

HOMOGENEIZACIÓN DEL VALOR DE LA TIERRA URBANA MEDIANTE TÉCNICAS DE ECONOMETRÍA ESPACIAL EN VALUACIONES MASIVAS AUTOMATIZADAS.

Urban Land Value Homogenization through Spatial Econometric Techniques in Automated Mass Appraisal.

Resumen:

En el año 1939 Fitte y Cervini publicaron su trabajo pionero “*Antecedentes para el estudio de normas para tasaciones urbanas en Capital Federal*”, con el objetivo de establecer criterios relativamente estandarizados para la tasación de inmuebles urbanos. Estos criterios se plasmaron en tablas de coeficientes de homogeneización del valor de la tierra que, con variantes, siguen siendo utilizadas por los Catastros en Argentina. Sin embargo, se trata de un estudio realizado hace muchos años sobre un espacio geográfico acotado. Nada garantiza que las reglas de mercado que operaban en la ciudad de Buenos Aires en 1939 se cumplan con la misma intensidad en 2020, ni que sean trasladables a mercados inmobiliarios con lógicas particulares.

Con el objetivo de revisar la metodología actual, se aplicaron técnicas de econometría espacial para identificar el impacto sobre el valor por metro cuadrado de la tierra urbana de diferentes características intrínsecas de los predios, tales como superficie, forma o ubicación en la cuadra. Estos efectos fueron agregados en una función de homogeneización aplicada tanto a muestras de mercado destinadas a realizar valuaciones masivas, como a la base parcelaria para la construcción de los mapas de valor.

Los resultados son robustos y permiten resaltar las potencialidades de la metodología propuesta al darle objetividad, transparencia y automatización al proceso de homogeneización de los valores de la tierra urbana, facilitar el análisis actual del impacto de las características analizadas sobre el valor de la tierra y permitir el análisis sectorizado según las particularidades de los mercados inmobiliarios locales.

Abstract:

In 1939 Fitte and Cervini published their pioneering work “Background for the study of norms for urban appraisals in the Federal Capital”, with the aim of establishing relatively standardized criteria to guide the study of urban real estate appraisals. These criteria were reflected in tables of homogenization coefficients for the land value that, with variations, are used by cadastral offices in Argentina. However, it is a study carried out many years ago on a limited geographical space. Nothing guarantees that the market rules that operated in Buenos Aires in 1939 will be complied with the same intensity in 2020, nor that they will be transferable to other real estate markets.

In order to review the current methodology, spatial econometric techniques were applied to identify the impact on the value per square meter of urban land of different intrinsic characteristics of the land parcels, such as surface, shape or location on the block. These effects were added in a homogenization function applied both to market samples for mass appraisal, as well as to the parcel base for the construction of value maps.

The results are robust and show the potential of the proposed methodology by giving objectivity, transparency and automation to the process of homogenization of land values, facilitating the current analysis of the impact of the analyzed characteristics and allowing the sectorized analysis according to the particularities of local real estate markets.

Key words: Urban land value homogenization, mass appraisal, spatial econometrics.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 1939 el arquitecto R. Fitte y el agrimensor A. Cervini publicaron su trabajo pionero “*Antecedentes para el estudio de normas para tasaciones urbanas en Capital Federal*” a solicitud del Banco Hipotecario Nacional de Argentina [Fitte and Cervini, 1939], con el objetivo de establecer criterios relativamente estandarizados para guiar el estudio del valor de inmuebles urbanos. En aquella época se observaban grandes diferencias en los resultados a los que arribaban los tasadores, derivadas de la falta de normas y procedimientos de aplicación generalizada. Las tasaciones de los distintos profesionales, lejos de ser una fuente de información y dar un elemento de juicio, distorsionaban y complicaban las decisiones de los analistas crediticios.

Aunque Fitte y Cervini reconocen que en la determinación del valor de un inmueble intervienen factores de índole muy diversa, se abocan al estudio de la influencia de las magnitudes del frente y fondo en el valor de los predios urbanos.

Si bien la aplicación de criterios de homogeneización del valor de la tierra urbana basados en los principios de Fitte y Cervini se generalizaron en Argentina (y en otros países de latinoamérica), su aplicación no fue directa. Estos criterios fueron adaptados y modificados incorporando otros efectos además del frente y el fondo, como la ubicación en la cuadra o la forma de cada parcela.

Sin embargo, se trata de criterios basados en un estudio realizado hace muchos años sobre un espacio geográfico acotado. Nada garantiza que las reglas de mercado que operaban en la ciudad de Buenos Aires en 1939 se cumplan con la misma intensidad en 2020, ni que estas reglas sean trasladables de manera directa a todo el territorio. Por lo tanto, resulta de valor indagar alternativas metodológicas que no sólo permitan actualizar la intensidad con la cual el mercado inmobiliario penaliza el frente, fondo, forma o ubicación en la cuadra de los predios urbanos, sino también analizar el impacto diferencial de estos efectos en el territorio, y conforme su ubicación geográfica.

Además, los criterios de homogeneización se aplican no sólo para la homogeneización del valor de la tierra urbana en la construcción de mapas de valor. También son un elemento crítico en el tratamiento de los datos de un observatorio de valores, que luego serán utilizados en un proceso de valuación masiva. En tal sentido, las observaciones de mercado no sólo pueden diferir en su frente, fondo, forma o ubicación en la cuadra, sino también en otras características propias que pueden tener impacto en el valor por metro cuadrado: la situación jurídica (si se trata de un predio con título o sin título, bajo el supuesto que los predios sin título se comercializan a un valor menor) o el tipo de valor observado (si se está observando una oferta, asumiendo que existe un margen de negociación implícito en la operación, o una venta ya realizada). Es clave incorporar estos factores en la homogeneización de los valores de la tierra que se utilizarán en el proceso de valuación

En tal caso, la homogeneización debería considerar el impacto en el valor por metro cuadrado de la tierra de factores tales como la superficie (o el frente y fondo), la forma, la ubicación en la cuadra, la situación jurídica y el tipo de valor relevado.

El trabajo desarrollado a continuación propone una mirada innovadora en la homogeneización de valores de la tierra urbana, y fue aplicado en los estudios de mercado de suelo urbano para el revalué anual de los inmuebles la Provincia de Córdoba, Argentina, durante 2020. Se aplican técnicas de econometría espacial para obtener los efectos de las características mencionadas anteriormente, que son posteriormente agregados en una función de homogeneización que devuelve un valor de la tierra por metro cuadrado comparable entre predios de diferentes características intrínsecas.

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Técnicas de econometría espacial

El objetivo del trabajo es presentar una metodología para la homogeneización de los valores de la tierra urbana. Como se describe en el apartado 2.2, el valor por metro cuadrado de la tierra varía en función de las variables superficie, ancho de frente, forma, ubicación en la cuadra, tipo de valor y situación jurídica. De esta manera, la idea es expresar el valor por m^2 en términos de un predio típico, para que el valor de la tierra sea homogéneo respecto a las variables señaladas. El principal aporte de la metodología propuesta consiste en acotar geográficamente el análisis de manera tal que los resultados obtenidos muestren el impacto local de las características analizadas.

