicolás de los Garza	2.8
Guadalupe	2.04
Distancia al parque más próximo	1.69
Llamadas al 060 y 066	1.55
% de menores de 12 años	1.46
Construcción	1.35
Índice de rezago social	1.31
Distancia al hospital más próximo	1.14
Promedio de VIF	1.8

Elaboración Propia

Los valores de FIV podemos observar que están por debajo de 10 por lo que podemos afirmar que el presente modelo no presenta problemas de multicolinealidad.

También es importante mencionar que se utilizó la técnica “backward” (hacia atrás) para la selección de variables que presenten un mejor ajuste, dicha técnica realiza una selección de variables que mejor ajustan y explican de mejor forma las variable dependiente del modelo que en la presente investigación es la variable precio.

A continuación, se presenta la forma funcional seleccionada de acuerdo a los criterios ya antes mencionados¹². La ecuación a estimar es la siguiente:

$$\text{Logprecio} = \beta_0 + \beta_1 * \text{Construcción} + \beta_2 * \text{Dparque} + \beta_3 * \text{Dhospital} + \beta_4 * (\text{Llamadas al 060 y 066}) + \beta_5 * (\text{Índice de Rezago Social}) + \beta_6 * (\text{Llamadas al 060 y 066}) * (\text{Llamadas al 060 y 066}) + \beta_7 * (\text{Menores de 12 años de edad}) + \beta_8 * (\text{Distancia al palacio municipal}) + \beta_9 * (\text{San Nicolás de los Garza}) + \beta_{10} * (\text{Guadalupe})$$

Cuadro 5. Resultados de la estimación del modelo

<i>Variable</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Error Estándar</i>
<i>Característica Estructural</i>		
Construcción	0.0043261 ***	0.000186
<i>Características de vecindario</i>		
Distancia al parque	-0.0001415 **	0.000068
Distancia al hospital	0.0001804 ***	0.000045
Llamadas 060 y 066	1.290783 ***	0.479218
Índice de Rezago	0.1070707	0.067953
(Llamadas al 060 y 066)	-0.9821719 **	0.504863
Menores de 12 años	0.7837746 **	0.342950
<i>Características de Localización</i>		
Distancia al palacio municipal	-0.0000475 ***	0.000011
San Nicolás de los Garza	-0.3682941 ***	0.095506
Guadalupe	-0.5667915 ***	0.079607
Constante	13.11185 ***	0.137846
Variable dependiente: log(precio)		
R-cuadrada	0.8082	
R-cuadrada ajustada	0.8003	
Criterio de Akaike	234.0966	
Criterio de Schwarz	272.9204	
F-Calculada	110.36	

Elaboración propia con datos obtenidos.

***Indica que la variable es significativa al 99%

**Indica que la variable es significativa al 95%

¹² Es recomendable observar los Anexos para verificar como las variables de alto intereses para el presente estudio (Índice de Rezago Social y Llamadas 060y 066) afectan al modelo una vez que son incluidas o excluidas del modelo final.

El coeficiente de determinación es del 0.8082, es decir, las variables dependientes explican en un 80.82% la tasa de crecimiento del precio de las casas. Los coeficientes de las variables deben de ser interpretados como tasas de crecimiento con respecto al precio de las viviendas. Cabe mencionar, que la variable del Índice de Rezago Social no tiene ningún sentido su interpretación debido a que no es significativa. También es importante mencionar que se realizó un análisis de residuales con el objetivo de verificar que el error tenga una distribución normal¹³.

Para facilitar la interpretación de coeficientes, a continuación se presenta un cuadro con los efectos porcentuales de cada variable sobre el precio de la vivienda; cabe resaltar que en este cuadro ya fue eliminada la variable del Índice de Rezago Social dado su insignificancia.

Cuadro 6. Efectos porcentuales sobre el precio de la vivienda

<i>Variable</i>	<i>Efecto porcentual</i>
<i>Característica Estructural</i>	
Construcción	0.43261
<i>Características de vecindario</i>	
Distancia al parque	-0.01415
Distancia al hospital	0.01804
Llamadas 060 y 066	129.0783
(Llamadas al 060 y 066)	-98.21719
Menores de 12 años	78.37746
<i>Características de Localización</i>	
Distancia al palacio municipal	-0.00475
San Nicolás de los Garza	-36.82941
Guadalupe	-56.67915

Elaboración propia.

Cabe mencionar que adicional a lo anterior, se realizó un análisis de residuales en el cual con los residuales obtenidos de la regresión original, se realizó la prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov en la cual rechazamos la hipótesis alternativa, es decir, se acepta que hay normalidad en los resultados obtenidos.

¹³ Se sugiere observar el Anexo 2 para verificar la prueba realizada y la forma en que esta ópera.

Es importante mencionar que se verificó la consistencia del modelo con respecto a la inclusión de las características de vecindario de nuestro interés: rezago social y criminalidad. El comportamiento de las demás variables explicativas es bastante estable, la inclusión del Índice de Rezago Social y del indicador de criminalidad no alteran ni su significancia ni su magnitud, sin embargo, sí aportan mayor explicación al modelo¹⁴.

