

Universidad Nacional de La Matanza
Departamento de Ciencias Económicas

Título:

Efecto de la contaminación del Río Reconquista en los precios de los alquileres
de inmuebles para vivienda:
Evidencia en los partidos de Moreno y Merlo

Autor/a:

Lucas Ariel Enrich

Director/a:

Ana Escobedo

Carrera:

Licenciatura en Economía

Universidad:

Universidad Nacional de La Matanza

Lugar y fecha de defensa

Universidad Nacional de La Matanza

San Justo

Buenos Aires,

12 Diciembre de 2020



UNLaM

Índice

1. Introducción.....	4
1.1 Situación problemática:.....	5
1.2 Hipótesis:.....	5
1.3 Objetivos.....	6
2. Marco Teorico.....	6
2.1. Economía Ambiental y Ecológica.....	6
2.2 El Valor Económico Total.....	7
2.3 Métodos de Valoración Ambiental.....	8
2.4 Determinación del precio en bienes multiatributo.....	9
2.5 El mercado inmobiliario.....	13
2.5 Estado del Arte.....	16
3. Desarrollo.....	16
3.1 Caracterización del área bajo análisis.....	16
3.2 Construcción de la base de datos.....	18
3.2.1 Fuentes de datos de inmuebles en alquiler.....	18
3.2.2 Variables de Entorno Directo.....	22
3.2.3 Variables Ambientales.....	23
3.2.5 Selección de Datos.....	28
3.3 Análisis Econométrico.....	30
3.3.1 Especificación.....	30
3.3.2 Multicolinealidad:.....	31
3.3.3 Variables Espaciales.....	32
3.3.4 El precio marginal implícito.....	35
4. Cuantificación de la Externalidad.....	37
4.1 Asignar el PI en función de la distancia a los radios censales.....	37
4.2 Cuantificación de la Externalidad.....	38
Bibliografía.....	42
ANEXO ESTADÍSTICO.....	44

Tema:

Las externalidades producto de la contaminación del Río Reconquista a partir su vínculo con las variaciones del precio de alquileres de inmuebles para vivienda.

1. Introducción

El valor económico del medio ambiente es un problema complejo debido a que no existe un mercado directo en el cual pueda determinarse el precio. A partir de este problema, hay dos enfoques desde la economía, la “economía ecológica” que utiliza los principios de la física y la “economía ambiental”, la cual usa los principios de mercado para realizar evaluaciones ambientales (Gorostiza , 2005)

La economía ecológica plantea una concepción de la relación de la economía y el ambiente como un sistema abierto de materia y energía. Este enfoque se basa en el principio de la sostenibilidad “fuerte”, lo que significa que el capital manufacturado (tanto físico como humano) y el capital natural son complementarios.

La economía ambiental, en contraste, entiende que el capital manufacturado y el capital natural tienen algún grado de sustituibilidad, esto significa que los avances en la tecnología e inversiones de capital son capaces, hasta cierto punto y en ciertas circunstancias, de reemplazar los servicios que provee el ambiente, por lo que inversiones en el presente (como puede ser desarrollo de tecnología en energía solar) tiene la capacidad de sostener el consumo futuro (en el ejemplo, de energía eléctrica cuando los combustibles no-renovables se acaben). Esta es la definición del principio de sostenibilidad “débil”: la sustituibilidad entre el capital manufacturado y el natural.

Esta disciplina busca valorizar en términos monetarios los servicios provistos por la naturaleza usando las herramientas de análisis de mercado con el fin de incorporarlos en las funciones de producción y utilidad de los agentes para operacionalizar el problema de medición monetaria del valor del medio ambiente lo cual puede afectar la toma de decisiones tanto en el ámbito público como en el privado.

El Río Reconquista funciona como límite entre los partidos de Merlo y Moreno. Nace en la confluencia de los arroyos La Choza, El Durazno y La Horqueta, donde se encuentra la represa reguladora Ingeniero Roggero; y termina en la bifurcación donde nacen el Reconquista Chico y Río Tigre. En total, el río tiene una longitud aproximada de 50 kilómetros.

Merlo y Moreno son dos municipios del Conurbano bonaerense, 9% de los hogares en Moreno vive en inmuebles alquilados de acuerdo al censo 2010, en el caso de Merlo este número asciende a 10%.

El valor del alquiler de inmuebles para vivienda está dado, además de sus características estructurales (tamaño, cantidad de ambientes y dormitorios, disponibilidad de cochera, antigüedad, etc), por la heterogeneidad de las características ambientales del entorno (tanto ecológicas como disponibilidad de acceso a servicios urbanos), las cuales determinan el bienestar de la población que lo habita. Estas características hacen que la demanda alquileres con fines de vivienda sea parcialmente una demanda derivada de estos servicios ambientales-territoriales (Freeman, 1979).

En este sentido, el precio de alquiler, entre otras cosas, depende de la calidad ambiental que y, si esta se deteriora, se espera que afecte negativamente a los precios, *ceteris paribus* los demás determinantes del precio.

1.1 Situación problemática:

Los informes de la Comisión del Río Reconquista (COMIREC, 2018) señalan que el origen de la contaminación del río y sus afluentes se debe a que la vertiente de cargas contaminantes supera a la capacidad de depuración. Entre los contaminantes se encuentran residuos orgánicos e inorgánicos, provenientes de desagües cloacales inadecuados, agua de pozos negros domiciliarios y desechos industriales sin tratamiento apropiado lo cual colma de residuos sólidos y semisólidos que afectan tanto las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes, generados por agentes económicos que no asumen el costo de debido tratamiento, constituyen la externalidad ambiental negativa.

Esta situación empeora la calidad de vida de la población que reside en las cercanías del río. Y dado que 9%, de los hogares de Moreno, y 10% de los de Merlo habitan un inmueble alquilado (de acuerdo al censo 2010), la verificación empírica de cómo este fenómeno afecta a los precios de alquiler para vivienda puede contribuir a que tanto las autoridades municipales como las autoridades de la Comisión del Río Reconquista puedan incorporarlo en los análisis costo-beneficio de tareas de saneamiento.

1.2 Hipótesis:

La contaminación es una externalidad que reduce el valor económico de las tierras anexas al Río Reconquista debido a que los inquilinos estarán dispuestos a pagar un precio mayor por alejarse de la contaminación y los propietarios deberán bajar los precios para atraerlos. Esto hace que precios de alquiler inmobiliario con fines de vivienda caigan en función a su cercanía al río, la magnitud de esta variación consiste en la externalidad de la contaminación ambiental

1.3 Objetivos

1. Analizar el precio marginal implícito del Río Reconquista en función de la distancia
 1. Cuantificar la externalidad a partir del precio marginal implícito obtenido.
 2. Indagar la existencia de la distancia a partir la cual el precio marginal implícito pierde significatividad.
 3. Analizar el efecto en radios censales urbanos que podrían tener inmuebles cuyo precio de alquiler se ve reducido.

2. Marco Teórico

2.1. Economía Ambiental y Ecológica

La cuantificación del valor económico del medio ambiente es un problema complejo debido a que no existe un mercado directo en el cual pueda determinarse el precio. A partir de este problema, hay dos enfoques desde la economía, la “economía ambiental”, la cual usa los principios de mercado para realizar evaluaciones ambientales, y la “economía ecológica” que utiliza los principios de la física (Gorostiza , 2005)

La economía ecológica plantea una concepción de la relación de la economía y el ambiente como un sistema abierto de materia y energía. Este enfoque se basa en el principio de la sostenibilidad “fuerte”, lo que significa que el capital manufacturado (tanto físico como humano) y el capital natural son complementarios.

La economía ambiental, en contraste, entiende que el capital manufacturado y el capital natural tienen algún grado de sustituibilidad, esto significa que los avances en la tecnología e inversiones de capital son capaces, hasta cierto punto y en ciertas circunstancias, de reemplazar los servicios que provee el ambiente, por lo que inversiones en el presente (como puede ser desarrollo de tecnología en energía solar) tiene la capacidad de sostener el consumo futuro (en el ejemplo, de energía eléctrica cuando los combustibles no-renovables se acaben). Esta es la definición del principio sostenibilidad “*debil*”: la sustituibilidad entre el capital manufacturado y el natural.

Esta disciplina busca valorizar en términos monetarios los servicios provistos por la naturaleza usando las herramientas de análisis de mercado con el fin de incorporarlos en las funciones de producción y utilidad de los agentes para operacionalizar el problema de medición monetaria del valor del medio ambiente.

2.2 El Valor Económico Total

La economía ambiental reconoce el “Valor Económico Total” del ambiente (Banco Mundial; 2004). Se entiende que la naturaleza provee cierta cantidad de servicios ambientales los cuales pueden ser categorizados globalmente en valores de uso y valores de no-uso.

El valor de uso corresponde a la utilidad que perciben las personas cuando consumen los servicios ambientales mencionados para satisfacer una necesidad, estos pueden ser:

- Uso directo, el medio provee servicios ambientales que los agentes consumen directamente. Estos servicios ambientales pueden acabarse con el uso o no, en cuyo caso se habla de uso consuntivo o uso no-consuntivo. Un ejemplo del primero puede ser madera para muebles, del segundo, usar un río para nadar de forma recreativa.
- Uso indirecto, son aquellos que se derivan del ecosistema y proveen beneficios fuera de él, como la captura de carbono por parte de los bosques.
- Valores de opción: Aquí se engloba aquello que los individuos están dispuestos a pagar para la conservación del medio para uso futuro. Ya sea para la propia generación como para la siguiente generación (valor de herencia).

Los valores de no-uso reconocen la utilidad que proviene de saber que un recurso natural existe, aunque nunca vaya a usarse, también es llamado *valor de uso pasivo* (Banco Mundial; 2004).

Otros valores de no-uso son (Azqueta, 2002):

- Benevolencia, se valora el bien ambiental porque se considera que otras personas allegadas (familiares y amigos) lo valoran.
- Simpatía, el cual revela el valor por la simpatía que se tiene por las víctimas de desastres naturales, aún no siendo allegados.
- Simbólico, un recurso natural puede ser parte de la identidad cultural y se valora como tal.
- Intrínseco, el cual se reconoce el derecho de vida de otras formas de vida por lo que se valora su ecosistema.

Entonces, el valor económico total (VET) es:

VET = Valores de Uso + Valores de No Uso

Con este concepto de valor en consideración, la economía ambiental propone distintos métodos de valoración para la cuantificación monetaria, los cuales permiten aproximar estos valores mencionados y, en presencia de la externalidad ambiental, cuantificar cuanto se reduce la utilidad de los servicios ambientales, medida en términos monetarios.

2.3 Métodos de Valoración Ambiental

Dentro de la economía ambiental, se usan dos enfoques generales de valoración: de valoración directa, los cuales se basan en las preferencias declaradas de los agentes (por ejemplo, mediante encuestas lo que da lugar, por ejemplo, al método de valoración contingente), y los de valoración indirecta, los cuales se basan en las preferencias reveladas, explotando el vínculo que tiene el ambiente, que no tiene un mercado explícito, con un bien que sí lo tiene; este vínculo puede ser de complementariedad o sustituibilidad (Cristeche, Penna; 2008).