Para abordar este objetivo pueden aplicarse técnicas de técnicas de regresión lineal. Sin embargo, si se tiene en cuenta que la variable dependiente es intrínsecamente una observación espacial¹, el análisis de regresión tradicional puede incurrir en problemas de especificación si se da la existencia de dependencia espacial. En estos casos, se realizan diversas pruebas con la finalidad de rechazar o aceptar la hipótesis de dependencia espacial en los residuos, y obtener así la mejor especificación del modelo.

La dependencia espacial en los residuos tiene dos orígenes: la presencia de autocorrelación espacial o la heterogeneidad espacial en los parámetros (ANSELIN e GRIFFITH, 1988). La existencia de autocorrelación espacial implica que el valor de una variable está correlacionada (directa o negativamente) con valores cercanos en el espacio geográfico, y es la que se considera para el desarrollo de este artículo.

La causa de la autocorrelación espacial es la existencia de una relación funcional entre lo que sucede en un lugar y lo que ocurre en otro (SERRANO e VAYÁ, 2002) (TOBLER, 1970). De esta forma, se incumple el supuesto de independencia de las observaciones en la muestra requerida por los modelos de regresión lineal. Para tratar este problema, se debe comenzar definiendo una estructura capaz de capturar la autocorrelación espacial, esta estructura debe definir un vecindario que pueda dar cuenta de este efecto. La solución a este planteo es una matriz de pesos espaciales (W), donde el elemento $w_{ij} \neq 0$ si i y j son consideradas vecinas, asumiendo que una observación no puede ser vecina de sí misma. Los criterios para construir una matriz W son variados y definir de manera correcta la matriz de vecinos condiciona los resultados del modelo (CORRADO e FINGLETON, 2012) (HARRIS e colab., 2011).

Una vez definida la matriz W , es importante realizar diferentes test y contrastes para avalar o refutar la autocorrelación espacial. La prueba I de Moran (1950) (MORAN, 1950) somete a test a los residuos de MCO donde la hipótesis nula es la no existencia de autocorrelación espacial. Conociendo la existencia de dependencia espacial, es necesario acceder a más información respecto a la naturaleza de la autocorrelación espacial. Los contrastes de Multiplicadores de Lagrange (BURRIDGE, 1981) solucionan la problemática planteada. En estas pruebas, la hipótesis alternativa es más precisa acerca del tipo de autocorrelación. Se utiliza también una versión robusta ante problemas de especificación en ambos multiplicadores. (Anselin, Bera, Florax, & Yoon, 1996).

Los test de los multiplicadores de Lagrange robustos ayudan a definir tres tipos de modelos:

- SEM (Spatial Error Model): aquel que considera autocorrelación espacial en el término de error.
- SAR (Spatial Auto-regressive Models): se refieren a aquellos casos donde es la variable dependiente la que presenta autocorrelación espacial.
- SAC (Spatial Autoregressive Confused): tanto la variable dependiente como los errores presentan un proceso autorregresivo espacial.

A su vez, existen modelos de autocorrelación espacial en las variables independientes, denominados SLX (Spatial Lag X), SDM (Spatial Durbin Model) y SDEM (Spatial Durbin Error Model) (BELLEFON e colab., 2018). Sin embargo, para el caso de este trabajo se ha decidido no tenerlos en cuenta. Esta decisión se sustenta en que las variables por las cuales se pretenden homogeneizar las parcelas se encuentran distribuidas de manera independiente en el espacio.

¹ Una observación espacial, es aquella a la que se le asigna una localización geográfica, es decir es un dato georreferenciado.

Cuando la variable dependiente muestra dependencia espacial, genera un efecto derrame (global spillover) que debe ser considerado en los parámetros estimados por la regresión. Siguiendo a Herrera (HERRERA, 2015), esta retroalimentación es consecuencia del efecto que tiene y_i en $y_j/j \neq i$. En modelos SEM, donde la autocorrelación espacial se observa en el término residual, los coeficientes estimados no se ven afectados por el spillover (GOLGHER e VOSS, 2016).

2.2. Desarrollo de la función de homogeneización

El valor por metro cuadrado de un predio depende de su superficie, ancho de frente, su forma, ubicación en la cuadra (medial, esquina, interno, salida a dos calles), la situación jurídica del inmueble (con o sin escritura, ya sea por posesión o un lote en preventa) y el tipo de valor relevado (valor de oferta o de venta/tasación), entre otras variables. Estas relaciones pueden expresarse como una ecuación lineal, si se toma logaritmo natural en la variable dependiente, en la superficie y el frente queda definida la Ecuación (1).

$$\ln \frac{\text{valor}}{\text{sup}} = \beta_0 + \beta_1 \times \ln \text{sup} + \beta_2 \times \ln \text{frente} + \beta_3 \times \text{forma} + \beta_{4,1} \times \text{esquina} + \beta_{4,2} \times \text{interno} + \beta_{4,3} \times \text{salida_calles} + \beta_5 \times \text{tv} + \beta_6 \times \text{sj} + \sum_j \beta_j \times X_j + \varepsilon \quad (1)$$

Donde:

- $\frac{\text{valor}}{\text{sup}}$ = es el valor por metro cuadrado del predio (valor total sobre superficie).
- sup = es la superficie por predio en metros cuadrados.
- frente = es el ancho de frente observado en metros.
- forma = es una variable categórica que asume el valor 0 si el predio se considera de forma regular y 1 si es irregular. Esta clasificación surge del entrenamiento de un algoritmo y su aplicación a la clasificación de la base parcelaria urbana de todo el territorio provincial.
- ubicacion_cuadra = es una variable categórica que asume el valor 0 si el predio se encuentra en una ubicación medial en la cuadra, 1 si es una esquina, 2 si es un predio interno, 3 si tiene salida a dos o más calles. Esta clasificación surge del entrenamiento de un algoritmo y su aplicación a la clasificación del base parcelaria urbana de todo el territorio provincial. Para su mejor interpretación se descompone en $n - 1 = 4 - 1 = 3$ variables dummy (para evitar colinealidad). Donde la ubicación en la cuadra medial queda determinada cuando las tres dummies son iguales a 0.
- esquina = asume 1 si es esquina, 0 en cualquier otro caso.
- interno = asume 1 si es interno, 0 en cualquier otro caso.
- salida_calles = asume 1 si tiene salida a dos o más calles, 0 en cualquier otro caso.
- tv = tipo de valor, es una variable categórica que asume el valor 0 si al tomar la muestra del predio el valor era el de venta (un predio vendido o tasado), y 1 si el precio era de oferta (una parcela que se encuentra “en venta”).
- sj = situación jurídica, es una variable categórica que asume el valor 0 si tomar la muestra existía escritura del predio, y 1 si la situación jurídica era la contraria.
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_{4,1}, \beta_{4,2}, \beta_{4,3}, \beta_5, \beta_6$ = son los parámetros a estimar: la ordenada al origen, logaritmo de la superficie, logaritmo del largo de frente, forma, esquina, interno, salida a dos o más calles, tipo de valor y situación jurídica respectivamente.
- X_j = es una matriz de variables independiente que, se supone, influyen sobre el valor por metro cuadrado, para más detalle del tipo de variables que se incluyen revisar la sección 3.
- β_j = son los parámetros a estimar correspondientes a las variables X_j .