IV.5 Análisis de las estimaciones

Como era de esperarse, la variable que tiene una fuerte significancia y además un alto impacto en el precio de la vivienda, son los metros cuadrados de construcción; por cada metro cuadrado de construcción, el precio de la vivienda se incrementa en un 0.43%, este efecto a primera vista se escucha no tan relevante, pero si suponemos incrementos en el número de metros cuadrados más grandes, esta variable, podemos visualizar su impacto de forma más nítida, por ejemplo; manteniendo todo constante, si se incrementa 10 metros cuadrados a la construcción de una vivienda, el precio de esta vivienda será de 4.32% mayor. Es decir, el precio de la vivienda se incrementará en promedio \$80,000.

En lo que respecta a las características de vecindario, podemos observar que la cercanía al parque es valorada positivamente por los habitantes, es decir, manteniendo todo lo demás constante, una casa que se encuentra frente o relativamente cerca de un parque será mayormente valorada por los habitantes. Por ejemplo, una casa que se encuentra a 200 metros de distancia de un parque perderá cerca de 2.83% de su valor ($200 \cdot 0.01415$), mientras que una casa que se encuentra a una distancia de 20 metros (es decir frente al parque) perderá 0.283% de su valor. En lo que respecta a la variable del hospital más próximo, la literatura sugiere un signo negativo, mientras que en la presente investigación y en la investigación realizada por Moreno (2009), podemos observar un signo positivo y altamente significativo en ambos trabajos, lo cual puede ser atribuido a que la cercanía a un hospital puede generar una serie de externalidades negativas, como por ejemplo el ruido de las ambulancias, la obstrucción de las calles, la dificultad para estacionarse, es decir, algunas o todas las cuestiones antes mencionadas pueden restarle atractivo a una vivienda debido a

¹⁴ El lector interesado puede consultar los Anexos IV, V y VI, en los cuales se encuentran las estimaciones del modelo sin incluir los indicadores de rezago social y criminalidad.

la dificultad o incomodidad que genera la cercanía con un hospital. Por lo que a mayor distancia las viviendas tienen un mayor precio. Por ejemplo, una casa que se encuentra a 250 metros de distancia de un hospital tiene un precio de 4.14% mayor que una casa que se encuentra frente a un hospital (entiéndase por esto a 20 metros).¹⁵ Esta diferencia en los signos encontrados, en variables de vecindario tanto en Scherenberg (2006), Moreno (2009) y en la presente investigación puede ser justificada por una falta de la planeación urbana, lo cual genera una serie de inconvenientes en el largo plazo que incentivan a los agentes a ofrecer precios más bajos con el fin de “compensar” el hecho de la externalidad negativa. Por ejemplo, vivir cerca de un hospital en un país desarrollado (países de donde provienen la mayoría de las investigación de este tipo) puede ser considerado positivo y esto se debe a que existe una planeación urbana, que impide la existencia de externalidades como ya se mencionó anteriormente, caso contrario para países como México, en donde la falta de planeación urbana puede generar este tipo de inconvenientes a la sociedad, lo cual lleva a que podamos ver esto reflejado, en menores precios para las viviendas.

Ahora bien, en lo que respecta a las denuncias telefónicas al 060 y 066, podemos encontrar el punto de inflexión, con el cual después de éste ya tendremos un rendimiento marginal decreciente. Para ello, es necesario obtener la derivada parcial de la regresión, una vez hecho esto igualarla a cero para obtener este punto máximo.

$$\frac{\delta \log(\text{precio})}{\delta * (\text{llam})} = \beta_4 * + 2 * \beta_6 * (\text{Llamadas al 060 y 066}) = 0 \quad (1)$$

Sustituyendo $\beta_4 = 1.290783$ y $\beta_6 = -.9821719$ en (1) podemos encontrar que dicho punto se encuentra en .657106. Antes de este punto, podemos afirmar que la gente tiene cierta tolerancia para cualquier tipo de crimen que se cometa en la zona, dado que los agentes no lo perciben como un problema que se presente con cierta regularidad. El análisis de esta variable se vuelve interesante, una vez que hemos superado dicho punto. Esta variable tiene un rendimiento decreciente, es decir, el hecho de que haya más de 0.657 llamadas por habitante al 060 o 066 disminuye el precio de la vivienda dado que los agentes

¹⁵ Evidentemente no hay una convención de cuál es el significado de “vivir frente a un parque o hospital” pero sí podemos estimar que el ancho de una calle puede ir desde los 10 hasta los 30 metros.

