



## UNA APROXIMACIÓN AL VALOR DEL SUELO HABITACIONAL: CASO HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

JESÚS QUINTANA PACHECO\*, ANA CECILIA BORBÓN ALMADA,  
ARTURO OJEDA DE LA CRUZ, MARCO ANTONIO RAMOS CORELLA,  
JESÚS FERNANDO GARCÍA ARVIZU

### RESUMEN

En este artículo se presenta una primera aproximación al valor del suelo habitacional en la ciudad a partir de 430 casos de terrenos ofertados en el mercado, complementados con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, de la Dirección de Catastro del Municipio de Hermosillo y del Colegio de Valuadores Profesionales del estado de Sonora. Se utiliza una plataforma de sistemas de información geográfica, un software estadístico y se parte de la premisa, de que el valor del suelo, es el resultado de la conjunción de una serie de atributos intrínsecos y extrínsecos, considerados a través del concepto de modelos de precios hedónicos resueltos con la técnica de regresión lineal múltiple. Los resultados muestran una importante asociación del valor del suelo con indicadores como la educación, seguida del acceso a internet, la densidad habitacional y la accesibilidad a centros comerciales.

**Palabras clave:** Precios hedónicos, valor del suelo, educación, accesibilidad, acceso a internet.

### ABSTRACT

*This paper presents a first approach to the value of residential land in the city, from 430 cases of land offered on the market, supplemented with information from the National Institute of Statistics and Geography, the Cadastral Municipality of Hermosillo and Professional Appraisers Association of the state of Sonora. A platform of geographic information systems, a statistical package, and the premise that the value of land is the result of the conjunction of a series of intrinsic and extrinsic attributes is used, taken through the concept of models hedonic price, determined with the multiple linear regression technique. The results show a significant association of land value with indicators such as education, followed by internet access, housing density and accessibility to shopping malls.*

**Keywords:** Hedonic prices, land values, education, accessibility and internet access.

DR. JESÚS QUINTANA PACHECO  
Correo: quintana@dicym.uson.mx  
DRA. ANA CECILIA BORBÓN ALMADA  
Correo: aborbon@dicym.uson.mx  
DR. ARTURO OJEDA DE LA CRUZ  
Correo: ojeda@dicym.uson.mx

DR. MARCO ANTONIO RAMOS CORELLA  
Correo: marco.ramos@dicym.uson.mx  
M.A. JESÚS FERNANDO GARCÍA ARVIZU  
Correo: fergarcia@pitic.uson.mx  
Depto. de Ingeniería Civil y Minas,  
Universidad de Sonora

## INTRODUCCIÓN

Es normal que en las ciudades se presente la interrogante de cuáles son los elementos que determinan el valor del suelo y cuáles son los factores que inciden en su distribución urbana. Es parte de la existencia de mercados y submercados del suelo, donde los valores de sus características inmobiliarias varían, esto es, se muestra la presencia de demandas diferenciadas del suelo en la ciudad. Un mercado inmobiliario puede caracterizarse internamente por su accesibilidad, mientras otro puede hacerlo por sus servicios públicos, zonas verdes o el stock edificado. En ese sentido se pretende realizar un análisis empírico para encontrar cuáles son los factores que determinan el valor en el mercado del suelo habitacional en la ciudad y en sus distintos submercados.

La ciudad de Hermosillo, con una creciente mancha urbana, producto del incremento poblacional y de los pocos esfuerzos de las autoridades responsables, por generar un modelo sostenible y compacto, ha dejado que las fuerzas del mercado, desarrollen un tipo de ciudad, expandida, fragmentada y porosa, que se adapta principalmente a sus objetivos económicos inmediatos.

La ciudad presenta zonas de valores de suelo habitacional contrastantes, se tiene la región central de la ciudad, compuesta por el antiguo casco de la ciudad, donde se localiza principalmente comercio de segundo nivel; de este centro de atracción se desprenden varias vías de comunicación, como los bulevares Francisco Eusebio Kino, Morelos, Luis Encinas, Colosio, Navarrete, entre otros, mismos que se muestran en la figura 1.