En el caso de la valoración del daño ambiental generado por la producción de un bien o servicio cuyo productor no tiene incorporado a sus costos privados y que produce daños a personas ajenas al mercado de dicho bien o servicio, resulta que el costo social es mayor al privado, dando lugar a la externalidad.

El método de precios hedónicos es un método de valoración indirecta que hace uso de la complementariedad débil entre el ambiente y el bien de mercado para determinar el precio implícito de los servicios ambientales y externalidades. El método fue formalizado por Rosen (1974) y está reconocido a nivel nacional por el INTA (Cristeche, Penna; 2008), regional por CEPAL (Vazquez, 2017) e internacionalmente por organismos internacionales como el Banco Mundial (Bolt, Ruta & Sarraf. 2005). El método ha sido utilizado recientemente para valorar el aumento del crimen en Acapulco, México (Delgado, Wences; 2019), los servicios ambientales en áreas peri-urbanas en Wrocław, Polonia (Sylla, Lasota, Szewrański; 2019) y para evaluar la disponibilidad de sus habitantes a pagar por cloacas en Accra, Ghana (Amoah, Moffatt; 2017).

2.4 Determinación del precio en bienes multiatributo

En el contexto de precios hedónicos, se incorpora la variable ambiental en la determinación del precio del bien relacionado, el cual se considera un bien multiatributo formado por $p(z) = p(z_1, z_2, \dots, z_n)$, donde z es el bien relacionado y cada z_n es un atributo que contribuye al precio. Rosen (1974) propuso el método en dos etapas: En primer lugar estimar la función del precio $P(z)$ y luego, si la variable ambiental es z_k , la derivada parcial de esta estimación en función de z_k consiste en el precio marginal implícito del bien ambiental, el cual corresponde a la voluntad de pago del mercado por los servicios ambientales (Chay y Greenstone, 2005) que equivale con el valor monetario de la externalidad.

Para analizar el equilibrio de mercado en este contexto, Rosen (1974) formaliza el análisis de la oferta y la demanda.

Para analizar la demanda, parte de la utilidad de un bien, en este caso las viviendas, la cual está dada por n características objetivamente observables, por lo que cada bien puede ser representado por un vector $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$. Cada bien z , además, tiene un precio de mercado, el cual depende de estas características $p(z) = p(z_1, z_2, \dots, z_n)$ con la particularidad que cada vector de características se vende empaquetado, lo cual significa, por ejemplo, que dos departamentos de un ambiente no equivalen a un departamento de un ambiente.

Cada consumidor, en este mercado, maximiza una utilidad dada por $u = (z_1, z_2, \dots, z_n, X)$ donde X es la utilidad por consumir el bien multiatributo, esto es, la utilidad del todo es X más que la utilidad de las partes, esta maximización está sujeta a la restricción presupuestaria

$$\max [u(z_1, z_2, \dots, z_n, X)] \text{ sujeto a } M = X + p(z)$$

Donde X se asume con precio unitario y M es el ingreso. La condición de primer orden es:

$$\frac{\partial u_{z_i}}{\partial u_X} = \frac{\partial p}{\partial z_i}; i = 1, \dots, n$$

Donde el lado izquierdo de la igualdad es la tasa marginal de sustitución entre la característica z_i y dinero (recordando que el precio de X es unitario), y el lado derecho es el precio marginal implícito.

Rosen(1974) define la función de oferta del consumidor¹ $\theta = (z, u, y)$ a partir de la cual se obtiene:

$$\frac{\partial \theta}{\partial z_i} = \frac{\partial u_{z_i}}{\partial u_X}$$

Finalmente, se maximiza la utilidad cuando:

$$\frac{\theta}{z_{z_i}}(z^{eq}, u^{eq}, y) = \frac{\partial p(z^{eq})}{\partial z_i}; i = 1, \dots, n$$

Donde, z^{eq} y u^{eq} son óptimos.

¹ La función de oferta del consumidor, en inglés *bid function*, define cuanto está dispuesto a pagar un consumidor por el bien z , dado un ingreso y , y un índice de utilidad fijo u

En cuanto a la oferta, cada propietaria o propietario, pretende maximizar la ganancia:

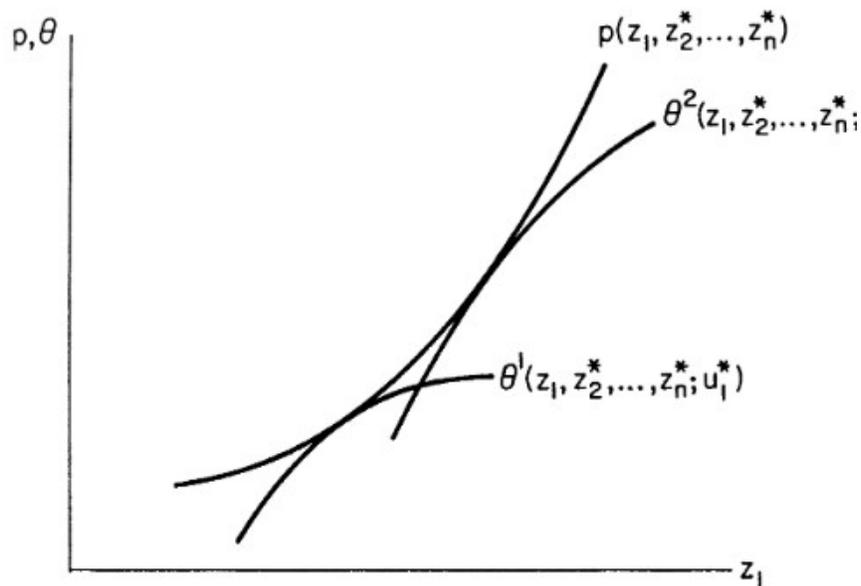


Gráfico 1 En la figura se muestran los consumidores θ_1 y θ_2 , las características ($z_2^* \dots z_n^*$) y la utilidad u^* son óptimas, muestra la cantidad demandada a distintos precios de z_1 de acuerdo a sus curvas de indiferencia, y la curva de precios $p(z^*)$ que muestra el precio de equilibrio para cada nivel de z_1 . Fuente: Rosen(1974)

$$\max(\pi) := N * p(z) - C(z, N, \beta)$$

Donde N es la cantidad vendida (en caso de tratarse una inmobiliaria quien sea quien comercializa puede ser mayor a 1), $p(z)$ es el precio y $C(z, N)$ son los costos. Las condiciones de primer orden en este análisis son:

$$\frac{p}{z_i} = \frac{C_{z_i}}{N}, i=1, \dots, n$$

$$p(z) = C_N$$

La primera ecuación indica que el precio marginal implícito de cada característica z_i sea igual al costo marginal de su producción, y la segunda que el precio de una unidad de z es igual al costo total de producción.

De la misma forma que define la función de oferta del consumidor, define la función la oferta del productor² $\phi = (z, \pi, \beta)$, de donde se obtiene:

$$\frac{\phi}{z_i} = \frac{C_{z_i}}{N}$$

Tal como en el caso del consumidor, el productor optimiza en:

$$\frac{\partial \phi}{\partial z_i}(z^{eq}, \pi^{eq}, \beta) = \frac{\partial p(z^{eq})}{\partial (z_i)}, i=1, \dots, n$$

y

$$p(z^{eq}) = \phi(z^{eq}, \pi^{eq}, \beta)$$

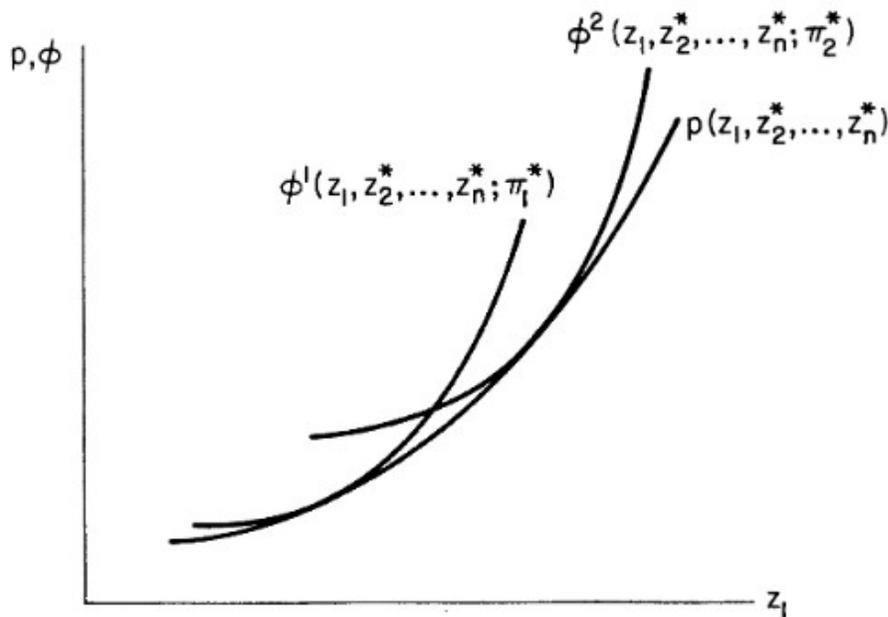


Gráfico 2 En la figura se muestran los productores ϕ_1 y ϕ_2 , las características $(z_2^* \dots z_n^*)$ y la ganancia π_i^* son óptimas, muestra las cantidades de z_i que están dispuestos a ofrecer a distintos precios de z_1 , y la curva de precios $p(z^*)$ que muestra el precio de equilibrio para cada nivel de z_1 . Fuente: Rosen(1974)

² En ingles, *offer function*, el precio por unidad que el productor esta dispuesto a aceptar con una ganancia constante y donde la cantidad producida es es óptima.

Finalmente, el equilibrio de mercado se da en la tangencia de las funciones de oferta del productor, y funciones de oferta del consumidor, la cual da lugar la función de formación de precios de equilibrio del bien z .

2.5 El mercado inmobiliario

Mientras que hasta ahora se habló de la formación de precios de bienes multiatributo en general, Freeman (1974) desarrolla el análisis sobre el mercado inmobiliario en particular y cómo puede usarse para la valoración de las características del vecindario. Se entiende que el bien el vector de características del bien, en el marco general es, $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$, mientras que en particular del mercado inmobiliario es:

$$P_h = f(S_h, N_h, X_h)$$

Donde :

P_h = es el precio de inmueble

S_h = son las características estructurales de la vivienda, por ejemplo: metros, ambientes, entre otros

N_h = son las características del vecindario.

X_h = son las características del ambiente, en este caso, la cercanía al río

Si el mercado es competitivo y los precios son de equilibrio, los oferentes son precio aceptante, y los precios marginales implícitos son iguales a la voluntad de pago por esas características por parte de los consumidores.

Luego, el autor mencionado, hace algunas aclaraciones respecto al estado requerido del mercado para que este proceso tenga como resultado el precio marginal implícito y dice:

“...divergencias de equilibrio completo del mercado inmobiliario en muchas circunstancias solo introducirán errores aleatorios en la voluntad de pago..” (Freeman, 1974)

Su análisis continúa por los supuestos necesarios para que el método pueda aplicarse a la valoración empírica de bienes ambientales, estos supuesto son resumidos y actualizados por Gilbert (2013):

Compleitud: Todas las combinatorias de $z=(z_1, z_2, \dots, z_n)$ posibles están en el mercado. Aunque este supuesto se considera cumplido si no hay faltantes significativos y las combinatorias que existen son lo suficientemente variadas

Disponibilidad: Todos los inmuebles a la venta están disponibles a todos los compradores, esto simplemente indica que el mercado está unificado y que no hay restricciones extraeconómicas para ingresar.