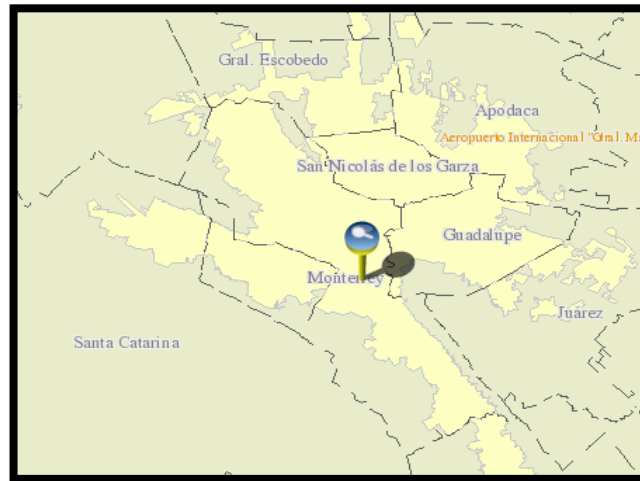
perciben el riesgo de ser víctimas de algún tipo de crimen, por lo que vivir en una zona que supere dicho punto será valorado de forma negativa. Ésta es una cuestión muy importante, y nos podemos dar cuenta de que el efecto de la variable sobre el precio de la vivienda es poderoso, además es una cuestión que debería de ser estudiada más a fondo dado el crecimiento de la inseguridad en muchas zonas.

En lo referente al porcentaje de menores de 12 años, nos podemos dar cuenta que este tiene un signo positivo y significativo, contrario a lo encontrado por Moreno (2009) pero acorde a lo presentado por Wen (2005), por lo que a medida que el porcentaje de menores de 12 años se incrementa, el valor de la vivienda es más elevado, por ejemplo, cuando pasamos de zonas donde el 10% de la población es menor de edad a zonas donde el 15% es menor de edad, el precio de las viviendas se incrementa en un 3.9% el valor de las viviendas.

Por otro lado, podemos observar que las viviendas ubicadas en los municipios de Guadalupe y San Nicolás de los Garza, tienen una menor valoración que aquellas ubicadas en el municipio de Monterrey. Esto se debe en gran parte, a que la mancha urbana ya se encuentra a lo largo y ancho de todo el municipio de Monterrey, no así en los municipios de Guadalupe y San Nicolás, lo que permite que en este municipio los accesos a servicios públicos y vialidades sea más sencillo. Por otro lado, el municipio de Monterrey es el municipio más céntrico de toda el AMM, lo que permite a sus habitantes desplazarse más rápido de un lugar a otro. Además de lo anterior, el municipio de San Nicolás guarda una mejor valoración en el mercado que Guadalupe; este fenómeno es atribuible a que existe una mayor densidad de población en este municipio, y además el municipio de Guadalupe en algunas zonas, no cuenta con cierta infraestructura que le permita una mejor valoración.¹⁶ Lo cual se puede observar en la siguiente imagen.

¹⁶ Se realizó una prueba estadística para determinar si efectivamente las viviendas ubicadas en el municipio de San Nicolás de los Garza tienen un mayor precio que las situadas en Guadalupe (manteniendo las demás variables constantes). La prueba establece la hipótesis nula de que los coeficientes estimados para dichos municipios son iguales. Los resultados arrojan que la hipótesis nula se rechaza con un nivel de confianza de 95%, lo cual implica que es estadísticamente significativa la diferencia entre la valoración de la vivienda ubicada en San Nicolás y la que se encuentra en Guadalupe (Ver Anexo VII).

Imagen 3. Mapa del Área Metropolitana



Fuente: INEGI, Mapa Digital de México.

Por su parte, la distancia al palacio municipal es valorada de forma negativa a mayor distancia, lo que va muy acorde a lo presentado por Moreno (2009) y por la literatura anteriormente revisada, pero contrario a lo presentado por Scherenberg (2006), es decir, a medida que nos alejamos del palacio municipal el precio de las viviendas disminuye, lo cual indica que existe una valoración positiva de los consumidores por buscar zonas “céntricas”, es decir, zonas que no se encuentren a las afueras de la ciudad. Esto en su mayoría puede ser atribuido a la plusvalía que observan tanto oferentes como demandantes en zonas más “céntricas”, esto gracias a la mancha urbana que se extiende ya fuertemente por los tres municipios y más que nada a que son los municipios donde existe una mayor demanda de viviendas dada su centricidad.

Conclusiones

En el presente trabajo, se demuestra la presencia de un mercado implícito para la vivienda en tres municipios del AMM: Monterrey, Guadalupe y San Nicolás de los Garza. Como primer punto, es importante mencionar que la vivienda no sólo depende de las características estructurales, sino también de las variables de localización y de vecindario.

Según nuestras estimaciones, como primera opción, los agentes prefieren las viviendas ubicadas en Monterrey; como segunda opción, en el municipio de San Nicolás y por último las ubicadas en el municipio de Guadalupe. Además, aquellas viviendas que se encuentren ubicadas más próximas al centro de su municipio tenderán a ser preferidas por los agentes.

En lo referente a las características de vecindario, los agentes prefieren viviendas ubicadas cerca de un parque y lejos de un hospital, hechos que se pueden atribuir a las externalidades que generan. Por un lado, a los parques se asocian externalidades positivas, ya que ofrecen un lugar de recreación y esparcimiento para la población; por el otro lado, una serie de externalidades negativas se vinculan a los hospitales, tales como caos vial, ruido de las ambulancias, dificultad para estacionarse, entre otras.