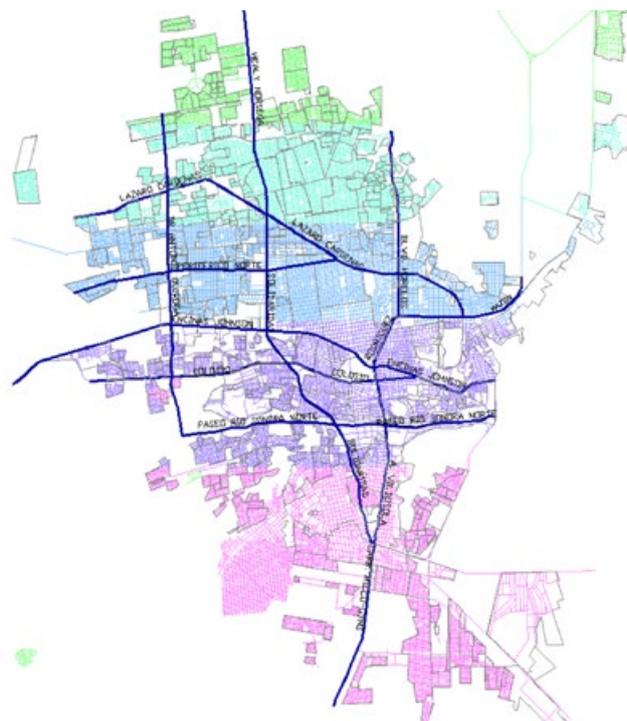
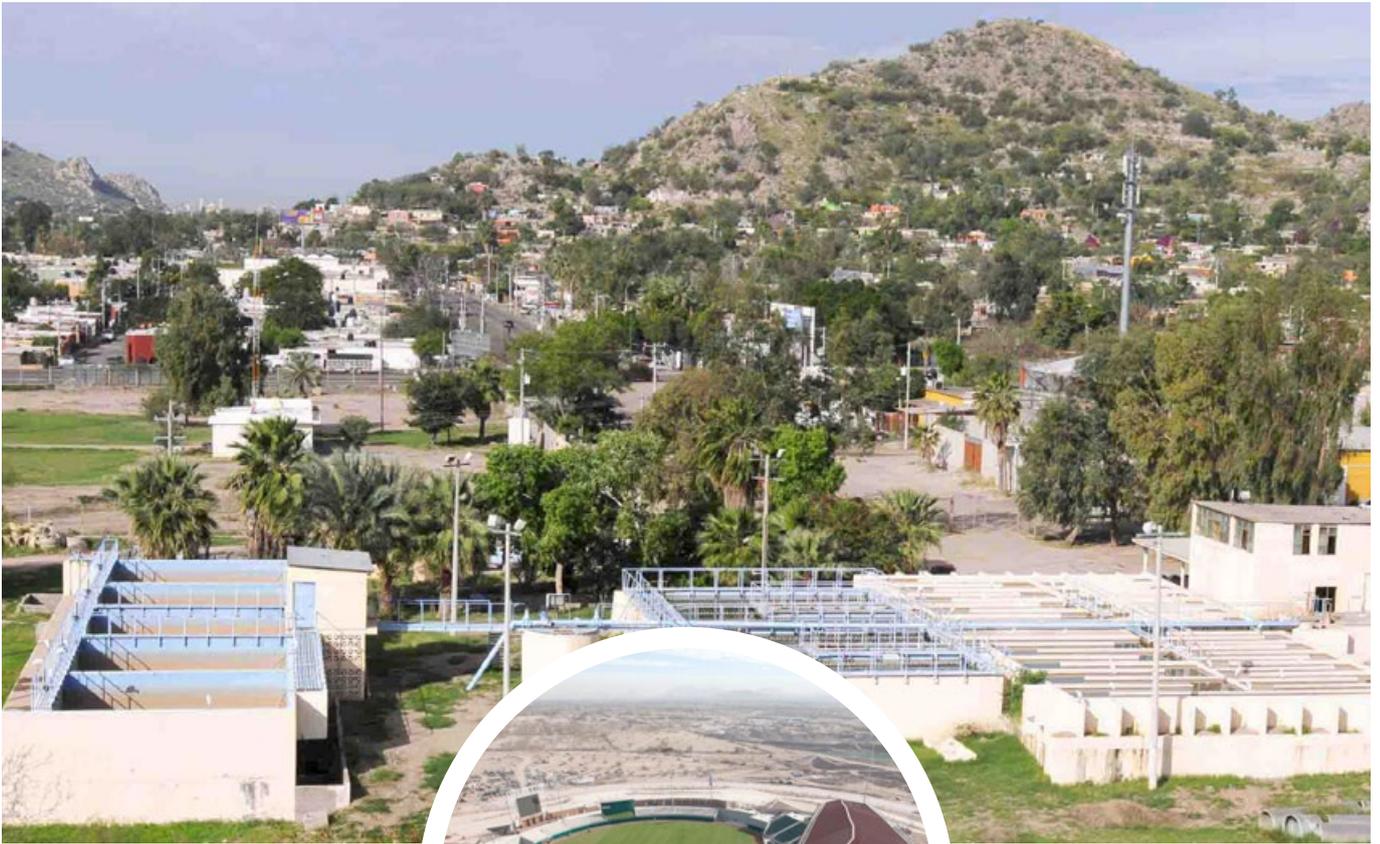