- ε = error aleatorio.

Para inferir los valores de los parámetros, el primer paso consiste en estimar la ecuación lineal por medio de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Posteriormente se procede a aplicar un test de Moran para advertir la existencia de autocorrelación espacial en los residuos del modelo. En caso de existir, se procede a realizar los test de multiplicadores de Lagrange robustos, para determinar si se deben realizar correcciones incorporando rezagos espaciales en la variable dependiente, en el término de error o en ambas de manera simultánea. En función de los resultados obtenidos en estos tests, se procede a realizar un modelo SEM, SAR o SAC, desarrollados en el apartado 2.1, para incorporar las correcciones espaciales correspondientes.

Para reconocer los parámetros estimados se agrega un acento sobre los parámetros $\widehat{\beta}_i$. En caso de estimarse un modelo con dependencia espacial en la variable dependiente, es necesario sumarle los efectos directos e indirectos para tener en cuenta el spillover. Considerando esta situación, los $\widehat{\beta}_i$ deben ser considerados como el β_i resultante de la regresión espacial más el efecto derrame (spillover).

Denominando al valor por metro cuadrado (vm^2), despejando el logaritmo natural, se obtiene y aplicando propiedades del logaritmo, se obtiene la Ecuación (2):

$$vm^2 = \exp\{\widehat{\beta}_0 + \lnsup^{\widehat{\beta}_1} + \lnfrente^{\widehat{\beta}_2} + \widehat{\beta}_3 \times forma + \widehat{\beta}_{4,1} \times esquina + \dots$$

$$\dots + \widehat{\beta}_{4,2} \times interno + \widehat{\beta}_{4,3} \times salida_calles + \widehat{\beta}_5 \times tv + \widehat{\beta}_6 \times sj + \sum_j \widehat{\beta}_j \times X_j + \varepsilon\} \quad (2)$$

Suponiendo que un predio típico se caracteriza por tener una superficie y ancho de frente igual a la mediana respectiva de cada variable de un aglomerado en particular, forma regular, ubicación medial, tipo de valor igual a venta y con escritura; el valor por metro cuadrado asociado a un predio típico (PT) vendría dado por la Ecuación (3). Donde se reemplaza la superficie y el ancho de frente por el valor de la mediana y a las variables forma, esquina, interno, salida_calles, tipo de valor y situación jurídica por 0 (indicativo de una situación de parcela o predio “típico”), llevando a la eliminación de esos términos. El resto de las variables permanecen sin cambios.

$$vm_{PT}^2 = \exp\{\widehat{\beta}_0 + \ln mediana_sup^{\widehat{\beta}_1} + \ln mediana_frente^{\widehat{\beta}_2} + \widehat{\beta}_3 \times 0 + \widehat{\beta}_{4,1} \times 0 + \dots$$

$$\dots + \widehat{\beta}_{4,2} \times 0 + \widehat{\beta}_{4,3} \times 0 + \widehat{\beta}_5 \times 0 + \widehat{\beta}_6 \times 0 + \sum_j \widehat{\beta}_j \times X_j + \varepsilon\} \quad (3)$$

Dado el objetivo, consistente en obtener un coeficiente que permita homogeneizar el valor por metro cuadrado de la tierra urbana, es decir corregir el vm^2 para que todos los valores sean comparables en términos de superficie, frente, forma, ubicación en la cuadra, tipo de valor y situación jurídica, se el ratio entre el valor por metro cuadrado y el valor por metro cuadrado de un predio típico, como se expresa en la Ecuación (4).

$$coef = \frac{vm^2}{vm_{PT}^2} \quad (4)$$

Donde vm_{PT}^2 se corresponde al valor por metro cuadrado de una parcela o predio de las características definidas para ser considerado como “típico” para el área de estudio. Entonces, se procede a dividir la ecuación correspondiente a un predio cualquiera por la ecuación del predio típico. Operando convenientemente se obtiene la Ecuación (5).

$$coef = \left(\frac{sup}{mediana_sup} \right)^{\widehat{\beta}_1} \times \left(\frac{frente}{mediana_frente} \right)^{\widehat{\beta}_1} \times \dots$$

$$\dots \times e^{\widehat{\beta}_3 \times forma + \widehat{\beta}_{4,1} \times esquina + \widehat{\beta}_{4,2} \times interno + \widehat{\beta}_{4,3} \times salida_calles + \widehat{\beta}_5 \times tv + \widehat{\beta}_6 \times sj}$$
(5)

De esta forma, para predios similares al predio típico, el coeficiente asumirá un valor cercano a 1. Para obtener un valor homogeneizado (vh_i), el valor por metro cuadrado actualizado de cada parcela “i” (vm_i^2) debe dividirse por el coeficiente calculado con anterioridad ($coef_i$). Presentado en la Ecuación (6).

$$vh_i = \frac{vm_i^2}{coef_i}$$
(6)

La función de homogeneización es aplicable a nivel parcelario. Con la salvedad que las variables *tipo de valor* y *situación jurídica* asumen siempre el valor cero (venta y con escritura respectivamente) para todos los predios. De esta forma los parámetros de estas variables no afectan el coeficiente de homogeneización en la base parcelaria.

3. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA BASE MUESTRAL Y LA ESTRUCTURA PARCELARIA

Con el objetivo de estudiar correctamente los efectos sobre el valor de la tierra por metro cuadrado de la superficie, el ancho de frente, la forma, la ubicación en la cuadra de cada parcela, en conjunto con la influencia de características relativas a la situación de mercado de cada predio (como su situación jurídica y tipo de valor relevado), en la experiencia realizada por la Provincia de Córdoba (Argentina) en el 2020 para el estudio de los mercados del suelo se definieron 11 grupos de localidades urbanas segmentadas según características geográficas, topográficas y económicas. El supuesto es que las diferentes características analizadas tendrán impactos similares en localidades semejantes, y que estos impactos serán diferentes entre localidades de características distintas. Para agrupar las más de 420 localidades de la provincia, se optó por la aplicación de la técnica de clusterización fuzzy c-means, con el objeto de identificar las localidades semejantes y la aplicación de la técnica de análisis de componentes principales (ACP) con la intención de caracterizar las ciudades a través de los conglomerados.

El presente estudio contiene la estimación de la función de homogeneización para uno de estos clústers, conformado por localidades ubicadas sobre la Ruta Nacional N°38, al noroeste de la capital provincial (Ciudad de Córdoba). Este aglomerado está compuesto por nueve localidades de características serranas y con actividades económicas preponderantemente vinculadas al turismo, con un mercado inmobiliario dinámico. Las localidades contempladas son: Biolet Masse, Casa Grande, Cosquín, Huerta Grande, La Falda, San Roque, Santa María de Punilla, Valle Hermoso y Villa Giardino. En total, el aglomerado cuenta con 92.242 parcelas urbanas. De manera expositiva, se le denominará Aglomerado Cosquín al conjunto de estas localidades. A continuación se presenta un breve análisis de los datos muestrales utilizados.