En lo referente a la seguridad pública es importante observar que los agentes tienen cierta tolerancia, es decir, permiten cierto número de actos criminales, debido a que de acuerdo a la percepción de los agentes, esto no es considerado como un problema de seguridad pública, sino que también puede ser atribuido a la cotidianidad de la vida diaria. Sin embargo, una vez rebasado este número de actos, el precio de las viviendas empieza a disminuir, a consecuencia de que los agentes perciben problemas que se derivan de los actos criminalísticos. Por su parte, el rezago social como ya se mencionó en el apartado anterior, no nos permite ser concluyentes en cuanto a los resultados, pues podemos observar cierta homogeneidad debido a que el nivel de escolaridad, acceso a servicios básicos y de salud, y activos en el hogar, se presenta de forma similar en los tres municipios.

El presente estudio nos permite observar que las condiciones del entorno afectan al precio de la vivienda. Esto nos lleva a recalcar la importancia de la coordinación de la iniciativa privada y las autoridades encargadas de la política urbana para proveer viviendas adecuadas a las necesidades de mercado. Las autoridades deberían de ocuparse de este hecho, proveyendo predios de acuerdo a las necesidades de la ciudadanía y definiendo claramente espacios para la construcción de parques, hospitales, etc. Esto con el objetivo de que las viviendas puedan conservar su valor y a su vez esto permitirá una mayor captación de recursos para el gobierno competente y la iniciativa privada.

Una de las principales limitantes del presente estudio es la falta de información orden institucional para el mercado de vivienda, que permitiría realizar estudios con mayor precisión. Esto nos lleva a tener una base de datos que: i) aunque cuenta con 252 observaciones, sería deseable para obtener mejores estimaciones que fuese de mayor dimensión y; ii) puede presentar cierto sesgo hacia viviendas con un alto poder adquisitivo, dado que la información fue recabada de un medio de comunicación con perfil socio-económico alto.

En cuanto a futuras líneas de investigación, sería interesante realizar estimaciones del modelo para diferentes localidades y llevar a cabo análisis de estática comparativa. Otra posibilidad es estimar el modelo a través del tiempo para identificar si las preferencias de los consumidores de una misma zona cambian o permanecen constantes.

Bibliografía

Arguea, N., & Hsiao, C. (1993). Econometric issues of estimating hedonic price functions : With an application to the U.S. market for automobiles. *Journal of Econometrics* , 243-267.

Bayer, P., Kehone, N., & Timmins, C. (2009). Migration and hedonic valuation: The case of air quality. *Journal of Environmental Economics and Management* , 1-14.

Chernichovsky, D., & Zmora, I. (1986). A hedonic prices approach to hospitalization costs : The case of Israel. *Journal of Health Economics* , 179-191.

Chor Chin, H., & Wai Foong, K. (2006). Influence of School Accessibility on Housing Values. *Journal of Urban Planning & Development* , 120-129.

Clark, D. E., & Herrin, W. E. (2000). The Impact of Public School Attributes on Home Sale Prices in California. *Growth and Change* , 385-408.

Cohen, J. P., & Coughlin, C. C. (2009). Changing noise levels and housing prices near the Atlanta Airpor. *Growth and Change* , 287-313.

Daniere, A. (1994). Estimating willingness-to-pay for housing attributes an application to Cairo and Manila. *Regional Science and Urban Economic* , 577-599.

Deweese, D. (1976). The effect of a subway on residential property values in Toronto. *Journal of Urban Economic* , 357-369.

Dewenter, R., Haucap, J., Luther, R., & Rotzel, P. (2007). Hedonic prices in the German market for mobile phones. *Telecommunications Policy* , 4-13.

Fierro, K., Fullerton, T. M., & Donjuan-Callejo, E. (2009). Housing Attribute Preferences in a Northern México Metropolitan Economy. *International Atlantic Economic Society* , 106-117.

Gujarati, D. (1997). *Econometría*. West Point: McGraw-Hill.

Hansen, J. L., Benson, E. D., & Hagen, D. A. (2006). Environmental Hazards and Residential Property Values: Evidence from a Major Pipeline Event. *Land Economics* , 529-541.

Jim, C. (2009). Value of scenic views: Hedonic assessment of private housing in Hong Kong. *Landscape and Urban Planning* , 226-234.

Knight, J., & Sirmans, C. (1996). Depreciation, Maintenance, and Housing Prices. *Journal of Housing Economics* , 369-389.

Lancaster, K. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of political economy* , 32-56.