Figura 1. Mancha urbana de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

En estas vialidades se generan zonas comerciales de diferentes niveles, que marcan el crecimiento urbano de la ciudad. Las áreas comprendidas entre estas calles, generalmente forman entornos habitacionales con





características de nivel similar, donde parece existir una asociación espacial de niveles altos con altos, y bajos con bajos, con transiciones graduales. Es claro que, existen algunos intentos inmobiliarios de forzar asociaciones de altos con bajos, y algunos asentamientos bajos que son arropados por niveles habitacionales altos.

En este sentido se plantea la hipótesis de que, el valor del suelo habitacional urbano, es resultado de una combinación de características de accesibilidad, entorno urbano y jerarquía social, a partir de las cuales es posible integrar un modelo que explique la formación del valor del suelo habitacional en la ciudad, donde además se considera posible identificar los elementos principales de la accesibilidad, entorno urbanizado y jerarquía social, que proporcionan valor al suelo, así como, estimar su influencia. Con lo anterior, se puede apoyar el trabajo de los profesionales de la valoración, proporcionando nuevos elementos objetivos para la formulación de sus dictámenes valuatorios.

El valor del suelo habitacional depende de su accesibilidad a las fuentes de trabajo, la educación y al equipamiento urbano, aspectos trabajados inicialmente por Von Thünen [1] y posteriormente trasladados a la ciudad por Haig [2], Hurd [3], Solow [4] y Alonso [5].

Así también, las externalidades urbanísticas, propias



de las edificaciones circundantes, en cuanto a calidad de materiales, fachadas, armonía y estado de conservación, han sido estudiadas utilizando índices de calidad por Mill y Simenauer [6] en los Estados Unidos, en un período de 1986 a 1992, donde las variables que introduce al modelo es la edad de la vivienda, el tamaño del lote, el número de baños y el garaje, entre otras.

En el mismo sentido, la infraestructura en vialidades, transporte, sistemas de abastecimiento de agua, energía eléctrica, las características del medio ambiente como la presencia de áreas verdes, malos olores, ruido, polvo, entre otras, fueron tratadas en principio por Marshall [7] quien bosqueja la influencia de factores como la densificación y calidad del aire en el valor del suelo urbano en la ciudad de Londres, Inglaterra.

Las externalidades sociales, como aquellos factores con origen en las características de las personas, esto es, su historia en cuanto a su capacidad económica, cultural, educativa o profesional, que le proporciona el carácter social, de cohesión y armonía en la zona, han sido trabajadas por Halbwachs [8], quien introduce el factor de localización, como uno de los elementos principales del valor del suelo, esto es, la ubicación de la vivienda en un determinado lugar (barrio, colonia o fraccionamiento) como el factor determinante del valor.



Daniels [9], en su estudio realizado en Oakland California, encontró que los inquilinos blancos (y quizá algunos de color) estaban dispuestos a pagar una prima con el fin de vivir en un submercado segregado, ocupado sólo por blancos.

Bourassa y otros [10], en su trabajo de identificación de submercados en Sydney y Melbourne, Australia, utilizan varias técnicas estadísticas, primeramente realizan un análisis de componentes principales para extraer las características principales de la base de datos, las cuales posteriormente clasifican por medio del análisis de conglomerados para definir los diferentes submercados. Así también, realizan una clasificación a “priori” de su percepción de los submercados en estas ciudades.

Por su parte Roca [11], desarrolla un trabajo donde presenta la variación espacial de los valores de mercado del suelo en la ciudad de Barcelona. En él realiza una serie de análisis utilizando técnicas estadísticas como son el análisis factorial y los modelos de precios hedónicos.

Donde confirma que el valor del suelo, se encuentra determinado por tres factores principales la accesibilidad, las externalidades urbanísticas y la diferenciación social del espacio.