Se relevaron 1.033 datos del mercado inmobiliario durante los años 2018, 2019 y 2020, las que se registraron en el Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI) de la Provincia de Córdoba². El OMI es una aplicación web donde se sistematizan datos del mercado inmobiliario en una base georreferenciada, con el fin de analizar la evolución y la dinámica de los precios de inmuebles urbanos y rurales. Los puntos que se recolectan (datos de mercado) constituyen el insumo para la actualización de los valores de la tierra en todo el territorio provincial.

Los datos cargados en el OMI incluyen valores de oferta, tasaciones y ventas de inmuebles edificados y baldíos de diversas fuentes, como publicaciones web, periódicos, inmobiliarias, relevamientos in situ por parte de los agentes locales y propietarios, entre otras. La muestra está conformada por predios baldíos e inmuebles construidos, sobre los cuales se obtuvo el valor de la tierra mediante un proceso de deducción de mejoras.

También se incorporaron datos de la base del impuesto sobre las transacciones inmobiliarias realizadas durante los años 2017, 2018 y 2019. Para el procesamiento de esta información se debe considerar el alto grado de subdeclaración de la base imponible, facilitada por los procesos inflacionarios dados en Argentina. Por este motivo es necesario realizar un análisis de outliers espaciales consistente en evaluar cada observación con los valores de mercado relevados en un radio determinado, en este caso 1000 metros, eliminando aquellos localmente atípicos según una prueba estadística conocida como índice de Moran local.

Para cada observación se incorporó la información correspondiente a las variables necesarias para la homogeneización: superficie (en metros cuadrados), ancho de frente (en metros), forma (regular, irregular), ubicación en la cuadra (medial, esquina, interno, salida a dos calles), tipo de valor (venta/tasación, oferta) y situación jurídica (con o sin escritura). Con respecto a las variables numéricas, en el Cuadro 1 se pueden apreciar sus estadísticas descriptivas. La superficie mediana en la muestra es de 562 metros cuadrados, al igual que la mediana de la base de datos parcelaria del Catastro. El ancho de frente, en tanto, tiene una mediana muestral de 19 metros, también igual que el ancho de frente mediano de la base catastral.

Cuadro 1 - Estadísticas descriptivas: variables superficie y ancho de frente.

Variable	Min	First_Q	Median	Mean	Third_Q	Max
Superficie	138.90	465.64	562	821.62	883.24	25538.00
Ancho de Frente	6.72	15.08	19	27.73	25.40	558.71

Fuente: Elaboración propia.

Por parte de las variables categóricas, las participaciones tanto en la muestra como en la base parcelaria se pueden apreciar en el Cuadro 2. En la muestra, un 21,5% de las observaciones son de forma irregular, mientras que en la base parcelaria esta proporción es levemente superior. Respecto a la ubicación en la cuadra, en la muestra el 78,9% de las parcelas son mediales, el 15% esquina, 0,6% internos y el restante 5,5% salida a dos calles. La distribución en la base parcelaria es similar: la gran mayoría de las parcelas son mediales (70,6%), seguido por las esquina (19,4%), el 2,1% de los predios son interno, y el restante 7,5% salida a dos calles.

² El OMI a mediados de 2020 contiene más de 40 mil registros; se puede acceder ingresando a <http://www.omi.mapascordoba.gob.ar>

Cuadro 2 - Participación de las variables categóricas.

Variable	Forma irregular	Medial	Esquina	Interno	Salida dos calles	Oferta	Sin escritura
Muestra	21.5%	78.9%	15%	0.6%	5.5%	64%	1.8%
Base parcelaria	28.5%	70.6%	19.4%	2.1%	7.5%	0%	0

Fuente: Elaboración propia.

Además de las muestras de valores de la tierra, se generó un conjunto de variables independientes con el objetivo de capturar características territoriales externas a las propiedades intrínsecas de cada parcela, que puedan afectar su valor por metro cuadrado. Estas variables pueden clasificarse en dos grupos: de distancia y de entorno. Las primeras se calcularon en base a métodos cartográficos mediante el uso de sistemas de información geográfica, como por ejemplo distancia a redes viales, cursos de agua, zonas de mayor o menor categoría, entre otras.

Por su parte, las variables de entorno se construyeron principalmente en base a datos catastrales, procesamiento de imágenes satelitales, y análisis de proximidad, considerando un radio de análisis dado por la autocorrelación espacial del valor del suelo, definido en 500 metros lineales, a partir del rango de un semivariograma empírico. Así, se determinaron variables como porcentaje de metros cuadrados edificados en relación a la cantidad total de metros cuadrados de terreno (indicador del grado de consolidación del entorno), porcentaje de parcelas baldías en relación al total de parcelas en el radio (indicador del stock de predios vacantes en el sector), etc.

Además del valor por metro cuadrado y las variables indicativas de las propiedades intrínsecas de cada predio que se desea homogeneizar (superficie, ancho de frente, forma, ubicación en la cuadra, situación jurídica y tipo de valor), cada entrada en la base de datos utilizada tiene la siguiente información³: Distancia a rutas (d_ruta); Distancia a vías principales (d_viasprin); Distancia a vías secundarias (d_viassec); Distancia a ríos (d_rio); Distancia a zonas de alto valor (d_alta); Distancia a zonas de bajo valor (d_baja); Distancia a zonas de depreciación de valor (d_depre); Distancia a líneas divisorias de valor (d_lineadiv); Cantidad total de baldíos en un entorno de 500 m de radio (perc_bald); Cantidad total de metros cuadrados de baldíos en un entorno de 500 m de radio (perc_baldm); Cantidad de m^2 edificados sobre la cantidad de m^2 en un entorno de 500 m de radio (perc_edif); Tamaño promedio de los predios en un entorno de 500 m de radio (prom_predio); Tamaño promedio de las edificaciones en un entorno de 500 m de radio (prom_edif); Índice de vegetación de diferencia normalizada: estima cantidad, calidad, densidad y desarrollo de la vegetación (ndvi); Índice Urbano: mide la densidad de edificación por pixel (ui); Índice de Radios Normalizados de Suelo Desnudo: enfoque empírico para resaltar las cubiertas del suelo de la vegetación y las superficies impermeables. Identifica composición y cobertura del suelo determinado a partir de humedad y brillo (rndsi); Índice de Composición Biofísica, dado por la presencia vegetación, suelo impermeable y suelo desnudo (bci); Índice de construcción de diferencia normalizada: estima zonas con superficies edificadas (consolidadas) o en desarrollo (sin consolidar) respecto a zonas con vegetación o desnudas (ndbi); Porcentaje de píxeles construidos en un radio de 500 m (ind_con); Porcentaje Urbano Edificado Compacto (porc_uec); Porcentaje Urbano Edificado Disperso (porc_ued); Porcentaje Rural Edificado (porc_re); Porcentaje Espacio Abierto Urbano (porc_eau); Porcentaje Borde Urbano (porc_bu); Porcentaje Espacio Abierto Rural (porc_ear); Porcentaje Agua (porc_agua); Índice que mide el grado de fragmentación urbana

³ Las estadísticas descriptivas de las variables independientes se encuentran en el Anexo I.

establecido en cuatro niveles, describe la configuración espacial a partir del análisis de píxeles edificados (fragment); Variable categórica que indica la localidad a la que pertenece la observación (localidad); longitud (x); latitud (y).