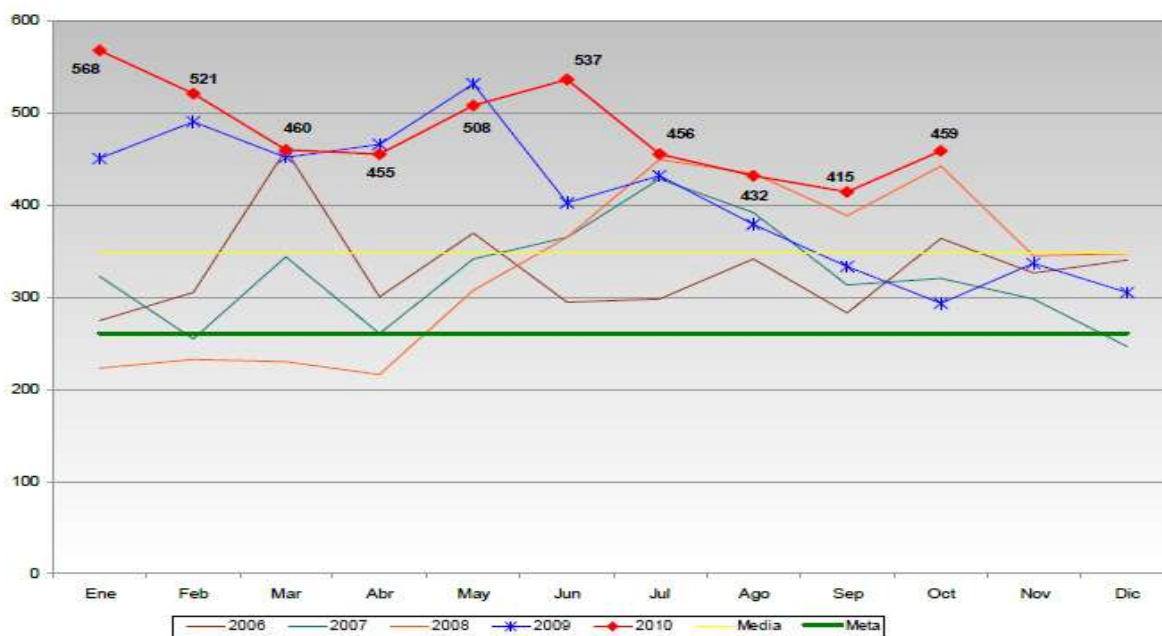
Lilliefors, Hubert W. «On the Kolmogorov-Smirnov test for Normality with mean and variance unknown.» *Journal of the American Statistical Association*, 1967: 399-402.

- Lopez, H. “. (2006). Valuación de las características de la vivienda del área metropolitana de Monterrey mediante la metodología de precios hedónicos. *Tesis para obtener el grado de Maestría* . Monterrey, Nuevo Leon.
- Luttik, J. (2000). The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands. *Landscape and Urban Planning* , 161-167.
- Moreno, R. (2009). Características de la vivienda ideal: una valoración atravez de la metodología de precios hedónicos. *Tesis para obtener el grado de Maestría* .
- Naoi, M., Seko, M., & Sumita, K. (2009). Earthquake risk and housing prices in Japan: Evidence before and after massive earthquakes. *Regional Science & Urban Economics* , 658-669.
- Nerlove, M. (1995). Hedonic Price functions and the measurement of preference: The case of Swedish wine consumers. *European Economic Review* , 1697-1716.
- Payton, S., Lindsey, G., Wilson, J., Ottensmann, J. R., & Man, J. (2008). Valuing the benefits of the urban forest: a spatial hedonic approach. *Journal of Environmental Planning and Management* , 717-736.
- Randolph, W. (1988). Housing depreciation and aging bias in the consumer Price index. *Journal of Bussiness and Economic Statistics* , 359-371.
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy* , 34-55.
- Scherenberg, E. (2006). La contaminación del aire y el mercado de rentas en el area metropolitana de Monterrey. *Tesis para obtener el grado de Maestría* .
- Troy, A. (2008). Landscape and Urban planning. *Property values, parks, and crime: A hedonic analysis in Baltimore, MD* , 233-245.
- Vera-Toscano, E., & Ateca-Amestoy, V. (2007). The relevance of social interactions on housing satisfaction. *Land Economics* , 257-274.
- Wen, H.-z., Jia, S.-h., & Guo, X.-y. (2005). Hedonic price analysis of urban housing: An empirical research on Hangzhou, China. *Journal of Zhejiang University* , 907-914.
- Wilhelmsson, M. (2008). “House price depreciation rates and level of maintenance. *Journal of Housing Economics* , 88-101.
- Wooldridge, J. M. (2001). *Introducción a la Econometría. Un enfoque moderno*. México: Thomson Learning.
- Yusuf, A. A., & Resosudarmo, B. P. (2009). Does clean air matter in developing countries' megacities? A hedonic price analysis of the Jakarta housing market, Indonesia. *Ecological Economics* , 1398-1407.

Zorrilla, A. (1983). Precios implícitos de las características de la vivienda en el área metropolitana de Monterrey. *Tesis para obtener el grado de Licenciatura* . Monterrey.