En este sentido, es posible considerar todas aquellas variables que tienen influencia en el valor del suelo, con el propósito de integrar uno o varios modelos que definan el valor del suelo y el aporte de cada una de esas características en el valor.

Para esto, se utiliza el concepto de Modelos de Precios Hedónicos, aplicados inicialmente al mercado inmobiliario por Rosen [12], posteriormente desarrollado para la vivienda por Freeman [13], y replicado por trabajos inmobiliarios como los de Ellickson [14], Roca [15], Knight, Carter y Sirmans [16], y Núñez [17], entre otros.

Los modelos hedónicos conceptualizan el bien inmueble, a partir de un conjunto de atributos que satisfacen las diferentes necesidades o gustos de la demanda, es decir, un bien inmueble urbano está compuesto por una serie de características deseables por el comprador, las cuales pueden clasificarse como elementos intrínsecos, propios del bien inmueble y elementos extrínsecos, conformados por todos aquellos atributos externos al inmueble.

La ecuación básica del modelo teórico de precios hedónicos para inmuebles urbanos, puede representarse por la siguiente expresión:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \dots + \beta_n X_n + e$$

Donde:  
 $Y$  = variable dependiente (valor del mercado inmobiliario).  
 $X$  = variable independiente (característica o atributo del inmueble).  
 $\beta$  = coeficientes de las características, productos del modelo de regresión.  
 $e$  = error de estimación del modelo.

## METODOLOGÍA

### Objeto de estudio

El objeto de estudio se localiza en el paralelo 29° 05'44" de latitud norte y en el meridiano 110° 57'03" de longitud oeste, a una altura promedio de 282 metros sobre el nivel medio del mar, en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

La ciudad, con una población de 715,061 habitantes según el censo de población y vivienda [18], una densidad bruta de 43.86 hab/ha, una superficie urbana de 161 km<sup>2</sup>, de los cuales 125 km<sup>2</sup> (78%) corresponden a lotes urbanos, y el resto, a suelo no edificable como vías públicas y zonas de cerros al interior de la mancha urbana. Del total de lotes o predios urbanos, 47 km<sup>2</sup> (37%) se encuentran baldíos, lo que representa el 29% de la superficie total de la zona ocupada por la ciudad, esto de acuerdo con el Instituto Municipal de Planeación Urbana [19].

### Base de datos

Se integra un sistema de información geográfica con información cartográfica proporcionada por el INEGI, considerando al Área Geoestadística Básica (AGEB) como la unidad de análisis, referenciada en un sistema de coordenadas proyectadas "UTM WGS 84 ZONA 12 NORTE", en donde se integra el resto de la información del proyecto (Figura 2).

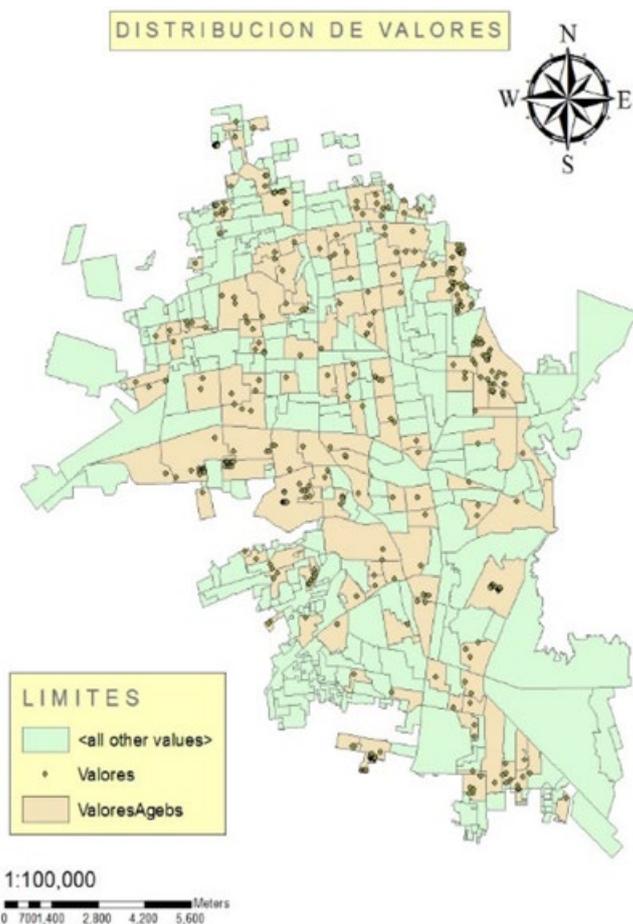


Figura 2. Distribución geográfica de las muestras de mercado.



