

# UNA PRIMERA APROXIMACIÓN A LA VALUACIÓN HEDÓNICA DE LA CONTAMINACIÓN EN BUENOS AIRES

MARIANA CONTE GRAND\*

*Universidad del CEMA*

La cuantificación de los beneficios de cualquier política dirigida a reducir la contaminación puede hacerse de distintas maneras. Una de ellas es a través de métodos indirectos, uno de los cuales es el de la valuación hedónica. La idea básica es que en el precio de los inmuebles se encuentra implícito el precio de sus características. Una de dichas características es la calidad del aire y el nivel de ruido en el lugar donde el inmueble está localizado. En este trabajo se intenta una primera aproximación a este tipo de valuación para la zona de Buenos Aires. Dada la escasez de información puntual sobre contaminación del ruido y del aire, se utiliza como proxy de la misma el transporte público de pasajeros. La técnica utilizada es una estimación de máxima verosimilitud de una función Box-Cox lineal. Los resultados indican que el precio de los inmuebles y sus características estarían relacionados de forma Log-Log. Las variables más significativas para explicar sus precios serían *Superficie Cubierta*, *Antigüedad*, *Cantidad de pisos* del edificio, *Cocheras*, y *Cercanía a una Plaza*. La variable relacionada con el transporte público influiría negativamente en los precios, pero con un valor pequeño y significativo solamente al nivel de 15%

JEL: Q25

Keywords: Hedonic pricing, air pollution, real estate pricing

---

\* Agradezco a Ezequiel Schwartz y Matías Mirvois por sus tareas como ayudantes, a los directivos del Sistema de Ofertas Múltiples por la cesión de los datos, a Angel Capurro (†) por la versión completa del "Estudio sobre el ruido y alternativas para su mitigación en la Ciudad de Buenos Aires" del Plan Urbano Ambiental, a Marcelo Hasse de la Comisión Nacional de Regulación del Transporte por las frecuencias del transporte público de pasajeros de la Ciudad, a Viviana Burijsen por sus aclaraciones sobre el mencionado estudio de ruido y a Aida Freise por la bibliografía del Programa de Aire Limpio de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Finalmente, también agradezco los comentarios de los participantes del Seminario "Economía Urbana y Medio Ambiente" organizado por el Posgrado de Economía Urbana de la Universidad Torcuato Di Tella, los del Seminario de Economía de UCEMA y los del Seminario "Integración Económica, Convergencia, Recursos Humanos y Economía Ambiental" organizado por la Universidad Nacional de Tucumán y la Universidad de Alcalá (España).

## I. Introducción

Es generalmente reconocido que evaluar los beneficios de mejoras (o los costos de empeoramiento) en la calidad del medio ambiente es una tarea compleja por el hecho que dicha calidad no tiene un mercado en el cual se le asigne un precio. No obstante, algún tipo de valuación es posible y existen distintas maneras de hacerla, las cuales están ampliamente difundidas en la literatura (para una referencia general, ver Naley y Spash 1993, o Azqueta Oyarzún 1994). Las metodologías de valuación pueden clasificarse en dos categorías: valuación a través de la creación de mercados artificiales y valuación a través de mercados indirectos (de otros bienes o servicios relacionados con la contaminación del ambiente). En el primer caso, la llamada valuación contingente consiste en tratar de inferir el valor que la gente le asigna al “bien ambiental” (e.g., aire limpio o menor ruido) a través del tratamiento econométrico de una encuesta de "disponibilidad a pagar" (DAP) por dicho bien<sup>1</sup>. En el segundo caso, se trata de usar información de mercados verdaderos para inferir las características de un mercado potencial como el de la contaminación. Los tres métodos más importantes que aplican esta idea son el de “costos evitados”, "costos de transporte" y el de “valuación hedónica”.

La idea básica del primero de esos métodos es calcular los beneficios de reducir la contaminación considerando los costos que se evitarían en ese caso. Existe literatura sobre reducciones de producción agrícola o pesquera (e.g., Adams 1983 o Kahn y Kemp 1985), pero en la mayoría de los casos se trata de costos en salud ahorrados (muertes, hospitalizaciones, consultas médicas, etc.)<sup>2</sup>. El segundo de dichos métodos (el de "costos de transporte") es generalmente utilizado para valorar lugares de recreación, como parques nacionales. Se usan los costos de transporte (más los de entrada, los gastos realizados en el lugar y los costos de capital necesarios –por ejemplo, una caña de pescar o un bote-) como una manera de aproximar la disponibilidad a pagar por mantener el medio ambiente de esos lugares en buen estado<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Este método surgió como una propuesta de cálculo de los beneficios de reducir la erosión (Ciriacy-Wantrup, 1947). Sin embargo, Davis (1963) fue el primero en implementar realmente una encuesta de valuación contingente a los visitantes de los Bosques de Maine en Estados Unidos. Innumerables artículos han sido escritos desde la década del 70, y han usado encuestas para temas tan variados como calcular la disposición a pagar para evitar la suciedad que la contaminación del aire causa a los inmuebles (e.g., Ridker, 1967), para reducir la congestión (e.g., Cicchetti and Smith, 1973), para mejorar la visibilidad (e.g., Randall et al, 1974), entre otros. Para una bibliografía completa del método de valuación contingente (1674 referencias), consultar Carson et al (1994). A nivel regional, existen también algunos casos de aplicación de este método (e.g., para la contaminación del aire en Santiago de Chile ver Alvarez et al., 1997).