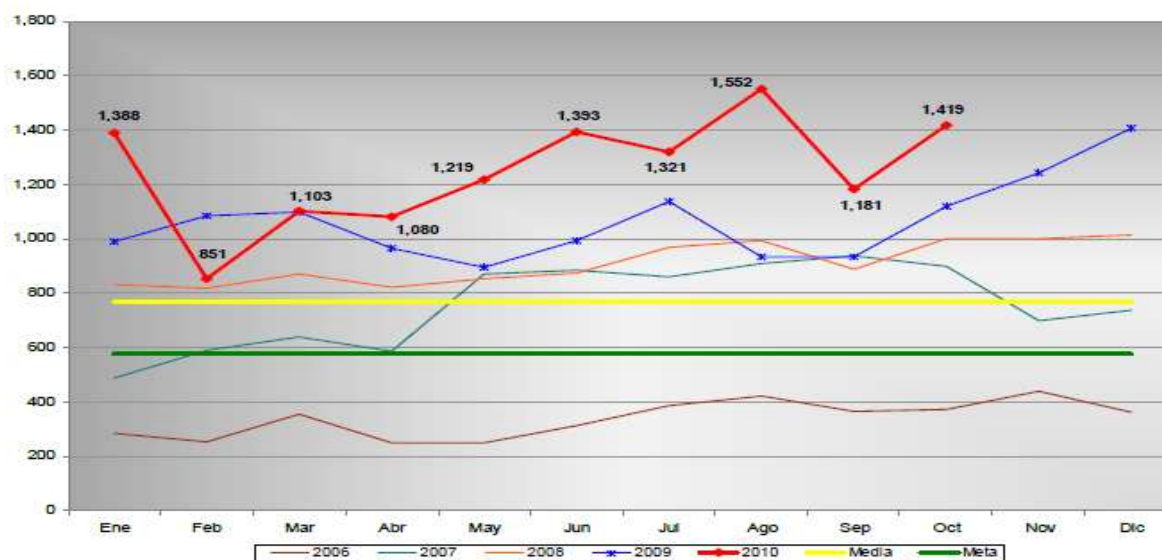
Anexo I Comportamiento de la delincuencia 2006-2010

Grafica 1 Comportamiento del robo a casa habitación



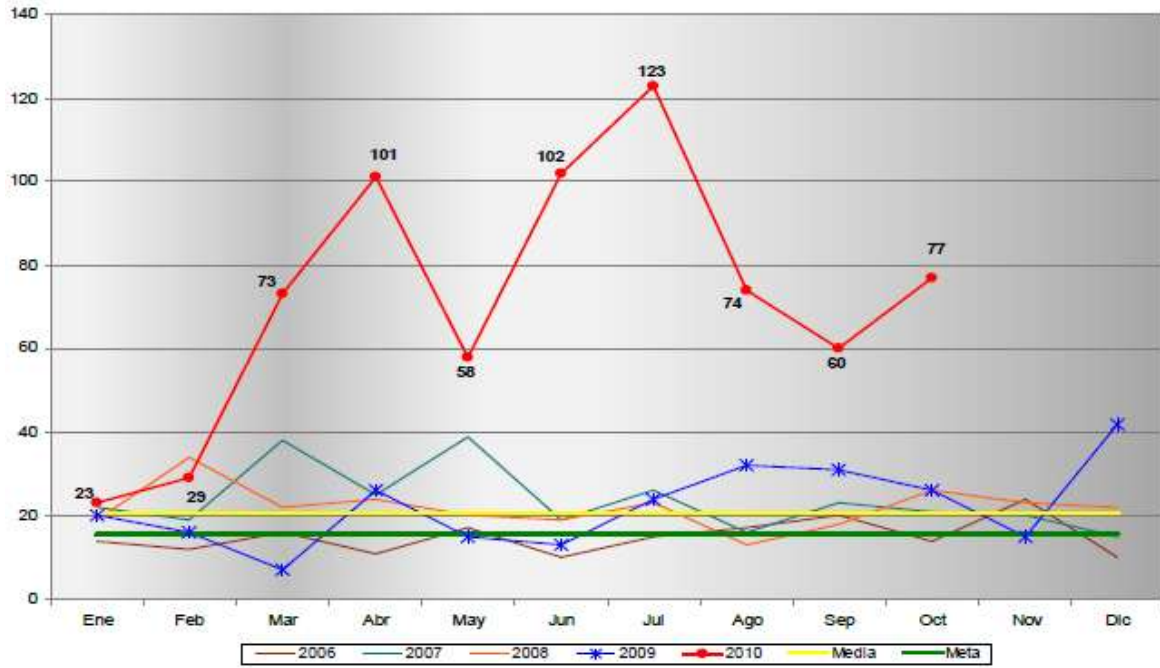
Graficas obtenidas del documento "Semáforo Delictivo" elaborado por la Procuraduría General de Justicia del Estado y el Gobierno del Estado de Nuevo León. Octubre 2010. www.iluminemosnuevoleon.com