La información procede de valores del suelo urbano de 430 casos recolectados en campo durante el año 2013, para lo cual se utiliza una cédula de campo con la información tradicionalmente usada en las transacciones inmobiliarias; de las características socioeconómicas de la población y de los elementos del entorno urbano para cada uno de los AGEB [18]; de los valores catastrales del suelo, así como de las principales características del suelo y sus edificaciones [20]; de los usos actuales del suelo, las propuestas de uso y estadísticas del crecimiento urbano de la ciudad [19] y de valores del suelo proporcionada por la Comisión de Valores del Suelo [21].

## Variables inmobiliarias

La selección de la información es fundamental, pues de poco sirve tener medidas de valores y características que no tengan relaciones o comportamientos significativos, por lo que el conocimiento "informal" de las preferencias del mercado local y los comportamientos probados en otros trabajos [15], [22] y [23], son el fundamento principal en la selección de la información. Además, una correlación importante de estas variables con el valor del suelo, es un buen indicativo para su selección, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Correlación con el valor del suelo.

Valor unitario terreno	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
% Población de 8 a 14 que no sabe leer y escribir	0.116	0.340	70
% Población de 15 y más analfabeta	-0.161	0.092	111
% Población de 15 y más con educación-posbásica	0.509**	0.000	138
Grado promedio de escolaridad	0.515**	0.000	138
% Población -derechohabiente a servicio de salud	0.103	0.230	138
% Población económicamente activa	-0.286**	0.001	138
% Población ocupada	0.306**	0.000	138
% Población ocupada de 25 y más un grado aprobado en educación-posgrado	0.585**	0.000	138
% Población desocupada	0.283**	0.001	134
% Viviendas habitadas	0.054	0.528	139
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	-0.321**	0.000	138
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	-0.563**	0.000	136
% Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más	0.313**	0.000	138
% Viviendas particulares que disponen de servicios públicos	0.092	0.283	138
% Viviendas particulares habitadas que disponen de internet	0.600**	0.000	138
% Hijos fallecidos de las mujeres de 12 años y más	-0.012	0.887	136
Acceso vial principal	0.298**	0.000	141
Acceso a centro comercial a 200 m	0.226**	0.007	141
Acceso a centro comercial a 500 m	0.315**	0.000	141
Acceso a servicio médico a 200 m	0.023	0.785	141
% Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	-0.343**	0.000	138
% Viviendas particulares habitadas con un cuarto	-0.365**	0.001	76
% Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	-0.361**	0.000	124
% Población de 18 años y más con al menos un grado de educación media superior	-0.067	0.432	138
% Población de 25 años y más con al menos un grado de educación superior	0.576**	0.000	137
Vivienda por hectárea	0.252**	0.005	122
Habitantes por hectárea	-0.341**	0.000	129

## Modelos de precios hedónicos

Se aplica la técnica de modelos de precios hedónicos, resuelta por medio de regresión lineal múltiple, aproximada por mínimos cuadrados ordinarios; siendo la variable dependiente “valor unitario terreno” o bien “Ln de valor unitario terreno”, de acuerdo con el cumplimiento de normalidad de su distribución de frecuencias; y como variables independientes, se tiene al resto de las características inmobiliarias.

La variable “Valor unitario terreno” de la muestra, presenta un comportamiento distinto al de una distribución normal, por lo que sus valores deben ser transformados utilizando el logaritmo natural (Ln), tratando de cumplir con la prueba de Kolmogorov-Smirnov de comportamientos similares, con una significancia mayor a 0.05. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov.

		Valor unitario terreno	Logaritmo natural del valor unitario terreno
N		141.000	141.000
Parámetros normales <sup>a, b</sup>	Media	887.746	6.712
	Desviación típica	369.705	0.381
Diferencias más extremas	Absoluta	0.177	0.102
	Positiva	0.177	0.102
	Negativa	-0.094	-0.074
Z de Kolmogorov-Smirnov		2.103	1.215
Sig. asintótica (bilateral)		0.000	0.104

a. La distribución de contraste es la normal.      b. Se han calculado a partir de los datos.