Poder de mercado: Los oferentes deben ser precios aceptantes, el método no puede ser aplicado en casos de monopolios u oligopolios.

El mercado inmobiliario argentino tiene algunas particularidades que deben tenerse en cuenta a la hora del cumplimiento de estos supuestos y la obtención de los datos necesarios:

Respecto al precio a tomar como variable dependiente, Cristeche y Penna (2008) indican tres posibilidades: precios de transacción, consulta a expertos, y consultas a propietarios.

Los datos disponibles de dos de las webs más grandes del país del mercado inmobiliario (ZonaProp y Properati) están mayormente ofrecidas por inmobiliarias o sus propios dueños, lo cual equivale directamente a la consulta a expertos y propietarios respectivamente. Los problemas con estos precios tienen que ver con potenciales sesgos, particularmente en el mercado de ventas, donde el precio publicado no necesariamente corresponde con el precio de transacción. Pero si esas diferencias son independientes de la variable de interés (en este caso, la cercanía al río), el estimador resulta, igualmente, insesgado (Ranconi, Casazza, Monkkonen, Reese; 2015).

El método implícitamente también supone costos de transacción no prohibitivos, para que la movilidad pueda hacerse efectiva ya que si el costo de transacción es mayor a la disponibilidad a pagar por un medio más limpio esta preferencia no se revelará.

Cristeche y Penna (2008) recomiendan el uso del mercado de alquileres para la aplicación en nuestro país ya que, como tienen mayor rotación, los precios publicados resultan más actualizados. El mercado de alquileres para viviendas posee la característica adicional que el precio de oferta publicado corresponde al precio de transacción (en comparación al mercado de compra-venta), tiene una

considerable mayor movilidad y significativamente menores costos de transacción que el mercado de compra-venta.

Finalmente, resulta relevante incorporar alguna medida que normalice la disponibilidad a pagar por el estatus económico de las personas afectadas debido a que la disponibilidad a pagar es función directa de la capacidad de pago. En este sentido, se ha usado el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) (Ranconi, Casazza, Monkkonen, Reese; 2015) ó el ingreso per cápita (Cristeche y Penna; 2008).

Aunque, cuando el área analizada no tiene significativa variación de ingreso, no siempre se incorpora el ingreso en la estimación por precios hedónicos, por ejemplo, en la estimación a la voluntad de pago por cloacas en Accra, Ghana (Amoah, Moffatt 2017), o el impacto del aumento del crimen en Acapulco, México (Delgado, Wences, 2019).

En sección 3. se constata que el método aplicado sobre el mercado inmobiliario de alquileres con fines de vivienda cumple con los supuestos necesarios y sus resultados pueden interpretarse como la voluntad de pago por los servicios ambientales.

2.5 Estado del Arte

Un problema adicional en la especificación de la estimación, son las variables omitidas que vinculadas al contexto ambiental general (errores espacialmente autocorrelacionados) y la endogeneidad del precio (el efecto que tiene el precio del vecino en una propiedad dada), lo cual puede generar un sesgo relevante, el cual demandó desarrollos para la actualización del marco presentado por Rosen (1974). Para lidiar con este problema (Kelejian & Piras cap 1, 2017), es posible incorporar a la especificación del modelo variables que reflejen tal situación:

$$y = \rho W y + \beta X + e$$

$$e = u + \lambda W u$$

Donde W es una matriz de cercanía formadas por los elementos w_{ij} que, en sus dos formas más utilizadas son:

$w_{ij}=1 = 1$; si “i” es vecino de “j”, 0 en caso contrario

$w_{ij}=1/d_{ij}$, donde d_{ij} es la distancia entre “i” y “j”, en metros o kilómetros (siendo esta es la métrica más común de “cercanía”)

Así, W_y captura cuanto depende el precio de una propiedad del precio de las propiedades vecinas/cercanas (endogeneidad del precio), medido a través de ρ , y W_u captura el efecto de variables omitidas (error con autocorrelación espacial), medido a través de λ

3. Desarrollo

3.1 Caracterización del área bajo análisis

Río Reconquista

Los informes de la Comisión del Río Reconquista (COMIREC, 2018) señalan que el origen de la contaminación del río y sus afluentes se debe a que la vertiente de cargas contaminantes supera a la capacidad de depuración. Entre los contaminantes se encuentran tanto residuos orgánicos como inorgánicos, provenientes de desagües cloacales inadecuados, agua de pozos negros domiciliarios y desechos industriales sin tratamiento apropiado lo cual colma de residuos sólidos y semisólidos que afectan tanto las aguas superficiales y subterráneas.

Obras como la represa mencionada, canalización de cauces y construcción de terraplenes fueron necesarias para evitar que las crecidas del río provoquen inundaciones en zonas pobladas.

El estado de contaminación del Río Reconquista causa efectos negativos de diversa índole. Se considera que la contaminación significa una reducción de los servicios ambientales producidos por el río (al punto de generar desutilidad), constituyéndose en una externalidad que afecta negativamente los precios de los alquileres de los inmuebles cercanos.

Merlo y Moreno

Los municipios bajo análisis son los primeros municipios (ya que nace en ellos el río) en enfrentar niveles altos de contaminación ambiental en las orillas del río reconquista. Los informes del COMIREC mencionados indican que río arriba (en los afluentes del Reconquista) hay zonas donde hay

desarrollo agrícola y es donde mayor biodiversidad hay, lo cual es indicador de que la contaminación antes de Merlo y Moreno es menor. Se toma el análisis en conjunto debido a que el Reconquista funciona como límite político entre ambos.

En el Cuadro 1 se muestra que son municipios de alta densidad poblacional, en su conjunto tienen 4566 hab/km², mientras que el promedio para el área metropolitana de Buenos Aires es de 3342 hab/km² (Censo 2010, INDEC), donde aproximadamente 10% de los hogares son alquilados

Características generales de los municipios Merlo y Moreno

	Merlo	Moreno	Total
Superficie Municipio (km ²)	170	46	216
Cantidad de hogares	135383	114125	249508
Densidad Poblacional	3084	10049	4566
Cantidad de Hogares Inquilinos	14926	11171	26097
Cantidad de Hogares Inquilinos %	11.03%	9.79%	10.46%

Cuadro 1 Elaboración Propia en base a datos del Censo 2010 (INDEC)

3.2 Construcción de la base de datos

3.2.1 Fuentes de datos de inmuebles en alquiler

El relevamiento de datos de inmuebles con fines de vivienda se realizó vía dos fuentes de publicación virtual de alquileres en las webs ZonaProp y Properati, los cuales suman 47% (Gráfico 3) de las publicaciones para alquiler para vivienda en Merlo y Moreno entre los portales de publicación considerados. El período relevado corresponde entre junio de 2019, cuando se inicia el relevamiento, y febrero 2020, cuando se detiene, ya que a partir de Marzo 2020 se publicó el decreto 320/2020 el cual congela precios de alquileres a raíz de la pandemia del COVID-19, lo cual constituye un cambio en la regulación. De esta forma, se evita introducir en el análisis los efectos económicos que estos cambios en el marco jurídico puedan introducir.

Participación relativa de las webs de publicaciones inmobiliarias en el mercado de alquileres de Merlo y Moreno.

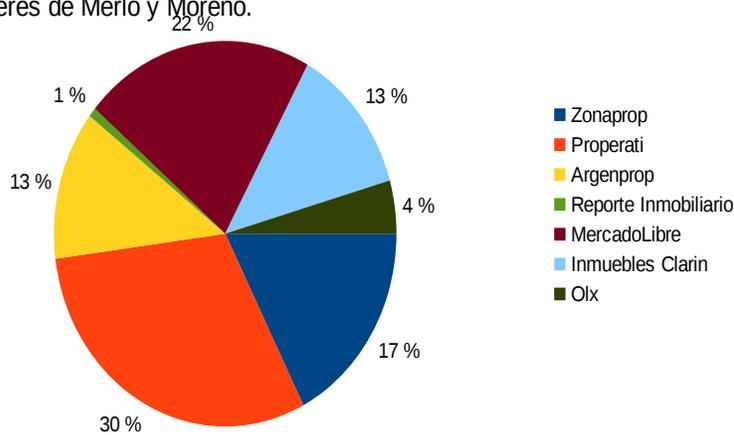


Gráfico 3 Fuente: Elaboración propia en base a relevamiento propio de cada Web: Cantidad de publicaciones de alquileres en cada una de las webs para los municipios de Merlo y Moreno.

De cada portal, se relevaron los datos estructurales de las viviendas y su geolocalización. A continuación se describen los datos obtenidos.

Zonaprop

En el caso de ZonaProp, el relevamiento se hizo mensualmente entre los meses de Junio 2019 y Febrero 2020 de los inmuebles en alquiler. Las variables relevadas se muestran en el cuadro 2:

WEBS	La dirección web de la publicación
Tipo	Tipo de Propiedad, puede tomar valores: PH, Departamento, Casa
Antigüedad	Cantidad de Años de antigüedad, -1 años corresponde a propiedades “En Construcción”, y 0 años a propiedades “A Estrenar”
Precio	Precio de Alquiler nominal, en pesos argentinos.
Metros	Tamaño del inmueble, en metros cuadrados
Dormitorios	Cantidad de dormitorios
Cochera	Cantidad de cocheras, cuando no declara, se considera 0 cocheras
Latitud	Geolocalización
Longitud	Geolocalización
Dirección	Dirección declarada con altura
Inmobiliaria	Quien publicó, puede tomar el nombre de una inmobiliaria o ser dueño directo
Tiempo	Cuantos días pasaron desde el inicio de publicación y la fecha de relevamiento
Ambientes	Cantidad de dormitorios

Baños	Cantidad de Baños
-------	-------------------

Cuadro 2 Elaboración Propia en base al relevamiento realizado en ZonaProp

La variable WEBS funciona como identificador único de cada registro ya que, como el relevamiento se hizo mensualmente y había publicaciones que duraban más de un mes, sirve para distinguir las distintas publicaciones y evitar registros duplicados. El Tiempo de publicación permite distinguir cuál de dos relevamientos distintos con el mismo identificador es el más reciente.

El tipo de propiedad, la Antigüedad, los Metros, los Ambientes y las Cocheras, son las variables que dan cuenta de las características estructurales de la vivienda.

La geolocalización por Latitud y Longitud van a permitir luego incorporar tanto las variables de servicios urbanos como la variable ambiental de interés, ya que se considera la distancia entre dos puntos georreferenciados. Debido a la forma en la que se registra cada publicación, puede haber errores manuales en el registro de la georreferenciación, es por eso que se considera que aquellos puntos que se encuentren fuera de las localidades de Merlo y Moreno son errores y se eliminan de la base de datos final.