<sup>2</sup> Se ha usado este método para calcular las pérdidas económicas por el escaso suministro de agua potable calculadas a través de los respectivos costos en salud (Harrington et al., 1989). Pero, esta metodología ha sido además muy utilizada por el Banco Mundial para medir los beneficios de reducir la contaminación del aire y la contaminación sonora en varios países en vías de desarrollo (Maddison et al, 1997). También se usan los “costos en salud evitables” para las evaluaciones de las regulaciones sobre calidad del aire en (ver, por ejemplo, US-EPA, 1996a y 1996b). A nivel regional, existen también antecedentes de este tipo de valuaciones. Por ejemplo, se han realizado estimaciones de los costos de salud asociados a la falta de servicios sanitarios en las áreas urbanas en 22 estados de Brasil (Seroa Da Motta, 1995), y la contaminación del aire en Santiago de Chile (Cifuentes, 2000).

<sup>3</sup> El método de costos de viaje se adjudica a Harold Hotelling, quien, en una carta al Director de Parques Nacionales de Estados Unidos de 1947, se lo recomienda como una forma de valuación del excedente del consumidor por el uso de los mismos. También hay numerosa literatura al respecto pero menos vinculada con temas de contaminación y más con áreas naturales.

Si bien existen varios métodos de valuación, el uso de una u otra metodología depende del tipo de impacto que se quiere cuantificar. Hay dos grandes categorías de valor del medio ambiente que puede verse afectado: valor de uso y valor de no uso. En el primer caso, es el valor ligado a la utilización directa o indirecta del recurso natural o el medio ambiente en cuestión. En el segundo caso, es el valor que se deriva del recurso natural o del medio ambiente no ligado al uso del mismo<sup>4</sup>. En general, solamente los métodos directos (encuestas) brindan la posibilidad de captar todo el valor económico, mientras que los métodos indirectos solamente captan el valor de uso (para un análisis más detallado entre la elección de la metodología y el tipo de valor, ver Banco Mundial 1998).

En este contexto, este trabajo se propone valorar los daños que la contaminación del aire y por ruido generan en los habitantes de la Capital Federal. El método de valuación elegido es el tercero de los métodos indirectos arriba enunciados: la valuación hedónica. La razón de dicha elección tiene que ver con la creencia de que el daño por contaminación es principalmente en el valor de "uso" del medio ambiente local, de allí que se elige un método indirecto. Pero, también se trata de hacer una primera aproximación a un método de valuación hasta ahora no utilizado en este contexto en Buenos Aires<sup>5</sup>.

El resto de este artículo está organizado de la siguiente manera: la presentación del modelo empírico utilizado (Sección II), los datos disponibles para la estimación en cuanto al ruido y a la contaminación del aire en la Ciudad de Buenos Aires (Sección III), los resultados obtenidos (Sección IV) y, finalmente, en la Sección V, se presentan las conclusiones.

## II. La Metodología de Valuación Hedónica

La idea básica de la metodología de valuación hedónica es que en el precio de algunos bienes, está implícito el precio de cada uno de sus atributos<sup>6</sup>. Estos bienes compuestos dan utilidad a los consumidores en base a las características que los componen. Pero esas características no se transan separadamente sino que se transfieren en un "paquete" al comprar el

---

<sup>4</sup> El valor de uso puede adoptar distintas formas: *valor directo o extractivo* (por ejemplo, el valor de extraer madera de un área forestal o pescar en un lago), el *valor indirecto o no extractivo* relacionado no con bienes sino con servicios que provee el medio ambiente (por ejemplo, posibilidades de recreación de un parque), y *valor de opción* (por ejemplo, el de personas que no están utilizando un recurso hoy pero le asignan valor a poder usarlo en el futuro). De la misma manera, el valor de no uso incluye dos tipos de conceptos: *valor de existencia* (es el valor que se le asigna al recurso en cuestión solamente porque exista, aunque no se lo use) y *valor de herencia* (es el valor que se asigna porque el recurso en cuestión esté disponible para las futuras generaciones).