4. RESULTADOS

4.1. Resultados del modelo de econometría espacial

La fórmula definida para la regresión, que dará origen a la función de homogeneización, con la cual se estimó el modelo lineal, y los test de Moran y Lagrange correspondientes (con una matriz de distancia que considera la inversa de distancia euclidiana entre las observaciones en un radio de 500 metros) incluye todas las variables descriptas con anterioridad. Los resultados de los test avalaron la existencia de autocorrelación espacial, tanto en los residuos como en la variable dependiente, por lo que se aplica un modelo SAC para incorporar las correcciones espaciales correspondientes. Los resultados de las variables que se incluyen en la función de homogeneización derivadas del modelo SAC pueden observarse en el Cuadro 3⁴.

Con los resultados de la regresión se definen las variables que serán parte de la función de homogeneización. Las variables que dieron estadísticamente distintas de cero a un nivel de significación del 0,1 son: superficie, ancho de frente, forma, ubicación en la cuadra interna, salida a dos calles, y tipo de valor. Nótese que las variables esquina y situación jurídica no son estadísticamente significativas, por lo que no afectarán en la homogeneización en este aglomerado.

De la regresión se puede obtener información sobre la calidad del modelo. En primer lugar puede calcularse el indicador Nagelkerke que es una aproximación al r^2 , un pseudo r^2 . El resultado de este indicador en el modelo fue satisfactorio, mostrando una bondad de ajuste del modelo de 0,86. Para comparar el modelo lineal con el que considera la autocorrelación espacial se comparan los criterios de información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés), a menores valores de este indicador mejor la calidad relativa del modelo. Para este caso en particular, el AIC para el modelo espacial autoregresivo fue menor (322,68) al del modelo lineal (575,57).

Cuadro 3 - Regresión espacial (variables consideradas en la función de homogeneización).

Variable	Coefficiente	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-394.2864	116.6659	-3.3796	0.0007
log(sup)	-0.3416	0.0271	-12.5847	0.0000
log(ancho_frente)	0.1296	0.0362	3.5753	0.0003
forma1	-0.0434	0.0233	-1.8590	0.0630
esquina1	-0.0620	0.0455	-1.3634	0.1727
interno1	-0.2893	0.1129	-2.5621	0.0104
salida_calles1	-0.1829	0.0430	-4.2539	0.0000
tv1	0.1843	0.0202	9.0993	0.0000
sj1	-0.1031	0.0634	-1.6275	0.1036

AIC: 322,68, (AIC for lm: 575,57)

Nagelkerke pseudo-R-squared: 0,86104

Fuente: Elaboración propia.

Dado que se estima un modelo SAC, es necesario tener en cuenta los efectos directos e indirectos sobre la estimación de los coeficientes (spillover), los cuales se pueden apreciar en el

⁴ La salida de regresión completa se puede observar en el Anexo II.

Cuadro 4. Con los efectos totales calculados, se vuelve interesante interpretar los resultados, para esto, resulta de utilidad separar el análisis en dos: variables continuas y variables discretas. En las variables continuas, la superficie y el largo de frente, los $\hat{\beta}$ se interpretan como una elasticidad (manteniendo el resto de las variables constantes). El concepto de elasticidad fue introducido por Alfred R. Marshall en 1890, con el propósito de poder cuantificar el impacto que la variación de una variable explicativa tiene sobre una variable dependiente (Marshall, 1890). Matemáticamente, este valor puede ser calculado mediante la derivada del logaritmo natural de la variable dependiente respecto al logaritmo natural de la variable explicativa, que es el caso de las variables superficie y frente. De esta forma, un aumento de un 10% en la superficie (en relación a la superficie típica de 562 m^2) implica una reducción del 3,5% en el valor por m^2 . De la misma manera, un aumento de un 10% en el ancho de frente de un predio se relaciona con un aumento en el valor por m^2 del 1,3%.

Al trabajar con variables dicotómicas la interpretación es muy similar: ante un cambio en la variable explicativa de 0 a 1 (manteniendo el resto de las variables constantes), la variable dependiente varía en un $(e^{\hat{\beta}} - 1)\%$.⁵ Así, una parcela de forma irregular se refleja en un valor por metro cuadrado de la parcela en $(e^{(-0.04)} - 1)\%$, es decir el valor por m^2 disminuye un 4,3% si la forma es irregular. Un predio interno implica valores por metro cuadrado un 25,6% menor respecto a un predio medial. El valor por metro cuadrado en una parcela con salida a dos calles o más disminuye, en promedio, un 17% cuando se lo compara con una parcela medial. Por último, un predio en “en venta” se asocia con un valor por m^2 un 20,7% más alto que un predio “vendido”.

Cuadro 4 - Parámetros estimados con efectos directos e indirectos.

Variable	Efecto Total
log(sup)	-0.3487
log(ancho_frente)	0.1323
forma1	-0.0443
interno1	-0.2953
salida_calles1	-0.1867
tv1	0.1881

Fuente: Elaboración propia.

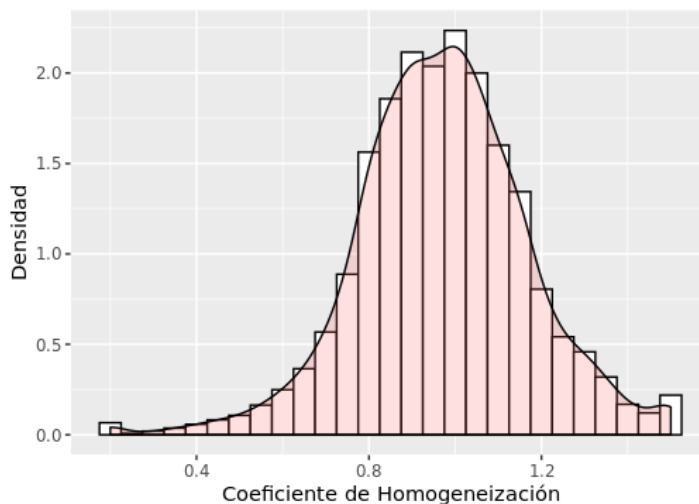
De esta manera, la función de homogeneización estimada es la Ecuación (7).

$$coef = \left(\frac{sup}{562}\right)^{(-0,35)} \times \left(\frac{frente}{19}\right)^{0,13} \times e^{-0,044 \times forma - 0,295 \times interno - 0,186 \times salida_calles + 0,188 \times tv} \quad (7)$$

Aplicando la función de homogeneización a la base parcelaria (considerando que el tipo de valor es siempre venta, $tv = 0$), se obtiene el coeficiente de homogeneización para cada parcela en las localidades consideradas. El histograma de estos coeficientes se puede observar en la Figura 1, en donde la mayoría de las parcelas se asocia con un coeficiente entre 0,9 y 1,1, correspondiéndose con una mediana de 1. Esto resulta razonable dado que el coeficiente se establece en términos de un predio típico en el aglomerado urbano considerado. El coeficiente de homogeneización asume valores mínimos de 0,2 y máximos de 1,5.