Se aplica la técnica de “pasos sucesivos” y se obtiene un modelo con una explicación del 46.2% de R<sup>2</sup> corregida, con la variable “% de población de 15 y más con educación-posbásica” como la característica principal del valor del suelo (Tabla 3). El modelo deja fuera variables como % de viviendas particulares habitadas que disponen de internet, y % población de 25 años y más con al menos un grado de educación superior, entre otras.

Tabla 3. Coeficientes del modelo.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	T	Sig.	Estadísticos de colinealidad		
	B	Error típ.	Beta			Tolerancia	FIV	
1	Constante	5.827	0.128		45.362	0.000		
	% Población de 15 y más con educación-posbásica	1.698	0.279	0.689	6.091	0.000	1.000	1.000

a. Variable dependiente: Logaritmo natural de Valor unitario terreno.

Sólo es posible incluir más variables aplicando el método de “introducir”, considerando las variables por separado, pues en conjunto no representan el comportamiento de un buen modelo.

## RESULTADOS

Si bien este primer análisis estadístico no deja evidencia significativa del comportamiento del valor del suelo y las variables inmobiliarias utilizadas, sí se observan resultados que muestran relaciones a priori del “Valor unitario terreno” con variables inmobiliarias, de donde parece razonable intuir comportamientos del valor del suelo y posibles asociaciones espaciales en el territorio de la ciudad.