El análisis de la cantidad de publicaciones por inmobiliaria permite verificar la atomización del mercado, lo cual resulta en que no existan agentes con poder de mercado que, como se trató en el marco teórico, es clave para la validez de uso del método

Publicaciones por Inmobiliaria Zonaprop

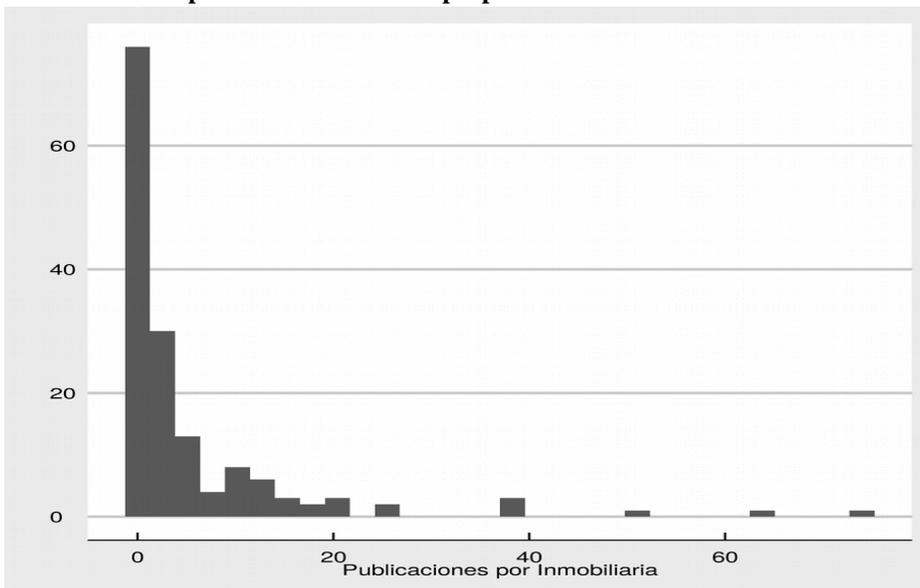


Gráfico 4 Fuente: Elaboración propia en base al relevamiento en la web de Zonaprop

El histograma (Gráfico 4) muestra la cantidad de publicaciones por inmobiliaria, las cuales tienen un promedio de 5.68 publicaciones por inmobiliaria, pero una mediana de 2 publicaciones por cada una.

Esto se entiende suficiente muestra de que no existe poder de mercado por parte de la oferta, y, dado que por definición el alquiler para vivienda se demanda uno por familia, tampoco existe poder de mercado en la oferta.

Properati

Es una web cuyas fuentes de datos están disponible para su uso público³ por lo que descargar los datos correspondientes a alquileres para vivienda es una operación más directa, se restringe los datos seleccionados a las mismas fechas que los relevados en Zonaprop con el fin de mantener la consistencia. En el Cuadro 3 se muestran las columnas que tiene la base de datos descargada:

Variables disponibles de la base de datos provista por Properati

id	Identificador único
start_date	Fecha de inicio de la publicación
end_date	Fecha de fin de la publicación
lat	georreferencia, Latitud
lon	georreferencia, Longitud
l1	País, solo Argentina
l2	Provincia, en este, caso solo toma la variable GBA Oeste
l3	Municipio
l4	Localidad
rooms	Cantidad de Habitaciones
bedrooms	Cantidad de Dormitorios
bathrooms	Cantidad de Baños
surface_total	Superficie Total del inmueble
surface_covered	Superficie Cubierta
price	Precio de Alquiler
currency	Moneda, solo Pesos Argentinos
price_period	Frecuencia de pago, solo Mensual
title	Título del aviso
description	Descripción
property_type	Tipo de propiedad: Departamento, PH, Casa
operation_type	Tipo de operación: Solo Alquiler

³<https://www.properati.com.ar/data>

Dado que Properati y Zonaprop funcionan como competidores directos para la publicación de avisos, se asume que la distribución avisos por Inmobiliaria este similarmente atomizada lo cual es necesario para que el supuesto de que no hay agentes con poder de mercado se cumpla. Respecto a la forma de ingreso de los datos, al ser avisos tratados por un proveedor especializado con el fin de poner los datos para que tengan disponibilidad pública, se encuentran mayormente completos y sin errores sistemáticos.

Con el fin de cumplir el supuesto de completitud del mercado, se unifican estas dos fuentes seleccionando las variables estructurales de cada publicación, resultando en el Cuadro 4:

Variables estructurales de la vivienda que aparecen tanto en ZonaProp como en Properati

id	WEBS
price	Precio
lat	Latitud
lon	Longitud
surface_total	Metros
rooms	Ambientes
property_type	Tipo
bathrooms	Baños
bedrooms	Dormitorios

Cuadro 4 Elaboración Propia en base al relevamiento realizado a las webs de ZonaProp y los datos provistos por la web de Properati

Finalmente, el supuesto de disponibilidad se considera debidamente cumplido debido a la naturaleza de la fuente: son datos de acceso al público en general para el cual no hace falta tener ningún tipo de credencial (la información, por ende, está disponible para todos los potenciales consumidores) y no hay restricciones legales para que cualquiera tenga acceso a los alquileres.

Una vez definidos estos datos estructurales, es necesario incorporar a los datos del entorno directo, los servicios urbanos y la variable ambiental.

3.2.2 Variables de Entorno Directo

Para la variable del entorno directo, se ubica el radio censal al cual pertenece el registro y se agrega una columna referida al índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) de ese radio censal, el porcentaje

de viviendas en condiciones estructurales insuficientes, el porcentaje de viviendas sin agua de red y el porcentaje de viviendas sin desagüe, se entiende que estos porcentajes corresponden a la probabilidad que el registro en particular posea la característica.

Para incorporar los servicios urbanos se hizo un relevamiento de centros de transbordo ferroviario de la región de forma manual, la variable agregada entonces es “distancia, en metros, al centro de transbordo ferroviario más cercano”. Y, se aprovechan los datos abiertos de la provincia de Buenos Aires⁴ para incorporar, de la misma forma, distancia en metros a:

- Bomberos
- Centros Educativos
- Comisarías
- Establecimientos de salud públicos

3.2.3 Variables Ambientales

Para la definición de la variable ambiental, se aprovecha la cartografía digital de ríos del Instituto Geográfico Nacional, para determinar la distancia, en metros, de cada registro al Río Reconquista. A partir de la distancia es necesario definir la variable “cercanía”, ya que de ello depende la correcta especificación del modelo econométrico.

La característica central del concepto de “cercanía” es que tiende a 0 cuando la distancia se incrementa indefinidamente, es decir, que la cercanía es una función monótona descendente de la distancia (Kelejian & Piras; 2017).

Por eso que se usa, por un lado, la definición de cercanía mencionada en el marco teórico la cual está dada por:

Cercanía = $1/\text{distancia}$.

Sin embargo, la relación no es directamente en kilómetros, puede ser por metro, o por cada 100 metros (aproximación a la longitud de una cuadra). Distintas definiciones de cercanía implican que los efectos de la externalidad se desvanecen más o menos rápidamente.

⁴<https://catalogo.datos.gba.gob.ar/>

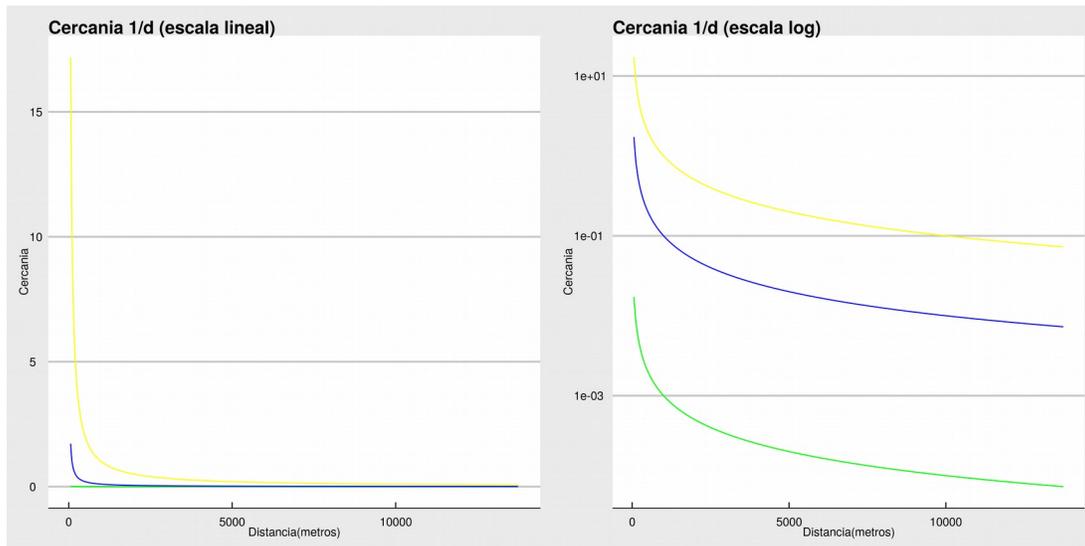


Gráfico 5 Cercanía en Función de la distancia: 1/d, Izquierda: Escala Lineal, Derecha: Escala logarítmica. Elaboración propia en base a cálculos realizados

En el gráfico 5 se ve una línea verde que corresponde a una cercanía definida como 1/metros, la azul corresponde a 1/(metros*100), (es decir, aproximadamente a 1/cuadra) y la amarilla, que corresponde 1/kilómetros, como se ve inmediatamente, esta medida de cercanía depende de la elección de la unidad de medida

Se agregan estas tres variables como indicadores de cercanía con los nombres de “cercania_metros”, “cercania_cuadras”, “cercania_kilometros” respectivamente.

Por otro, pueden definirse cercanías que caen linealmente con la distancia hasta llegar a una distancia “k” donde la cercanía se define como 0:

$$c = \begin{cases} \frac{k-d}{k}, & \text{if } d < k \\ 0, & d \geq k \end{cases}$$

Donde:

c : cercanía

d: Distancia en km,

k: Distancia máxima hipotética dentro de la cual se encuentran los inmuebles en alquiler que reducen su precio por su cercanía al río. La cercanía se divide por “k” para que el índice de cercanía comience en 1 para todo k.

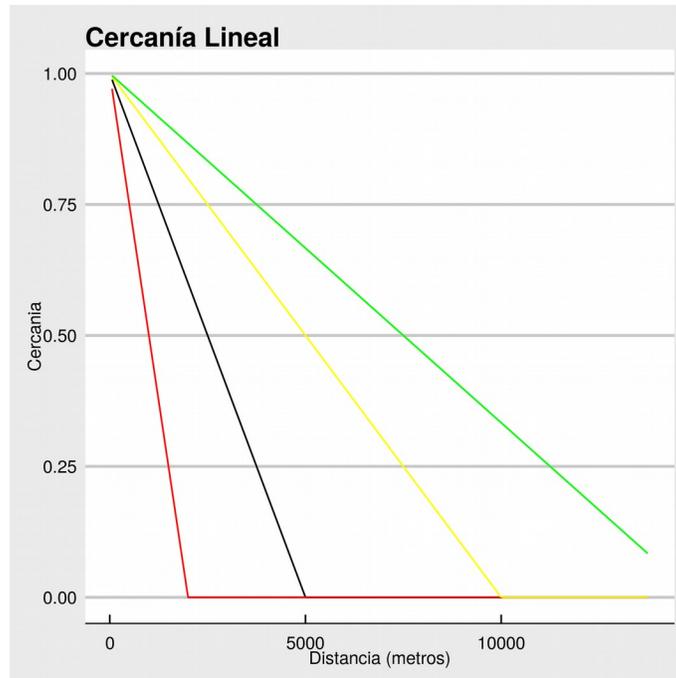


Gráfico 6 Cercanía en función de la Distancia, lineal. Fuente: Elaboración propia en base a cálculos realizados

En el gráfico 6, rojo es k=2km, negro es k=5km, amarillo es k=10km, verde es k=15km, y se incorporan como “cerca_lineal2”, “cerca_lineal5”, “cerca_lineal10” y “cerca_lineal15” respectivamente.