⁵ $e^{\hat{\beta}} - 1 \approx \hat{\beta}$ para $\hat{\beta}$ muy pequeños.

Figura 1 - Histograma de los Coeficientes de Homogeneización - base parcelaria.



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Homogeneización de los datos muestrales

Dado que el objetivo inicial que da marco al presente estudio consiste en homogeneizar observaciones de mercado para hacerlas comparables al realizar una valuación masiva, resulta interesante analizar algunos ejemplos de cómo este coeficiente actúa sobre datos de mercado. Por otro lado, al utilizarse la misma lógica para reemplazar los coeficientes aplicados desde hace décadas por el Catastro Provincial sobre la base parcelaria, con el objetivo de utilizar el mismo proceso metodológico en el tratamiento de los datos muestrales y en los resultados del revalúo masivo, se impone la necesidad de evaluar el impacto de la aplicación de estos coeficientes a nivel global.

En el primer caso, se mostrarán mapas donde se podrán apreciar observaciones muestrales con su valor por metro cuadrado antes⁶ (vm) y después de ser homogeneizado (vh). Por ejemplo, en el mapa de la Figura 2 se pueden apreciar cuatro puntos muestrales en la localidad de Santa María de Punilla. La diferencia principal entre las observaciones es el tipo de valor y la superficie, ya que tanto el frente, la forma y la ubicación en la cuadra son muy similares entre sí. Nótese que el valor por metro cuadrado (sin homogeneizar) del punto muestral que se relaciona con una oferta y una superficie menor a la mediana es sensiblemente más alto que su entorno: \$3042 respecto al promedio de \$2000 de sus vecinos. Esto se corrige con el coeficiente, llegando a valores similares a los de sus pares: \$2028.

⁶ El valor por metro cuadrado sin homogeneizar es la división entre el valor total de la tierra dividido la superficie del predio.

Figura 2 - Impactos de los coeficientes sobre la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, en la Figura 3 se puede apreciar un ejemplo similar correspondiente a la localidad de Cosquín. En este caso los valores difieren en la superficie, ancho de frente y tipo de valor, mientras que la forma y ubicación en la cuadra resultan similares. Se puede apreciar que al aplicar la función de homogeneización el valor en el entorno se vuelve más coherente.

Figura 3 - Impactos de los coeficientes sobre la muestra.



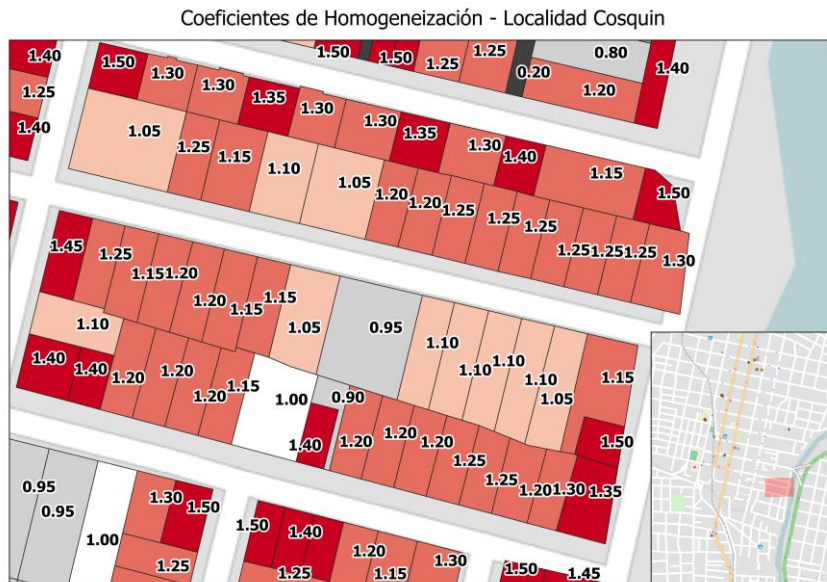
Fuente: Elaboración propia.

4.3. Homogeneización de la base parcelaria

La segunda serie de mapas surgen de aplicar la función de homogeneización en la base parcelaria, donde se pueden observar los efectos de la superficie, ancho de frente, forma y ubicación en la cuadra (dado que se asume que el tipo de valor es 'venta' y la situación jurídica es 'regular'). Por ejemplo en el mapa de la Figura 4, se pueden apreciar dos manzanas en la localidad de Cosquín. Las esquinas, por lo general, se asocian con un coeficiente mayor al del resto de la cuadra, esto se debe a la mayor proporción de frente. De igual manera, aquellas parcelas muy pequeñas se relacionan con coeficientes mayores que uno, esto se explica por el efecto de la superficie en el valor por metro cuadrado. Adicionalmente, se puede ver el impacto en el coeficiente de la variable forma y la ubicación en la cuadra para predios internos: para un predio pequeño que es de forma irregular (tipo martillo) y se encuentra en el centro de una manzana, el coeficiente es menor a uno, por lo que los efectos de la forma y el hecho de encontrarse en ubicación interna en la cuadra (y el pequeño frente que se le asocia a los predios internos) superan el efecto de la superficie.

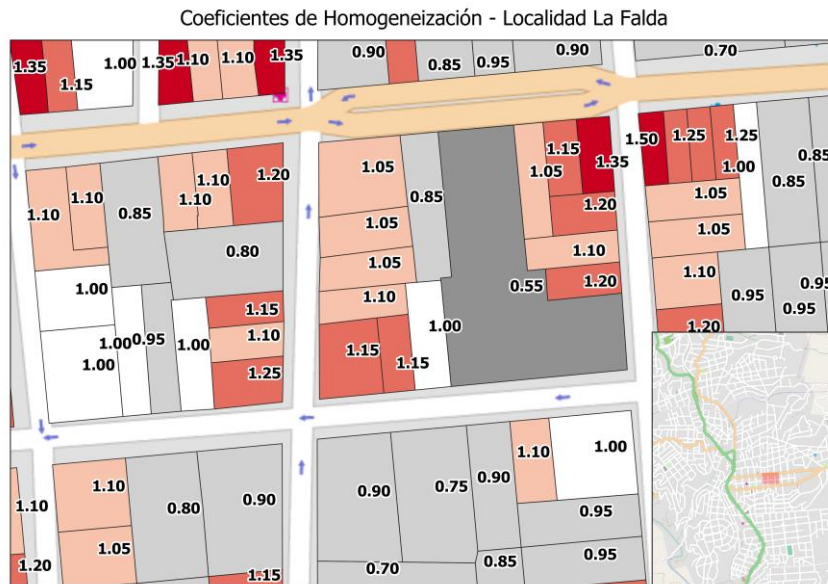
Finalmente, en el mapa de la Figura 5 pueden verse los efectos conjuntos de la superficie, el ancho de frente, la forma y la ubicación en la cuadra cuando es igual a 'salida a dos calles'. En la cuadra ubicada a la izquierda de la figura se pueden ver dos predios con superficie muy cercana a la mediana, uno de ellos es regular y el otro irregular, así el primero se asocia con un coeficiente igual a uno y el segundo con uno levemente menor. En la cuadra siguiente (a la derecha), hay un predio de gran superficie con salida a dos calles, en su coeficiente de homogeneización se combinan muchos efectos: superficie mayor a la mediana (efecto negativo sobre el coeficiente), ancho de frente superior a la mediana (impacto positivo), irregularidad en la forma (efecto negativo) y salida a dos calles (impacto negativo), en esta combinación de efectos, es el negativo el más fuerte y el coeficiente resultante es de 0,55.