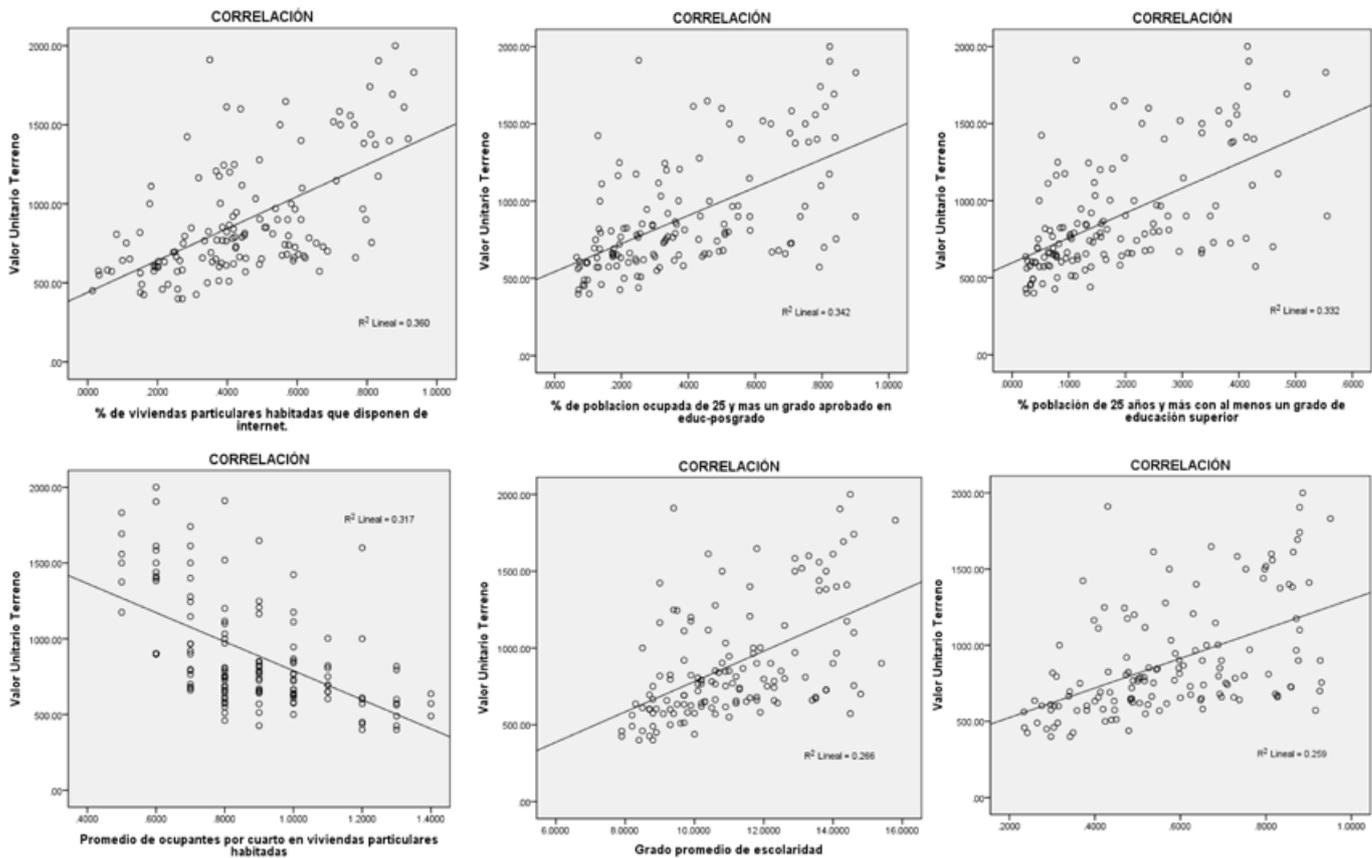


Figura 3. Gráficos de correlación con el valor unitario del terreno.

A partir de la figura 3, se observa como los valores unitarios del suelo se incrementan con la presencia de variables de educación y de presencia de internet, y disminuyen con la cantidad de habitantes por cuarto. Esto es, los mejores espacios de valor del suelo están asociados con habitantes que cuentan con mejor preparación académica, con viviendas amplias y con altas superficies construidas por habitante.

Es notorio que en una urbanización extendida se presente una baja correlación del valor del suelo con variables como Acceso a centro comercial a 500 m (0.315), Acceso a vial principal (0.298) y Acceso a centro comercial a 200 m (0.226). Lo anterior parece indicar, que si bien existen grandes recorridos al trabajo y educación, el acceso a centros comerciales y lugares de ocio no representan dificultades, pues el promotor comercial y de ocio logra llegar con éxito al consumidor independientemente del tipo de crecimiento urbano.

La integración de un modelo de precios hedónicos, como una forma de explicar el comportamiento del valor del suelo en la ciudad, muestra un modelo con una explicación del 46.2% de  $R^2$ , con sólo una variable explicativa que representa la educación como elemento dinamizante del valor del suelo (Figura 4).

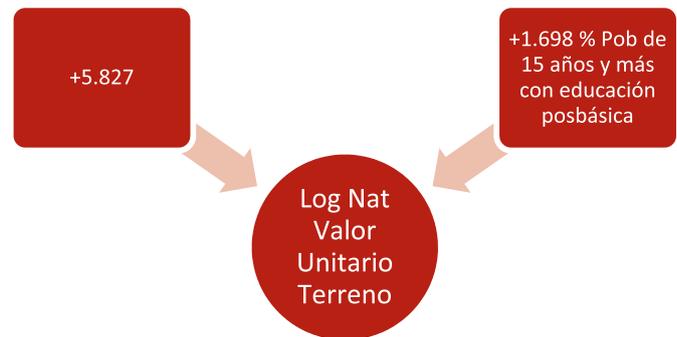


Figura 4. Modelo del logaritmo natural del valor unitario terreno.

El proceso estadístico para establecer modelos de precios hedónicos exige el cumplimiento de hipótesis de significancia, autocorrelación y homocedasticidad, entre otras, que sólo permite la presencia de una variable explicativa; sin embargo, existen variables como las mostradas en la figura 3 y en la tabla 4, que por sí solas, presentan explicaciones importantes de los valores unitarios del suelo.

Tabla 4. Explicación del valor del suelo por variable independiente.

Variable independiente	R <sup>2</sup> corregida (%)
% Población de 15 años y más con educación-posbásica	46.20
% Población ocupada de 25 años y más con un grado aprobado de educación-posgrado	42.90
% Viviendas particulares habitadas que disponen de internet	37.20
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	34.20%
% Población de 25 años o más con al menos un grado de educación superior	33.60%
Grado promedio de escolaridad	28.60%

## CONCLUSIONES

El valor del suelo habitacional en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, se explica principalmente por indicadores de educación, conectividad a internet, superficie construida de las viviendas, densidad habitacional.

El comportamiento de los valores del suelo en la ciudad puede ser explicado fundamentalmente con base en el % Población de 15 años y más con educación-posbásica, elemento de la jerarquía social que se identifica con los valores del suelo habitacional en forma positiva.

Se obtienen variables con alta correlación con el valor del suelo, como el % Viviendas particulares habitadas que disponen de internet en la zona, % Población ocupada de 25 y más un grado aprobado en educación-posgrado, % Población de 25 años y más con al menos un grado de educación superior, reafirmando que la jerarquía social es el principal indicador de valor del suelo.