La selección de la variable ambiental finalmente utilizada va a estar dada por el análisis econométrico.

Las variables ambientales a considerar son:

cercania_metros	$1/dists$
cercania_cuadras	$1/(dists/100)$
cercania_kilometros	$1/(dists/1000)$
cercania_lineal2	$(2000-dists)/2000$ para distancias menores a 2km, 0 para mayores
cercania_lineal5	$(5000-dists)/5000$ para distancias menores a 5km, 0 para mayores
cercania_lineal10	$(10000-dists)/10000$ para distancias menores a 10km, 0 para mayores
cercania_lineal15	$(15000-dists)/15000$ para distancias menores a 15km, 0 para mayores

Finalmente, la construcción de la base de datos a utilizar en el análisis econométrico está formada por 1200 registros que tienen 3 tipos de variables:

- Características estructurales de la vivienda.
- Características del vecindario.
 - Del radio censal.
 - Acceso a servicios urbanos.
- Variable ambiental: cercanía al Río Reconquista.

Variables a Utilizar

Identificador	id		
Características Estructurales	price	Precio Nominal en Pesos	
	lat	georreferencia	
	lon	georreferencia	
	surface_total	Superficie total	
	rooms	Cantidad de Ambientes	
	property_type	Tipo de Propiedad (PH, Departamento, Casa)	
	bathrooms	Cantidad de Baños	
	bedrooms	Cantidad de Habitaciones	
Características del Vecindario	Características del Radio Censal	NBI	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas del radio censal
		desague	% de propiedades sin desague en el radio censal
		insuf_prop	% de propiedades cuya calidad de construcción es insuficiente en el radio censal
		hogtot	Cantidad de Hogares en el radio censal
		aguared	% de propiedades con agua de red en el radio censal
	Servicios Urbanos	transporte	Distancia en mts al centro de transbordo ferroviario más cercano

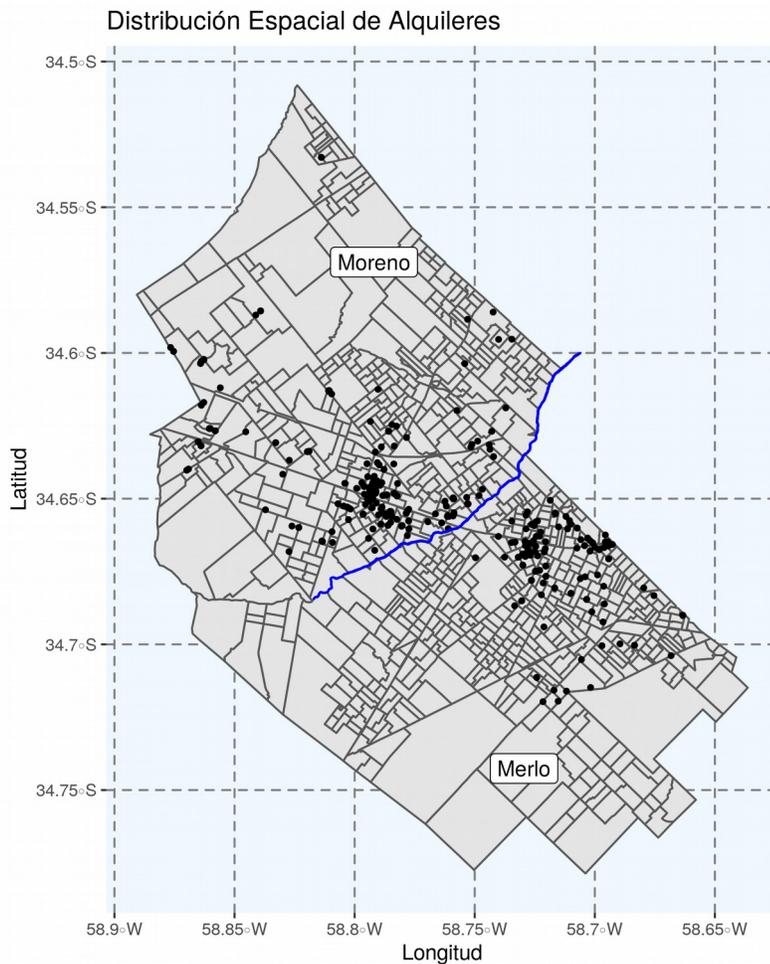
		bomberos	Distancia en mts
		educacion	Distancia en mts
		comisaria	Distancia en mts
		salud	Distancia en mts
Variable Ambiental		dists	Distancia al Rio Reconquista en Metros
		cercania_metros	1/dists
		cercania_cuadras	1/(dists/100)
		cercania_kilometros	1/(dists/1000)
		cercania_lineal2	(2000-dists)/2000 para distancias menores a 2km, 0 para mayores
		cercania_lineal5	(5000-dists)/5000 para distancias menores a 5km, 0 para mayores
		cercania_lineal10	(10000-dists)/10000 para distancias menores a 10km, 0 para mayores

Cuadro 6 Elaboración Propia en base al relevamiento realizado a las webs de ZonaProp y Properati, y a los cálculos realizados en base a la cartografía digital del Río Reconquista (Instituto Geográfico Nacional)

Hasta aquí, se cuenta con una base de datos consolidada de 1,200 registros. De los cuales 59% pertenecen al partido de Moreno y 41% al partido de Merlo.

3.2.5 Selección de Datos

El Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas incorpora variables de situación de hacinamiento, carencias sanitarias generales y vivienda de construcción deficiente, se utiliza como variable de control para homogeneizar los datos, filtrando aquellos datos cuyo NBI no supere el 15% para el radio censal dado y que pertenezcan a los radios censales definidos como “urbanos” (el censo los divide en radios urbanos, rurales, o semi-urbanos). Por otro lado, se eliminan aquellos registros con datos faltantes. Finalmente quedan 372 registros a modelar, de los cuales 227 son de Moreno (61%) y 145 (39%) de Merlo (Mapa 1).



Mapa 1 Distribución Geográfica de la muestra (punto) y Río Reconquista (azul). Elaboración Propia en base al relevamiento realizado, datos hidrológicos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y radios censales INDEC 2010

Respecto al vínculo que pueden tener las variables independientes entre sí, por ejemplo si la cercanía al río implica menores cloacas o viviendas más chicas, se realizará un análisis de multicolinealidad a partir del factor de inflación de la varianza (FIV) y el Índice de Condición (IC) de cada coeficiente (Gujarati & Porter, 2009)

3.3 Análisis Económico

3.3.1 Especificación

La especificación concreta a estimar (sin corrección por autocorrelación espacial) es un modelo log-linear, debido a ser la especificación frecuentemente usada en este tipo de estudios (Amoah, A., & Moffatt, P. G. (2012) & Delgado, J., & Wences, G. (2019)):

$$\ln(\text{price}) = \beta_0 + \beta_1 \text{surface} + \beta_2 \text{bedrooms} + \beta_3 \text{bathrooms} + \beta_4 \text{Depto} + \beta_5 \text{PH} + \epsilon$$

$$+ \beta_6 \text{desague} + \beta_7 \text{insufprop} + \beta_8 \text{hogtot} + \beta_9 \text{aguared}$$

$$+\beta_{10} \text{ transporte} + \beta_{11} \text{ bomberos} + \beta_{12} \text{ educacion}$$

$$+\beta_{13} \text{ comisaria} + \beta_{14} \text{ salud} + \beta_{15} C + u$$

Donde las variables son las que fueron definidas previamente y “Depto.” y “PH” son variables binarias que toman valor 1 si la observación es un departamento o PH respectivamente, o 0 si no, de manera de incorporar el tipo de inmueble a la regresión (los tipos que aparecen son: “Departamento”, “PH” y “Casa”)

Donde “C” es la métrica de cercanía que mejor ajuste. Luego de varias iteraciones por las opciones de “C” mencionadas más arriba, se selecciona “cercania_lineal5”, que también resulta, de las consideradas, la de mayor significatividad estadística (Cuadro 8).

Significatividad Estadística de las distintas definiciones de “Cercanía” consideradas (parte 1 de 2)

	cercania_metros	cercania_cuadras	cercania_kilometros
Estimador	-3.591000	-0.035910	-0.003591
T	-0.204000	-0.204000	-0.204000
p.value	0.838379	0.838379	0.838379
R cuadrado ajustado	0.657900	0.657900	0.657900

Cuadro 7 Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, Datos Abiertos de la Provincia de Buenos Aires y datos hidrológicos del IGN. . Para mayor detalles ver Anexo Estadístico

Significatividad Estadística de las distintas definiciones de “Cercanía” consideradas (parte 2 de 2)

	cercania_lineal2	cercania_lineal5	cercania_lineal10	cercania_lineal15
Estimador	-0.074550	-0.283400	-0.369600	-0.396400
t	-0.859000	-3.200000	-2.794000	-2.092000
p.value	0.390718	0.001495**	0.005484**	0.037154**
R cuadrado ajustado	0.658600	0.667400	0.665200	0.662000

Cuadro 8 Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, Datos Abiertos de la Provincia de Buenos Aires y datos hidrológicos del IGN. Para mayor detalles ver Anexo Estadístico

3.3.2 Multicolinealidad:

Se comentó al inicio de la sección la utilización de NBI para homogeneizar los datos, esto se complementa con el análisis de multicolinealidad a partir del Factor de Inflación de la Varianza (FIV) e Índice de Condición (IC), ya que si las variables independientes tienen vínculo sistemático entre ellas, el error de los estimadores es mayor, perjudicando la interpretabilidad de los coeficientes resultantes y

logrando, en el peor de los casos, que una variable pierda significatividad estadística, el FIV e IC de cada coeficiente obtenido por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) a partir de las variables seleccionadas previamente son:

Análisis de Multicolinealidad: Factores de Inflación de la Varianza (FIV) e Índices de Condición (IC)

	FIV	IC
Intercept		1
cerca_lineal5	2.51	2.05
Educacion	4.88	2.93
Hogtot	1.43	3.31
insuf_prop	3.41	3.45
surface_total	1.32	4.92
Bedrooms	2.38	6.2
property_typeDepartamento	2.51	6.65
property_typePH	1.73	8.11
Aguared	3.9	9.51
Desague	4.14	10.48
Bathrooms	2.12	11.17
Salud	3.29	13.53
Bomberos	2.3	14.43
Transporte	7.52	28.64

Cuadro 9 Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, datos hidrológicos del IGN y datos abiertos de la Provincia de Buenos Aires.