Gráfica 2 Comportamiento del robo a vehículos



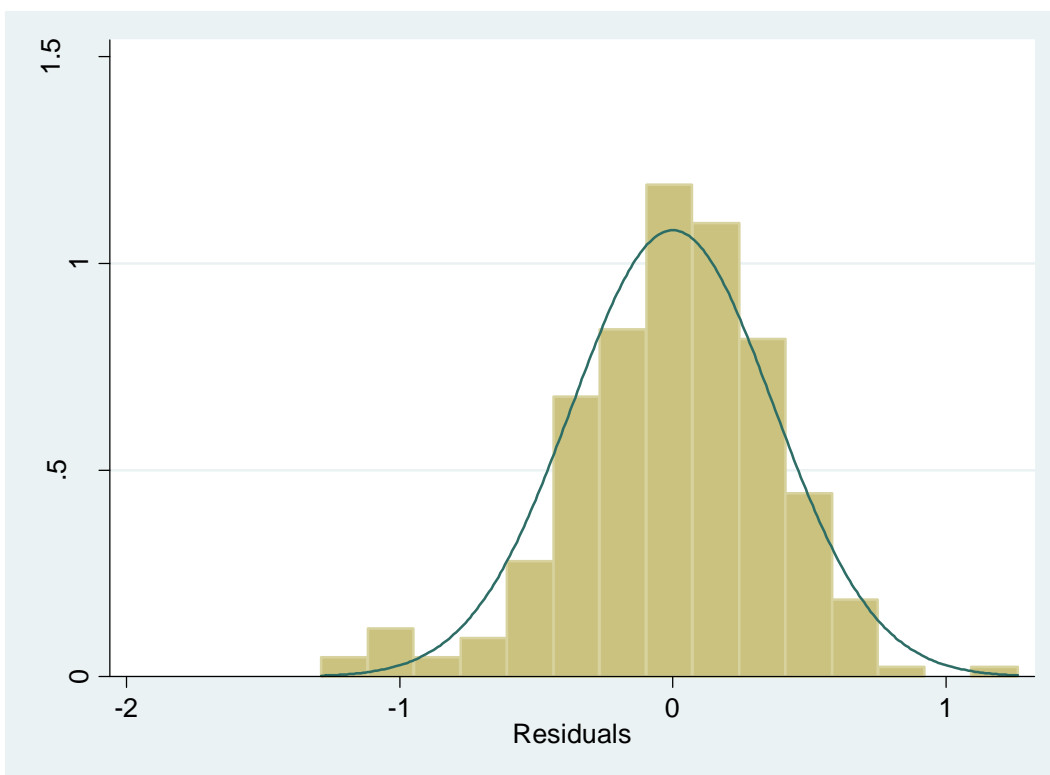
Graficas obtenidas del documento "Semáforo Delictivo" elaborado por la Procuraduría General de Justicia del Estado y el Gobierno del Estado de Nuevo León. Octubre 2010. www.iluminemosnuevoleon.com

Grafica 3 Comportamiento del número de homicidios.



Graficas obtenidas del documento "Semáforo Delictivo" elaborado por la Procuraduría General de Justicia del Estado y el Gobierno del Estado de Nuevo León. Octubre 2010. www.iluminemosnuevoleon.com

Anexo II Análisis de residuales



Para realizar un análisis de residuales es necesario como primer paso, conseguir los residuos de la regresión original, una vez obtenidos estos se lleva a cabo una prueba de normalidad denominada Kolmogorov Smirnov, en la cual las hipótesis quedan de la siguiente manera:

H₀= La distribución de los residuos NO difiere de la distribución normal.

H₁=La distribución de los residuos difiere de la distribución normal.

Una vez implementada la prueba es importante observar los valores obtenidos de la “z” de Kolmogorov-Smirnov y el “p value”, y la prueba arroja los siguientes valores:

“Z” de Kolmogorov-Smirnov= .768

P-value=.597

Con lo que podemos aceptar la hipótesis nula, es decir, podemos afirmar que los residuos no difieren de la distribución normal, lo anterior es uno de los supuestos básicos del modelo de regresión lineal múltiple.

Anexo III Transformación de variables

A continuación se presenta una lista de las transformaciones que presentan cada una de las variables. Cabe resaltar que estas transformaciones se realizan con el objetivo de buscar la forma funcional que permita un mejor ajuste al modelo, pero no por ello se incluirán todas las variables en el modelo final, dado que en el camino encontraremos algunos problemas que más adelante se mencionarán.