Figura 4 - Distribución del coeficiente de homogeneización en la base parcelaria.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 - Distribución del coeficiente de homogeneización en el la base parcelaria.



Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

El objetivo del artículo fue presentar una metodología de homogeneización que reemplace a las tablas de coeficientes usualmente aplicadas, basadas en los principios de Fitte y Cervini (FITTE e CERVINI, 1939). Se aplicaron técnicas de econometría espacial sobre una muestra de mercado para obtener el impacto de diferentes características intrínsecas a cada predio sobre el valor por metro cuadrado de la tierra urbana: la superficie, la forma, la ubicación en la cuadra, la situación jurídica y el tipo de valor. Para el conjunto de localidades analizadas se observaron resultados en línea a lo esperado: un aumento en la superficie, una forma irregular o una ubicación interna en la cuadra se traducen en una reducción en el valor por metro cuadrado de la tierra. Un aumento del ancho de frente se traduce en un aumento del valor por metro cuadrado. Un predio ofrecido, en tanto, tiene un valor por metro cuadrado 18% más alto que el valor de venta.

Los efectos obtenidos mediante las técnicas de regresión espacial fueron posteriormente agregados en una función de homogeneización que muestra múltiples ventajas en relación a las tablas de coeficientes usualmente aplicadas.

En primer lugar, la posibilidad de contar con los efectos agregados en una sola ecuación facilita la automatización de numerosos procesos hacia dentro de los Catastros. Se facilita su incorporación a los sistemas informáticos, permitiendo calcular el coeficiente de homogeneización de manera automática, ganando tiempo en el proceso administrativo y eliminando posibles errores de carga por parte de operadores humanos. De esta forma se logra mejorar la calidad final de la estimación a nivel de terrenos y la eficiencia del proceso de valuación masiva automatizada.

En segundo lugar, dado que el estudio es fácilmente replicable, permite una actualización periódica de los efectos estimados. Esta característica brinda una mayor flexibilidad a los organismos públicos (y a los profesionales intervinientes) para adaptar el tratamiento de la homogeneización de valores de la tierra ante los frecuentes cambios estructurales en el mercado inmobiliario.

En tercer lugar, la posibilidad de analizar sectorialmente estos efectos permite estimar funciones de homogeneización que reconozcan las características particulares del funcionamiento de los mercados inmobiliarios locales, lográndose una mayor equidad horizontal en el tratamiento de los valores de la tierra. La afirmación anterior apunta a la inequidad generada, por ejemplo, al aplicar coeficientes de descuento al valor por metro cuadrado en predios de forma irregular en zonas en donde esta característica es común a la estructura parcelaria y no se observa efecto alguno en el mercado. Los propietarios de predios en esa zona o localidad estarán siendo beneficiados en relación a propietarios de predios en lugares en donde ese efecto efectivamente opera en el mercado. Al analizar sectorialmente los mercados inmobiliarios estas inequidades desaparecen.

Finalmente, la metodología propuesta brinda una mayor transparencia y objetividad al proceso. La aplicación de tablas de coeficientes construidas con criterios basados en los usos y costumbres de oficiales públicos y de agrupaciones profesionales, son frecuentemente difíciles de explicar y digerir para el contribuyente, que se ve directamente afectado por el proceso de homogeneización en las valuaciones masivas de la tierra. Los modelos de *precios hedónicos*, tal como los aplicados en el presente artículo, que descomponen el precio de un bien o servicio en la influencia independiente de diferentes características, son relativamente más simples de asimilar por los contribuyentes que una tabla de coeficientes de muchas páginas construida en base a estudios de 80 años de antigüedad y actualizadas a demanda según criterios que surgen de acuerdos corporativos entre agrupaciones profesionales y organismos públicos.

El método aquí presentado fue utilizado en el rediseño metodológico aplicado por la Provincia de Córdoba (Argentina) en la actualización masiva del valor de la tierra durante 2020. Que supera el millón ochocientos mil cantidad de registros urbanos distribuidos en más de 400 localidades. Desde el año 2017 la Provincia tomó la decisión de aplicar una política pública de revalúos masivos de la tierra aplicando técnicas de inteligencia artificial (PIUMETTO e colab., 2019) (CARRANZA e colab., 2019). Sin embargo, hasta el año 2019 las estimaciones se realizaron tomando como variable de respuesta el valor unitario de la tierra homogeneizado según la tabla de coeficientes vigente según la reglamentación existente, que sigue los principios de Fitte y Cervini (FITTE e CERVINI, 1939). A comienzos de 2020 se presentó la nueva metodología de homogeneización a la Administración Pública, concretamente al Catastro Provincial, y contó con una buena aceptación por parte de los profesionales intervinientes. Este punto es de importancia central, dado que todas las iniciativas de modernización de los catastros deben ser internalizadas, capitalizadas y adoptadas por parte de los profesionales que dan vida al organismo. Al tratarse de una modificación fuerte sobre aspectos centrales del proceso valuatorio desde hace décadas, la validación y adopción por parte del personal constituye una etapa crítica en el éxito del proceso, y no deben escatimarse esfuerzos en su comunicación, ni desaprovechar la retroalimentación que se genera en el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

ANSELIN, Luc e colab. **Simple diagnostic tests for spatial dependence**. Regional science and urban economics, v. 26, n. 1, p. 77–104, 1996

ANSELIN, Luc e GRIFFITH, Daniel A. **Do spatial effects really matter in regression analysis?** Papers in Regional Science, v. 65, n. 1, p. 11–34, 1988

BELLEFON, De e colab. **Handbook of Spatial Analysis with R**. [S.l.]: Insee Eurostat, 2018.

BURRIDGE, Peter. **Testing for a common factor in a spatial autoregression model.** Environment and Planning A, v. 13, n. 7, p. 795–800, 1981

CARRANZA, Juan Pablo e colab. **Valuación masiva de la tierra urbana mediante inteligencia artificial: El caso de la ciudad de San Francisco, Córdoba, Argentina.** Revista Vivienda y Ciudad, v. 6, p. 90–112, 2019

CORRADO, Luisa e FINGLETON, Bernard. **Where is the economics in spatial econometrics?** Journal of Regional Science, v. 52, n. 2, p. 210–239, 2012

FITTE, R e CERVINI, A. **Antecedentes para el estudio de normas para tasaciones urbanas en capital federal.** Buenos Aires, Talleres del Banco hipotecario nacional, 1939

GOLGHER, André Braz e VOSS, Paul R. **How to interpret the coefficients of spatial models: Spillovers, direct and indirect effects.** Spatial Demography, v. 4, n. 3, p. 175–205, 2016

HARRIS, Richard e MOFFAT, John e KRAVTSOVA, Victoria. **In search of “W”.** Spatial Economic Analysis, v. 6, n. 3, p. 249–270, 2011

HERRERA, Marcos. **Econometría espacial usando Stata. Breve guía aplicada para datos de corte transversal.** Documentos de Trabajo del IELDE, v. 13, 2015

MARSHALL, A. **Principios de Economía.** [S.l.]: Prometheus, 1890.