Los VIF se encuentran por debajo de 10 y los IC son menores a 30, por lo cual se considera que si bien existe multicolinealidad moderada en algunas variables, no perjudica el análisis realizado ni la interpretabilidad de los coeficientes (Gujarati & Porter, 2009), particularmente la variable de interés, “cerca_lineal5”, se encuentra entre las variables con menor multicolinealidad detectada (el menor IC, y entre los menores VIF).

3.3.3 Variables Espaciales.

Para dar cuenta de la endogeneidad espacial del precio y las variables omitidas espacialmente vinculadas al precio, una vez determinada la especificación, es necesario corregir por autocorrelación espacial ya que, de lo contrario, los estimadores pueden resultar sesgados (Anselin & Bera, 1998)

La autocorrelación espacial es la formalización de la primera ley de la geografía de Tobler:

“Todo está vinculado con todo lo demás, pero aquellas cosas que están más cerca tienen mayor relación que las cosas que están mas lejos” (Tobler, 1970)

En el caso de las variables omitidas, el error de predicción del precio de alquiler de un inmueble va a tener un vínculo sistemático (ya sea positivo o negativo) con los errores de predicción de los inmuebles cercanos. Y la endogeneidad espacial puede definirse como “cuanto afecta el precio de alquiler de un inmueble sobre los precios de los inmuebles que tiene alrededor”.

Este proceso requiere la definición de una matriz de ponderaciones espaciales que mida la cercanía de cada observación respecto a cada otra observación.

El resultado de esto es una matriz cuadrada ponderada espacialmente, W , construida por:

$$W = w_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$$

Se define además que:

$$\text{si } j=i, w_{ij}=0$$

Ya que se considera que la cercanía de cada observación sobre sí misma es 0⁵ (Kelejian & Bera, 2017). El resto de los elementos de la matriz pueden estar dados por la selección de distintos criterios, entre ellos se encuentran:

$$w_{ij}=1 \quad \text{si “i” es vecino de “j”, } 0 \text{ en caso contrario.}$$

$$w_{ij}=1/d_{ij}, \text{ donde } d_{ij} \text{ es la distancia entre “i” y “j”}.$$

⁵ Los autores hablan de “cercanía” cuando la relación geográfica es continua (por ejemplo en km) y hablan de que un registro es “vecino” de otro si el criterio es binario (es vecino o no lo es), la diferencia es que el primero es continuo y el segundo discreto. Aquí, al considerar ambas posibilidades, se usan como sinónimos, por lo que cuando los autores dicen que la cercanía respecto a sí mismo es 0, lo que se dice es que una observación no es vecina de sí misma.

El análisis de autocorrelación depende de la especificación concreta de esta matriz de ponderaciones. Se considerarán las matrices formadas por:

$w_{ij}=1$, si los inmuebles “i” y “j” están a menos de “k” metros, donde $k = \{100, 500, 1000, 3000\}$.

$w_{ij}=1/d_{ij}$, donde d_{ij} es la distancia en metros entre “i” y “j”

Para la operacionalización es necesario un test que verifique si los errores están espacialmente autocorrelacionados. Para ello se usa el test de autocorrelación espacial de la I de Moran (Moran, 1950).

La I de Morán es un estadístico conformado por:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Donde $S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$ y w_{ij} son los elementos de la matriz de ponderación espacial W.

Lo que busca poner a prueba este test es cuánta de la variación propia se vincula a la variación de las observaciones vecinas.

El valor esperado de I para la hipótesis nula de “no-autocorrelación” es , $I_0 = \frac{-1}{n-1}$ donde también es conocida la varianza de I para hipótesis nula, por lo que si la I estimada es estadísticamente superior, se rechaza la hipótesis nula y se considera que se está en presencia de autocorrelación espacial.

En el caso de los errores del modelo lineal previamente seleccionado, todas las definiciones consideradas de cercanía, para la construcción de la matriz de ponderaciones espaciales W, muestran que existe autocorrelación espacial (Cuadro 10).

I de Moran sobre los errores del modelo lineal y su significatividad para cada especificación de la matriz W.

	1/d	Menor a 100mts	Menor a 500mts	Menor a 1km	Menor a 3km
I estimado	11.75	15.09	11.22	9.28	8.67
p.value	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Cuadro 10 Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, datos hidrológicos del IGN y datos abiertos de la Provincia de Buenos Aires.

Los métodos de corrección de la autocorrelación espacial, como se dijo, son por endogeneidad y análisis de errores, lo cual da lugar a los modelos:

Modelo Espacial Autorregresivo (SAR, por sus siglas en inglés):

$$y = \rho W y + \beta X + e$$

$$e = u + \lambda W u$$

Donde lo característico es la variable $W y$, que captura cuánto varía el precio de cada observación debido al precio de las adyacentes, medido a través de ρ .

Modelo de Errores Espaciales (SEM, por sus siglas en inglés):

$$y = \beta X + e$$

$$e = u + \lambda W u$$

Donde lo característico es la variable $W u$, que captura los efectos de las variables omitidas espacialmente relacionadas, medido a través de λ .

Se evalúan, finalmente, 10 modelos: el modelo de SEM, SAR y para cada uno, las 5 especificaciones mencionadas de W . Se evalúa, vía el test de la I de Moran sobre los errores, si el modelo es suficientemente explicativo de las variaciones espaciales y al identificarlo se usa el criterio de Información de Akaike (AIC), para comparar la bondad de ajuste entre el modelo espacialmente corregido y el modelo por MCO.

I de Moran sobre los errores remanentes para cada modelo espacial y significatividad para cada especificación de la matriz W.

		1/d	Menor a 100mts	Menor a 500mts	Menor a 1km	Menor a 3km
SAR	Moran's I	5.91	10.34	6.64	4.60	1.99
	p.value	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.00%
SEM	Moran's I	6.39	10.33	6.62	4.60	1.64
	p.value	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.10%

Cuadro 11 Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, datos hidrológicos del IGN y datos abiertos de la Provincia de Buenos Aires. Para más detalles de los modelos evaluados, ver anexo estadístico.

Finalmente, sólo el modelo de errores espaciales captura la variabilidad espacial de manera tal que el test de sus errores permite aceptar la hipótesis nula de “no-autocorrelación”, cuyo criterio de cercanía es dicotómica para aquellos inmuebles a una distancia menor a los 3 kilómetros (cuadro 11).

3.3.4 El precio marginal implícito

Debajo se muestra la tabla de resultados y estimadores del modelo seleccionado (Cuadro 12)

Resumen estadístico del modelo seleccionado

Variable	Estimador	std.error	T	p.value
Intercepto	9.290496	0.159848	58.120741	0.000000***
cerca_lineal5	-0.302807	0.112613	-2.688916	0.007168**
educacion	0.000048	0.000091	0.527886	0.597579
hogtot	-0.000477	0.000184	-2.593697	0.009495**
transporte	0.000036	0.000021	1.695843	0.089916
insuf_prop	-1.093746	0.303947	-3.598475	0.000320**
surface_total	0.000072	0.000030	2.433555	0.014951*
bedrooms	0.215726	0.026536	8.129513	0.000000***
property_typeDepartamento	-0.292646	0.050930	-5.746026	0.000000***
property_typePH	-0.268304	0.066374	-4.042337	0.000053***
aguared	-0.001479	0.000764	-1.935599	0.052917
desague	0.002895	0.000813	3.559470	0.000372*
bathrooms	0.130843	0.035715	3.663497	0.000249*
salud	-0.000055	0.000031	-1.738156	0.082183
bomberos	0.000006	0.000013	0.495170	0.620480
lambda	0.623996	0.116615	5.350918	0.000000***

Cuadro 12 Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, datos hidrológicos del IGN y datos abiertos de la Provincia de Buenos Aires

En este análisis, el precio marginal implícito (PMI) es:

$$\ln(\text{PMI}) = \frac{\partial \ln(P)}{\partial x_{15}} = -0.3028$$

$$\text{PMI} = e^{(-0.3028)}$$

El precio implícito (PI) para cada cercanía “C” de cada inmueble es, entonces:

$$\text{PI} = e^{(-0.3028) * C}$$

El cual es función de la cercanía, para un índice de cercanía de 1, el cual tendrá una propiedad a 0 metros del río, el precio de alquiler se reduce aproximadamente un 26%, lo que equivale al precio implícito de alejarse del río.

Cabe mencionar, finalmente, que el sesgo producto de las variables omitidas espacialmente relacionadas no es muy grande ya que el coeficiente resultante del análisis con corrección, -0.302807, se encuentra dentro del intervalo de confianza producto de la regresión por MCO para esa misma variable, el cual es [-0.457, -0.1092], siendo su estimador puntual -0.28339. El criterio de información de Akaike (AIC) para el modelo espacial es 208.8, mientras que para el modelo lineal es de 218.73, lo cual constituye una mejora en la bondad de ajuste.

Precio Implícito por alejarse del río a cada distancia (metros).

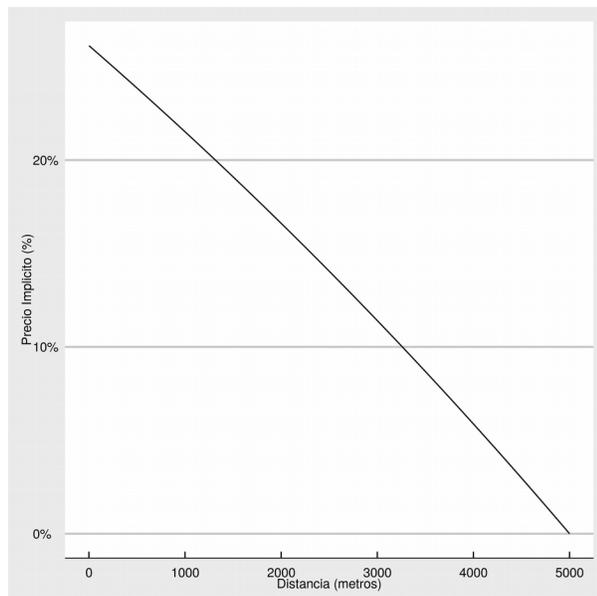
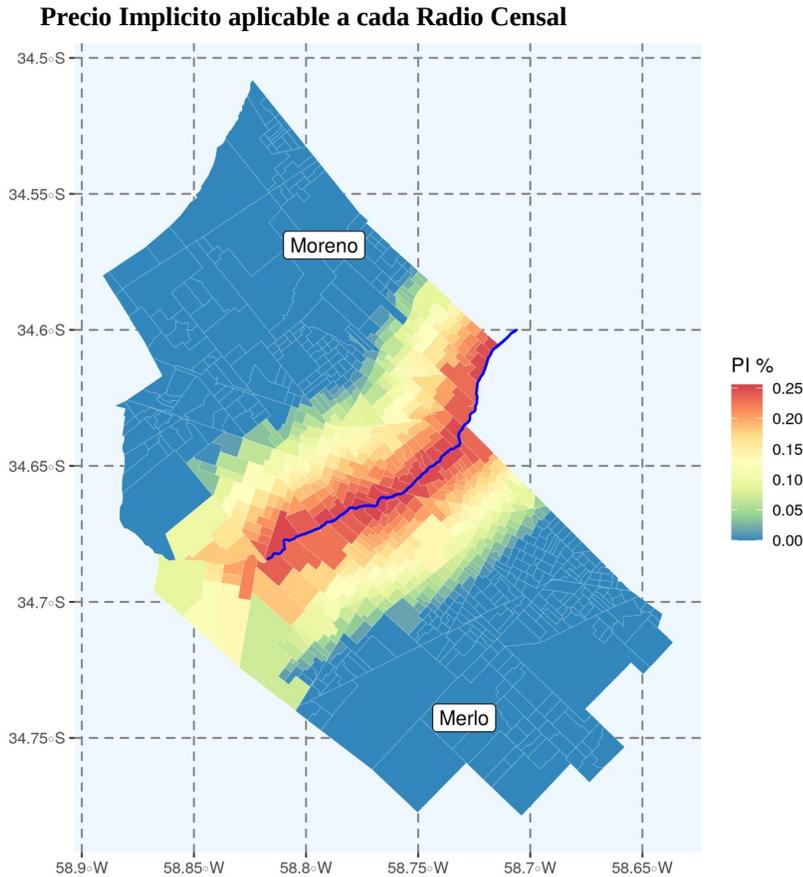