Cuadro 3 Transformación de Variables

<i>Variable</i>	<i>Transformación</i>	<i>Descripción</i>
Baños	Baños 1 y 2	Variable dummie 1 cuando la casa cuenta con 2.5 baños o menos, cero de otra forma.
	Baños 3 y 4	Variable dummie 1 cuando la casa cuenta con más de 2.5 baños y menos de 5, cero de otra forma.
	Baños 5 o mas	Variable dummie 1 cuando la casa cuenta con 5 o mas baños, cero de otra forma.
Recámaras	Recámaras 1 y 2	Variable dummie 1 cuando la casa cuenta con 1 o 2 recamaras, cero de otra forma.
	Recámaras 3 y 4	Variable dummie 1 cuando al casa cuenta con 3 o 4 recamaras, cero de otra forma.
	Recámaras 5 o mas	Variable dummie 1 cuando la casa cuenta con 5 o más recamaras, cero de otra forma.
Escuela	Escuela (1)	Variable dummie 1 cuando la escuela más próxima se encuentra a menos de 1 kilometro, cero de otra forma.
Templo	Templo (1)	Variable dummie 1 cuando el templo más próximo se encuentra a menos de 1 kilometro, cero de otra forma.
Parque	Parque (1)	Variable dummie 1 cuando el parque más próximo se encuentra a menos de 1 kilometro, cero de otra forma.
Hospital	Hospital (1)	Variable dummie 1 cuando el hospital más próximo se encuentra a menos de 1 kilometro, cero de otra forma.
Mercado	Mercado (1)	Variable dummie 1 cuando el mercado más próximo se encuentra a menos de 1 kilometro, cero de otra forma.
Palacio	Palacio (1)	Variable dummie 1 cuando el palacio de gobierno se encuentra a menos de 1 kilometro, cero de otra forma.
Vía rápida	Vía rápida (1)	Variable dummie 1 cuando la vía rápida más próxima se encuentra a menos de 1 kilometro, cero de otra forma.
Cementerio	Cementerio (1)	Variable dummie 1 cuando el cementerio más próximo se encuentra a menos de 1 kilometro, cero de otra forma.
Municipio	Guadalupe	Variable dummie, 1 cuando la casa se encuentre en el municipio de Guadalupe, cero de otra forma.
	San Nicolás	Variable dummie, 1 cuando la casa se encuentre en el municipio de San Nicolás de los Garza, cero de otra forma.
	Monterrey	Variable dummie, 1 cuando la casa se encuentre en el municipio de Monterrey, cero de otra forma.

Fuente: Elaboración propia¹⁷.

¹⁷ Es importante mencionar que algunas de las variables generadas no fueron consideradas en el modelo final seleccionado, pero muchas de ellas si fueron consideradas en otros modelos para su elección por lo que es recomendable observar los anexos.

Anexo IV Modelo sin Índice de Rezago Social

<i>Variable</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Error Estándar</i>
<i>Característica Estructural</i>		
Construcción	0.0043447 ***	0.0001859
<i>Características de vecindario</i>		
Distancia al parque	-0.0001117 *	0.0000629
Distancia al hospital	0.0001782 ***	0.0000449
Llamadas 060 y 066	1.231431 **	0.4791961
(Llamadas al 060 y 066)	-0.9430122 *	0.5057928
Menores de 12 años	0.7633339 **	0.1344271
<i>Características de Localización</i>		
Distancia al palacio municipal	-0.0000469 ***	0.0000111
San Nicolás de los Garza	-0.3832947 ***	0.095321
Guadalupe	-0.5743931 ***	0.0797041
Constante	13.16268 ***	0.1344271
Variable dependiente: log(precio)		
R-cuadrada	0.8063	
R-cuadrada ajustada	0.7991	
F-Calculada	111.91	

Anexo V Modelo sin Llamadas al 060 y 066

<i>Variable</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Error Estándar</i>
<i>Característica Estructural</i>		
Construcción	0.0042848 ***	0.0001879
<i>Características de vecindario</i>		
Distancia al parque	-0.0001211 *	0.0000681
Distancia al hospital	0.0001921 ***	0.0000454
Indice de Rezago Social	0.0835946	0.0687156
Menores de 12 años	0.8687681 **	0.3471094
<i>Características de Localización</i>		
Distancia al palacio municipal	-0.0000453 ***	0.0000112
San Nicolás de los Garza	-0.5350796 ***	0.0816477
Guadalupe	-0.5287525 ***	0.0784217
Constante	13.33018 ***	0.1218825
Variable dependiente: log(precio)		
R-cuadrada	0.7999	
R-cuadrada ajustada	0.7933	
F-Calculada	121.45	

Anexo VI Modelo sin Rezago Social y sin llamadas al 060 y 066

<i>Variable</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Error Estándar</i>
<i>Característica Estructural</i>		
Construcción	0.0043015 ***	0.0001876
<i>Características de vecindario</i>		
Distancia al parque	-0.0000906 *	0.0000634
Distancia al hospital	0.0001869 ***	0.0000454
Menores de 12 años	0.84964 ***	0.347094
<i>Características de Localización</i>		
Distancia al palacio municipal	-0.0000448 ***	0.0000112
San Nicolás de los Garza	-0.5401633 ***	0.0816208
Guadalupe	-0.5359477 ***	0.0782752
Constante	13.36157 ***	0.1192372
Variable dependiente: log(precio)		
R-cuadrada	0.7887	
R-cuadrada ajustada	0.7829	
F-Calculada	138.31	

Anexo VII Efecto del municipio sobre el precio de la vivienda

La hipótesis nula implica que el coeficiente estimado del municipio de San Nicolás es igual al correspondiente al municipio de Guadalupe, mientras que la hipótesis alternativa es que son diferentes:

$$H_0 = \beta_9 = \beta_{10}$$

$$H_1 = \beta_9 \neq \beta_{10}$$

La prueba arroja un valor t-student de 2.07, mientras que el valor en tablas al 95% de confianza es de 1.64. Por lo tanto, la hipótesis nula se rechaza con un nivel de confianza de 95%.