MONZANI, Federico e colab. **Análisis estadístico del impacto de la superficie, el frente y el fondo sobre el valor unitario de la tierra urbana.** Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, v. 7, p. 41–51, 2020

MORAN, Patrick AP. **Notes on continuous stochastic phenomena.** Biometrika, v. 37, n. 1/2, p. 17–23, 1950

PIUMETTO, Mario e colab. **Técnicas algorítmicas y Machine Learning para la Valuación Masiva de la Tierra de la provincia de Córdoba.** Revista De La Facultad De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales, v. 6, n. 2, p. 49–52, 2019

SERRANO, Rosina Moreno e VAYÁ, Esther Valcarce. **Econometría espacial: nuevas técnicas para el análisis regional. Una aplicación a las regiones europeas.** Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research, p. 83–106, 2002. Disponible em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28900104>>.

TOBLER, Waldo. **A computer movie simulating urban growth in the Detroit region.** Economic Geography, v. 46, p. 234–240, 1970.

ANEXO I

Cuadro 5 - Estadísticas descriptivas de las Variables Independientes.

Variable	Min	First_Q	Median	Mean	Third_Q	Max
d_ruta	12.00	578.00	1104.00	1260.73	1836.00	4683.00
d_viasprin	16.00	386.00	923.00	1099.28	1655.00	5000.00
d_viassec	12.00	154.00	397.00	634.12	866.00	5000.00
d_alta	0.00	693.00	1138.00	1280.24	1706.00	5000.00
d_baja	0.00	372.00	806.00	891.93	1269.00	5000.00
d_lineativ	16.00	188.00	520.00	686.33	963.00	5000.00
d_depre	0.00	869.00	1534.00	1764.59	2562.00	5000.00
d_rio	8.00	334.00	692.00	821.82	1152.00	2942.00
prom_edif	0.00	17.88	43.55	59.37	84.99	300.31
prom_lote	331.59	637.28	877.92	1081.76	1129.02	31725.83
perc_edif	0.00	0.02	0.04	1.75	0.11	147.51
perc_baladm	0.02	0.40	0.65	0.60	0.81	1.00
perc_bald	0.04	0.41	0.65	0.61	0.84	1.00
porc_uec	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	54.97
porc_ued	0.00	0.00	0.00	5.78	7.41	42.45
porc_re	0.00	0.79	2.03	2.42	3.75	9.50
porc_eau	0.00	0.00	0.00	17.01	36.79	84.29
porc_bu	0.00	0.00	0.00	2.64	6.05	13.84
porc_ear	0.00	40.96	90.04	69.59	97.20	100.00
porc_agua	0.00	0.00	0.00	2.02	0.00	34.63
bci	1.32	1.72	1.77	1.77	1.84	2.07
rndsi	1.40	2.05	2.22	2.20	2.37	3.15
ui	-0.62	-0.44	-0.38	-0.39	-0.34	-0.13
ndbi	-0.33	-0.15	-0.10	-0.11	-0.06	0.06
ndvi	0.17	0.44	0.47	0.47	0.52	0.65
ind_con	0.00	0.02	0.05	0.09	0.10	0.67
fragment	1.00	2.00	3.00	2.56	3.00	4.00

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO II

Cuadro 6 - Regresión espacial.

Variable	Coficiente	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-394.2864	116.6659	-3.3796	0.0007
log(sup)	-0.3416	0.0271	-12.5847	0.0000
log(ancho_frente)	0.1296	0.0362	3.5753	0.0003
forma1	-0.0434	0.0233	-1.8590	0.0630
esquina1	-0.0620	0.0455	-1.3634	0.1727
interno1	-0.2893	0.1129	-2.5621	0.0104
salida_calles1	-0.1829	0.0430	-4.2539	0.0000
tv1	0.1843	0.0202	9.0993	0.0000
sj1	-0.1031	0.0634	-1.6275	0.1036
x	0.4919	0.2006	2.4518	0.0142
y	0.2889	0.1167	2.4754	0.0133
localidadCASA GRANDE	-0.4418	0.2289	-1.9296	0.0537
localidadCOSQUIN	-0.3554	0.1478	-2.4046	0.0162
localidadHUERTA GRANDE	-0.6660	0.3310	-2.0118	0.0442
localidadLA FALDA	-0.5434	0.3096	-1.7551	0.0792
localidadSAN ROQUE	0.1762	0.1394	1.2637	0.2063
localidadSANTA MARIA DE PUNILLA	-0.0093	0.1168	-0.0793	0.9368
localidadVALLE HERMOSO	-0.5790	0.2733	-2.1187	0.0341
localidadVILLA GIARDINO	-0.3944	0.3590	-1.0987	0.2719
d_ruta	0.0000	0.0000	0.6471	0.5176
d_viasprin	-0.0001	0.0000	-1.3336	0.1823
d_viassec	0.0000	0.0000	0.6031	0.5465
d_alta	-0.0001	0.0000	-3.5522	0.0004
d_baja	0.0001	0.0000	2.8539	0.0043
d_lineadiv	-0.0001	0.0001	-1.9202	0.0548
d_depre	0.0000	0.0000	1.4920	0.1357
d_rio	0.0001	0.0000	3.4326	0.0006
prom_edif	0.0032	0.0010	3.3461	0.0008
prom_lote	0.0000	0.0000	0.0812	0.9353
perc_edif	0.0017	0.0007	2.5007	0.0124
perc_baladm	-0.0801	0.1456	-0.5502	0.5822
perc_bald	-0.1415	0.2474	-0.5719	0.5674
porc_uec	0.0158	0.0192	0.8209	0.4117
porc_ued	-0.0094	0.0196	-0.4796	0.6315
porc_re	0.0217	0.0239	0.9075	0.3641
porc_eau	-0.0124	0.0043	-2.9077	0.0036
porc_bu	-0.0156	0.0070	-2.2227	0.0262
porc_ear	-0.0129	0.0040	-3.2646	0.0011
bci	-0.2088	0.8053	-0.2593	0.7954
rndsi	0.0974	0.2097	0.4644	0.6424
ui	-2.0115	2.5303	-0.7950	0.4266
ndbi	0.8905	2.2221	0.4008	0.6886
ndvi	-0.3675	0.8697	-0.4225	0.6726
ind_con	1.7235	1.7744	0.9713	0.3314
fragment2	-0.1361	0.0801	-1.6997	0.0892
fragment3	-0.0839	0.0894	-0.9382	0.3481
fragment4	-0.1436	0.1077	-1.3328	0.1826

AIC: 322,68, (AIC for lm: 575,57)
Nagelkerke pseudo-R-squared: 0,86104