Gráfico 7 Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, datos hidrológicos del IGN y datos abiertos de la Provincia de Buenos Aires

4. Cuantificación de la Externalidad

4.1 Asignar el PI en función de la distancia a los radios censales



A partir del análisis realizado hasta aquí se puede, para cuantificar la externalidad, asignar el impacto del PI en cada radio censal. Si se toma el centro geográfico de cada radio censal y se calcula su distancia al río tal como se lo calculó para cada observación de la muestra, se puede obtener cual es el PI que aplicaría, aproximadamente, a los inmuebles que se alquilan allí (Mapa 2).

Mapa 2 Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, datos hidrológicos del IGN, datos abiertos de la Provincia de Buenos Aires y radios censales 2010 (INDEC)

4.2 Cuantificación de la Externalidad

Ahora bien, teniendo la estimación de cuanto cae el precio en función de la distancia, y habiendo estimado la función de formación del precio de alquileres, se usa el intercepto de la regresión como el índice de precio homogéneo (PHg)⁶:

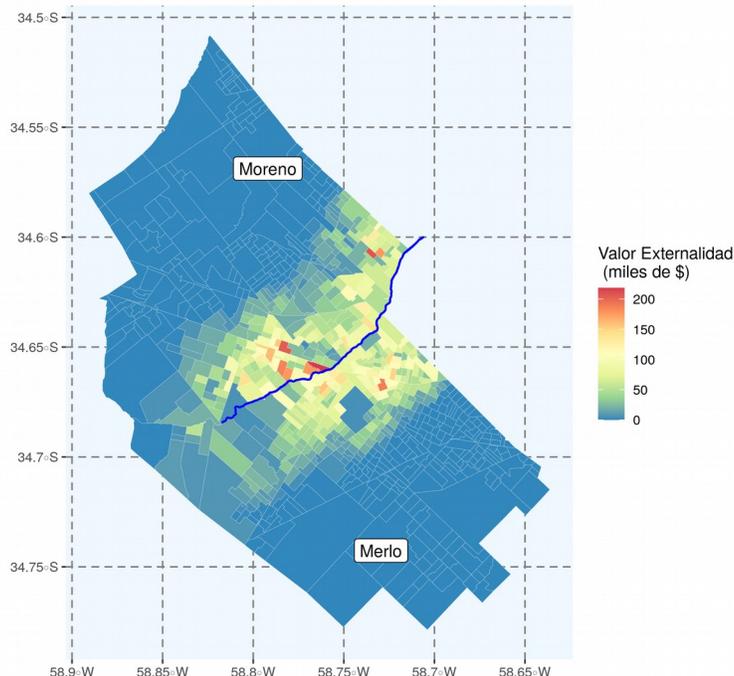
⁶ Equivale a un precio de referencia, al ser la derivada parcial respecto a x_0 , brinda un precio constante para todo alquiler, ya que, por definición, siempre $x_0 = 1$ para cualquier observación

$$\ln(PH_g) = \frac{\partial \ln(P)}{\partial x_0} = 9.290497$$

Despejando el precio:

$$PH_g = e^{9.290497} = 10834.56$$

Valor de la Externlidad en cada Radio Censal



Mapa 3. Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, datos hidrológicos del IGN, datos abiertos de la Provincia de Buenos Aires y radios censales 2010 (INDEC)

Si a este precio se lo multiplica por los porcentajes obtenidos para cada radio censal en la sección anterior, y ese resultado se lo multiplica por la cantidad de hogares en alquiler en ese mismo radio (de acuerdo al censo 2010), al sumar los valores obtenidos, se obtiene la estimación de cuanto, en pesos argentinos, está afectando la externalidad al mercado de alquileres para vivienda en Merlo y Moreno, lo cual es \$22,641,594 mensuales que, dividido los 26,097 hogares en alquiler, resulta en un monto promedio a pagar por hogar para alejarse del Río Reconquista de \$867.59 por hogar (Mapa 3).

Para la valoración final, se considera la actualización tomando el valor vctual neto (VAN) a perpetuidad (que considera el supuesto de que nunca se solucionará el problema de la externalidad) tomando como base la conversión del monto a plazo anual, multiplicado por el cambio a índice UVA promedio entre Junio 2019 y Febrero 2020, a la tasa de interés promedio del mismo índice para préstamos hipotecarios en el mismo plazo (Cuadro 13).

Valor Mensual	\$22,641,954.00
Valor Anual (Mensual*12)	\$271,703,448.00
Valor Anual Convertido a UVA = 42.26	UVA 6,429,248.71
VAN (i=6.96%, a perpetuidad)	UVA 92,252,892.65

Cuadro 13 Elaboración Propia en base a los datos de Zonaprop, Properati, datos hidrológicos del IGN, datos abiertos de la Provincia de Buenos Aires y radios censales 2010 (INDEC)

Conclusiones

La hipótesis que establece una relación inversa entre la distancia al Río Reconquista y los precios de alquiler para vivienda, se corrobora para los partidos de Merlo y Moreno. Éste vínculo gana significatividad estadística hasta los 5km, a distancias mayores la pierde; por lo que puede concluirse que la externalidad de la contaminación del Río afecta a los habitantes que se encuentran hasta los 5km del río, aquellos que vivan más lejos, no tienen un vínculo significativo.

El precio implícito, como porcentaje del precio de alquiler, aplicado a los radios censales puede verse en el Mapa 2, y la valoración para cada uno, en función a un precio de referencia, en el Mapa 3. La suma de estos valores es de \$22,641,954 mensuales, lo cual corresponde a un valor actual (a perpetuidad), en Unidades de Valor Adquisitivo (para expresarlo en términos reales) de UVA 92,252,892.65 (cuadro 13).

Este trabajo corrobora que la contaminación ambiental, en este caso del Río Reconquista, tiene efectos sobre otros mercados de bienes y servicios, en este caso de alquileres para vivienda en Merlo y en Moreno que reducen la utilidad social. Otras investigaciones de este tipo podrían incluir esta verificación en otros partidos, sobre otros fenómenos ambientales y otros mercados relacionados (por ejemplo, en lugar de alquileres, tomar la valuación fiscal de terrenos e inmuebles)

Bibliografía

Amoah, A., & Moffatt, P. G. (2012). Estimating demand for reliable Piped-Water services in urban ghana: An application of competing valuation approaches. School of Economics University of East Anglia.

Anselin, Luc, and Anil K Bera. 1998. "Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics." *Statistics Textbooks and Monographs* 155. MARCEL DEKKER AG: 237–90.

Azqueta, Diego (2002) Introducción a la Economía Ambiental Ed. Mc Graw-Hill Profesional. Cap 2

Banco Mundial. (2004). *How much is an ECOSYSTEM Worth?*

Bolt, Katherine; Ruta, Giovanni; Sarraf, Maria (2005). *Estimating the cost of environmental degradation: a training manual in English, French and Arabic*. Environment working paper series ; no. 106 Washington, D.C. : World Bank Group.

COMIREC (Comisión del Río Reconquista). (2018). *Evaluación de Impacto Ambiental y Social Global (EIASG)*. pp 33-34

Cristeche, E., & Penna, J. A. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales (ISSN 1851-6955 N°3 ed.). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)*.

Chay, K & Greenstone, M(2005) Does Air Quality Matter? Evidence from the Housing Market [*Journal of Political Economy*, 2005, vol. 113, no. 2] The University of Chicago.

Delgado, J., & Wences, G. (2019). A hedonic approach to the valuation of the effect of criminal violence on housing prices in Acapulco City. *Empirical Economics*. <https://doi.org/10.1007/s00181-019-01804-3>

FREEMAN, A. M. (1979). *The Hedonic Price Approach to Measuring Demand for Neighborhood Characteristics: The Economics of Neighborhood*, 191-217. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-636250-3.50015-5>

Gilbert, Stanley (2013). *Applying the Hedonic Method*. National Institute of Standards and Technology U.S. Department of Commerce

Gujarati, N.G. & Porter, D.C (2009) *Econometría. Quinta Edición*, ed. McGraw Hill Kelejian, Harry & Piras, Gianfranco (2017). *Spatial Econometrics. First Edition*. ELSEVIER. Cap 1 y 2

- Ranconi, Casazza, Monkkonen, Reese (2015). *Análisis de las características del funcionamiento del mercado del suelo en tres ciudades de la Argentina: Buenos Aires, Córdoba y Rosario*. Documento de trabajo n°9. Centro de Investigación y Acción Social (CIAS)
- Ramos Gorostiza, J. L. (2005). *Medio natural y pensamiento económico: historia de un reencuentro* Revista Principios No. 2/2005. Universidad Complutense.
- Rosen, S. (1974). *Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition*. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34-55. Retrieved November 15, 2020, from <http://www.jstor.org/stable/1830899>
- Sylla, M., Lasota, T., & Szewrański, S. (2019). *Valuing Environmental Amenities in Peri-Urban Areas: Evidence from Poland*. *Sustainability*, 11(3), 570. <https://doi.org/10.3390/su11030570>
- Vásquez, F. (2017). Curso teórico-práctico: “Metodologías para la valoración económica del medio ambiente”. CEPAL.
- Tobler, W. R. (1970). *A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region*. *Economic Geography*, 46, 234.