Un modelo global del mercado del suelo habitacional en la ciudad, resulta poco preciso, por lo que en próximos estudios se deberán establecer sectores o submercados habitacionales, que respondan de forma coherente y con mayor precisión a los comportamientos de sus variables inmobiliarias.

Este documento parece evidenciar la necesidad de incluir variables como el ingreso familiar, tipo de empleo, actividades de ocio e índice de criminalidad, indicadores que no estuvieron disponibles para este análisis, pero que posiblemente proporcionen mejores explicaciones del valor del suelo habitacional.

## BIBLIOGRAFÍA

1) J. Von Thünen, *Der Isoliert Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationaloökonomie*, Hamburgo, 1826.

- 2) R. Haig, «Towards an Understanding of the Metropolis,» *Quarterly Journal of Economics* 40, pp. 206-207, 1926.
- 3) R. Hurd, *Principles of Political Economy*, New York, 1903.
- 4) R. Solow, «Congestion, Density and Use of Land in Transportation,» *Swedish Journal of Economics* V. 74, 1972.
- 5) W. Alonso, *Location and Land Use*, Cambridge: Harvard University Press, 1964.
- 6) E. S. Mills y R. Simenauer, «New Hedonic Estimates of Regional Constant Quality House Prices,» *Journal of Urban Economics* 39, pp. 209-215, 1996.
- 7) A. Marshall, *Principles of Economics*, London England: Macmillan and Co. Ltd., 1890.
- 8) M. Halbwachs, *Les expropriations et le prix des terrains a Paris (1860-1900)*, Paris, 1909.
- 9) C. B. Daniels, «The Influence of Racial Segregation on Housing Prices,» *Journal of Urban Economics* 2, pp. 105-122, 1975.
- 10) S. C. Bourassa, F. Hamelink, M. Hoesli y B. D. MacGregor, «Defining housing sub-markets: evidence from Sydney and Melbourne,» *Cutting Edge RICS Research*, 1997.
- 11) J. Roca, *Vers una interpretació de la formació i distribució dels valors del sòl a Barcelona*, Barcelona: Tesis Doctoral, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, 1982.
- 12) S. Rosen, «Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition,» *Journal of Political Economy*, Vol. 82, No.1, pp. 34-55, 1974.
- 13) A. M. Freeman, «The Hedonic Approach to Measuring Demand for Neighborhood Characteristics,» *The Economics of Neighborhood*, Academic Press, New York, pp. 191-217, 1979.
- 14) B. Ellickson, «An Alternative Test of the Hedonic Theory of Housing Markets,» *Journal of Urban Economics*, No.9, pp. 56-79, 1981.
- 15) J. Roca, *La Estructura de los valores urbanos: Un analisis teorico-empirico*, Madrid: Instituto de Estudios de Administracion Local, 1988.
- 16) J. R. Knight, R. Carter Hill y C. F. Sirmans, «Estimation of Hedonic Housing Price Models Using Nonsample Information: A Monte Carlo Study,» *Journal of Urban Economics*, No. 34, pp. 319-346, 1993.
- 17) J. M. Núñez Tabales, *Tesis Doctoral: Mercados Inmobiliarios: Modelización de Precios*, Córdoba, España: Universidad de Córdoba, 2007.
- 18) Instituto Nacional de Estadística y Geografía, «Censos y Conteos de Población y Vivienda,» 2010. [En línea]. Disponible: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Municipios.aspx>.
- 19) Instituto Municipal de Planeacion Urbana, «*implanhermosillo.gob.mx*,» 18 Octubre 2006. [En línea]. Disponible: [www.implanhermosillo.gob.mx](http://www.implanhermosillo.gob.mx). [Último acceso: Noviembre 2014].
- 20) Dirección de Catastro Municipal, «Tabla de Valores del Suelo,» 2013. [En línea]. Disponible: <http://www.catastro-hermosillo.org.mx>. [Último acceso: 2013].
- 21) Colegio de Valuadores Profesionales del Estado de Sonora, «Valores del suelo urbano de la ciudad de Hermosillo, Sonora,» COVAPROES, Hermosillo, 2013.
- 22) C. Marmolejo, «La Incidencia de la Percepción del Ruido Ambiental sobre la Formación Espacial de los Valores Residenciales: Un Análisis para Barcelona,» *Revista de la Construcción* No. 1, Vol. 7, pp. 4-19, 2008.
- 23) J. Quintana, *Influencia de los indicadores de calidad de zona en la rentabilidad y riesgo Inmobiliario: Caso residencial Barcelona*, Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2012.