ANEXO ESTADÍSTICO

Modelos Lineales

.variable	.stat	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
(Intercept)	Estimate	9.1813769***	9.1813769***	9.1813769***	9.1988036***	9.3298882***	9.5398460***	9.5768286***
	Std Err	[0.1408848]	[0.1408848]	[0.1408848]	[0.1422848]	[0.1464616]	[0.1896368]	[0.2356542]
cerca_km	Estimate	0						
	Std Err	[0.0175909]						
cerca_cuadras	Estimate		-0.04					
	Std Err		[0.1759091]					
cerca_metros	Estimate			-3.59				
	Std Err			[17.5909087]				
cerca_lineal2	Estimate				-0.07			
	Std Err				[0.0867525]			
cerca_lineal5	Estimate					-0.2833929***		
	Std Err					[0.0885470]		
cerca_lineal10	Estimate						-0.3695649***	
	Std Err						[0.1322623]	
cerca_lineal15	Estimate							-0.3963995**
	Std Err							[0.1894930]
transporte	Estimate	0.0000322*	0.0000322*	0.0000322*	0.0000294*	0	0	0
	Std Err	[0.0000165]	[0.0000165]	[0.0000165]	[0.0000167]	[0.0000170]	[0.0000178]	[0.0000183]
educacion	Estimate	0	0	0	0	0	0	0
	Std Err	[0.0000911]	[0.0000911]	[0.0000911]	[0.0000908]	[0.0000897]	[0.0000910]	[0.0000909]
hogtot	Estimate	-0.0003444*	-0.0003444*	-0.0003444*	-0.0003666*	-0.0004040**	-0.0004068**	-0.0003888**
	Std Err	[0.0001891]	[0.0001891]	[0.0001891]	[0.0001906]	[0.0001873]	[0.0001884]	[0.0001891]
insuf_prop	Estimate	-1.1909452***	-1.1909452***	-1.1909452***	-1.1726304***	-1.0699393***	-1.1781247***	-1.1848637***
	Std Err	[0.3006684]	[0.3006684]	[0.3006684]	[0.3009267]	[0.2984847]	[0.2969765]	[0.2983606]
surface_total	Estimate	0.0000733**	0.0000733**	0.0000733**	0.0000724**	0.0000702**	0.0000763**	0.0000763**
	Std Err	[0.0000312]	[0.0000312]	[0.0000312]	[0.0000312]	[0.0000308]	[0.0000309]	[0.0000311]
bedrooms	Estimate	0.2227765***	0.2227765***	0.2227765***	0.2244835***	0.2317443***	0.2267399***	0.2251465***
	Std Err	[0.0280968]	[0.0280968]	[0.0280968]	[0.0280738]	[0.0277487]	[0.0277283]	[0.0278472]
property_typeDepartamento	Estimate	-0.2678798***	-0.2678798***	-0.2678798***	-0.2682071***	-0.2553034***	-0.2606836***	-0.2622140***
	Std Err	[0.0533451]	[0.0533451]	[0.0533451]	[0.0532273]	[0.0526931]	[0.0527813]	[0.0530413]
property_typePH	Estimate	-0.2479813***	-0.2479813***	-0.2479813***	-0.2466865***	-0.2376134***	-0.2323829***	-0.2350234***
	Std Err	[0.0701381]	[0.0701381]	[0.0701381]	[0.0700606]	[0.0692010]	[0.0695866]	[0.0699723]
aguared	Estimate	-0.0014904*	-0.0014904*	-0.0014904*	-0.0015717*	-0.0016971**	-0.0017008**	-0.0016649**
	Std Err	[0.0008045]	[0.0008045]	[0.0008045]	[0.0008095]	[0.0007959]	[0.0007995]	[0.0008041]
desague	Estimate	0.0018527**	0.0018527**	0.0018527**	0.0019103**	0.0025037***	0.0020632***	0.0019612**
	Std Err	[0.0007993]	[0.0007993]	[0.0007993]	[0.0008011]	[0.0008135]	[0.0007935]	[0.0007953]
bathrooms	Estimate	0.1327841***	0.1327841***	0.1327841***	0.1332989***	0.1306224***	0.1269589***	0.1282608***
	Std Err	[0.0381136]	[0.0381136]	[0.0381136]	[0.0380509]	[0.0375622]	[0.0377430]	[0.0379278]
salud	Estimate	-0.0000651**	-0.0000651**	-0.0000651**	-0.0000602**	-0.0000509*	-0.0000655**	-0.0000637**
	Std Err	[0.0000264]	[0.0000264]	[0.0000264]	[0.0000269]	[0.0000262]	[0.0000258]	[0.0000260]
bomberos	Estimate	0	0	0	0	0	0	0
	Std Err	[0.0000060]	[0.0000060]	[0.0000060]	[0.0000063]	[0.0000070]	[0.0000072]	[0.0000073]
	N	372	372	372	372	372	372	372
	R2	0.67	0.67	0.67	0.67	0.68	0.68	0.67
	adj R2	0.66	0.66	0.66	0.66	0.67	0.67	0.66
	AIC	229.21	229.21	229.21	228.48	218.73	221.2	224.72

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Modelos Espaciales

Modelo de Error

Variable		1/w	w100	w500	w1000	w3000
(Intercept)	Estimate	9.3046732***	9.4604601***	9.3521786***	9.3237413***	9.2904965***
	std. Error	0.154676	0.165784	0.170169	0.170148	0.159848
cerca_lineal5	Estimate	-0.251527**	-0.2604043**	-0.2586989**	-0.2460435**	-0.3028071***
	std. Error	0.098960	0.106012	0.116400	0.120674	0.112613
transporte	Estimate	0.000022	0.000017	0.000029	0.000019	3.59e-05*
	std. Error	0.000018	0.000020	0.000021	0.000022	0.000021
educacion	Estimate	0.000083	0.0001897*	0.000115	0.000164	0.000048
	std. Error	0.000098	0.000104	0.000106	0.000106	0.000091
hogtot	Estimate	-0.0003184*	-0.0004103*	-0.000272	-0.000302	-0.0004772***
	std. Error	0.000186	0.000221	0.000205	0.000199	0.000184
insuf_prop	Estimate	-1.0970662***	-1.1418249***	-0.9548425***	-1.0286393***	-1.0937459***
	std. Error	0.297609	0.356801	0.367890	0.353145	0.303947
surface_total	Estimate	6.51e-05**	8.74e-05**	8.19e-05**	0.000113***	7.2e-05**
	std. Error	0.000029	0.000036	0.000038	0.000039	0.000030
bedrooms	Estimate	0.2079038***	0.1939733***	0.2081433***	0.2133221***	0.2157255***
	std. Error	0.025902	0.024084	0.025947	0.026858	0.026536
property_typeDepartamento	Estimate	-0.2812267***	-0.321559***	-0.318077***	-0.2881138***	-0.2926461***
	std. Error	0.049078	0.050521	0.050493	0.051180	0.050930
property_typePH	Estimate	-0.2958755***	-0.2815168***	-0.3186104***	-0.2809242***	-0.2683041***
	std. Error	0.064854	0.067983	0.067133	0.067161	0.066374
aguared	Estimate	-0.0013102*	-0.0016789*	-0.0016348*	-0.001303	-0.0014791*
	std. Error	0.000793	0.000953	0.000956	0.000920	0.000764
desague	Estimate	0.0026347***	0.0023794**	0.0028532***	0.0022361**	0.0028953***
	std. Error	0.000806	0.000969	0.000988	0.000968	0.000813
bathrooms	Estimate	0.1269504***	0.0954933***	0.1026449***	0.1091854***	0.1308432***
	std. Error	0.034909	0.030885	0.034227	0.035531	0.035715
salud	Estimate	-0.000042	-5.87e-05*	-7.36e-05**	-6.26e-05*	-5.45e-05*
	std. Error	0.000030	0.000031	0.000034	0.000035	0.000031
bomberos	Estimate	-0.000005	-0.000008	-0.000006	-0.000005	0.000007
	std. Error	0.000009	0.000008	0.000009	0.000010	0.000013
lambda	Estimate	0.5128651***	0.4922475***	0.3591672***	0.3813358***	0.6239965***
	std. Error	0.084601	0.039118	0.064645	0.089832	0.116615

N	372	372	372	372	372
AIC	196.82	152.04	198.55	206.61	208.8

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Modelo Espacial Autorregresivo

Variable		1/w	w100	w500	w1000	w3000
(Intercept)	Estimate	5.7214219***	6.5388469***	7.9993082	9.2708537	14.1815741**
	Std.Error	1.1279235	1.0224869	1.0067755	1.4062931	2.2824876
cerca_lineal5	Estimate	-0.2178461***	-0.1965376***	-0.2365996***	-0.2455315***	-0.3175757***
	Std.Error	0.0859079	0.0774777	0.0998429	0.1214702	0.1270457
transporte	Estimate	1.3e-06**	7.2e-06**	1.13e-05**	1.8e-05**	7.5e-05**
	Std.Error	0.0000169	0.0000142	0.0000202	0.0000264	0.0000298
educacion	Estimate	-0.0000233	0.0001027	0.0001093	0.0001627	1.59e-05**
	Std.Error	0.0000952	0.0000774	0.0000944	0.0001089	0.0000918
hogtot	Estimate	-0.0003300	-0.0003046	-0.0002998	-0.0003020	-0.0005775
	Std.Error	0.0001709	0.0001591	0.0001876	0.0001984	0.0001895

insuf_prop	Estimate	-0.9887929*	-0.7836462*	-0.8614959	-1.0261927	-1.1966008***
	Std.Error	0.2750141	0.2718773	0.3321740	0.3579774	0.3127623
surface_total	Estimate	6.45e-05***	4.81e-05***	6.16e-05***	0.0001118***	6.68e-05***
	Std.Error	0.0000275	0.0000276	0.0000352	0.0000417	0.0000294
bedrooms	Estimate	0.2043608**	0.1666807*	0.2058692*	0.2134468***	0.206946**
	Std.Error	0.0248213	0.0256595	0.0259483	0.0268524	0.0263215
property_typeDepartamento	Estimate	-0.2609005***	-0.2088878***	-0.2907276***	-0.2877057***	-0.2989303***
	Std.Error	0.0471316	0.0531287	0.0501372	0.0514113	0.0505641
property_typePH	Estimate	-0.2724682***	-0.1853802***	-0.2819373***	-0.280418***	-0.2842983***
	Std.Error	0.0617467	0.0619984	0.0662038	0.0674056	0.0658101
aguared	Estimate	-0.001217***	-0.0011715***	-0.0014111***	-0.0013029***	-0.0012824***
	Std.Error	0.0007295	0.0006810	0.0008590	0.0009211	0.0007576
desague	Estimate	0.0019625*	0.0016958*	0.0023591	0.0022264	0.0031032*
	Std.Error	0.0007715	0.0007196	0.0009190	0.0010300	0.0008432
bathrooms	Estimate	0.1188201**	0.0892432**	0.1030498**	0.1091476**	0.1265159***
	Std.Error	0.0335379	0.0276960	0.0341496	0.0358799	0.0353351
salud	Estimate	-4.59e-05***	-3.67e-05***	-5.61e-05***	-6.22e-05***	-9.18e-05***
	Std.Error	0.0000254	0.0000226	0.0000296	0.0000353	0.0000381
bomberos	Estimate	-4.4e-06*	-0.0000064	-6.2e-06*	-5.2e-06*	4.44e-05**
	Std.Error	0.0000072	0.0000058	0.0000077	0.0000098	0.0000230
lambda	Estimate	0.2329975	0.2571444**	0.2205593*	0.3763751***	0.8593194***
	Std.Error	0.1873453	0.1262455	0.1209099	0.1277208	0.0562051
rho	Estimate	0.3912745***	0.3027213***	0.1455318	0.005778	-0.5404397**
	Std.Error	0.1222652	0.1066337	0.1071733	0.1527586	0.2442030

N	372	372	372	372	372
AIC	188.79	149.18	199.51	208.61	205.38

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01