<sup>5</sup> Los antecedentes de valuación económica de impactos ambientales realizados en Argentina tienen que ver con: *a) en cuanto a la valuación contingente*: valor por reducir el riesgo de inundaciones del río Reconquista en el marco de un proyecto del Banco Interamericano de Desarrollo (Banco Mundial, 1995), valor por cloacas en la cuenca del río Matanza-Riachuelo (Banco Mundial, 1995), *b) en cuanto a la valuación hedónica*: valor de la reducción de zonas inundables en la cuenca del río Matanza-Riachuelo (Banco Mundial, 1995), el valor de las plazas en la Capital Federal (Gómez Mera, 1998), y la valuación de la contaminación en la Ciudad de La Plata (Angeletti, 2000), los tres a través del precio de los inmuebles circundantes, y *c) en cuanto a los "costos evitados en salud"*: valor de la contaminación del aire en el Área Metropolitana de Buenos Aires (Conte Grand, 1998), beneficios en salud e la conversión del transporte público de pasajeros y de carga en el Área Metropolitana de Buenos Aires (Barrera, Conte Grand y Gaioli, 1999, entre otros).

<sup>6</sup> También hay numerosos trabajos sobre valuación hedónica para algo que no es un bien, como ser el valor de una vida estadística a través del precio implícito por un trabajo más riesgoso o más contaminante.

bien. El origen de la metodología se remonta a los trabajos de Andrew Court y Zvi Griliches sobre la valorización de las distintas particularidades de los automóviles (para un análisis de los trabajos pioneros de estos autores, ver Goodman, 1998).

Aquí se trata de valorar cuánto estarían dispuestos a pagar los habitantes de una ciudad como Buenos Aires por una menor contaminación. Por ende es relevante el uso del mercado inmobiliario, siendo la calidad del ambiente en el cual se encuentran los inmuebles una de sus características. En este contexto, el método consiste en estimar el precio de las viviendas como función de: a) sus propias características –el número de habitaciones, el tamaño del jardín o si tiene cochera, etc.-, b) las características del barrio –tasa de criminalidad, escuelas en la proximidad, composición racial y educacional de la población, etc.-, y, c) la calidad ambiental –niveles de contaminación, proximidad a espacios verdes, etc.-. Luego, de esa función estimada, se derivan los precios implícitos de las variables ambientales a través de su efecto sobre el precio de los inmuebles. Si los consumidores están dispuestos a pagar un precio mayor por una casa o departamento que está ubicada en una calle más silenciosa o limpia (y todas las demás características son las mismas), entonces esa preferencia debería reflejarse en el precio de ese tipo de inmuebles<sup>7</sup>.

Más precisamente, siguiendo a Rosen (1974), puede pensarse que el precio de la contaminación es el resultado de un equilibrio entre demanda y oferta en un mercado que solamente existe implícitamente en el mercado real de inmuebles. Así, del lado de la demanda, puede pensarse en un equilibrio en que cada consumidor maximiza su utilidad decidiendo asignar su ingreso ( $y$ ) entre la compra de una casa (y por ende de sus características: denominadas con  $z=z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ ) y otros bienes (denominados con  $x$ ), cuyo precio  $-p(x)-$  se normaliza en 1 para simplificar la exposición. Así:

$$\max_{x,z} U(x,z) \text{ sujeto a } 1 \cdot x + p(z) \cdot 1 = y \quad (1)$$

Cada consumidor, por lo tanto, decide de acuerdo con la siguiente condición de primer orden:

$$\frac{\partial U / \partial z_i}{\partial U / \partial x} = \frac{\partial p}{\partial z_i} \quad (2)$$

la cual indica la condición usual que la tasa marginal de sustitución entre el consumo de cada característica y el consumo de otros bienes debe igualarse al precio relativo de la característica con respecto a los otros bienes (cuyo precio está normalizado a 1).

A su vez, del lado de la oferta hay distintos "productores" de inmuebles (que principalmente difieren en sus estructuras de costos). Así, el problema de maximizar los beneficios por cada inmueble son:

---

<sup>7</sup> Existe también abundante literatura sobre valuación hedónica. La misma ha sido usada para valorar el nivel de ruido cerca de los aeropuertos (Kerry Smith y Huang, 1995), la calidad del aire urbano (Brookshire et al, 1982), el valor del ruido y las vibraciones causadas por el transporte (Hidano, Hayashiyama, and Inoue, 1993), el valor de tener una fuente de agua propia (Griffin y North, 1993), etc.

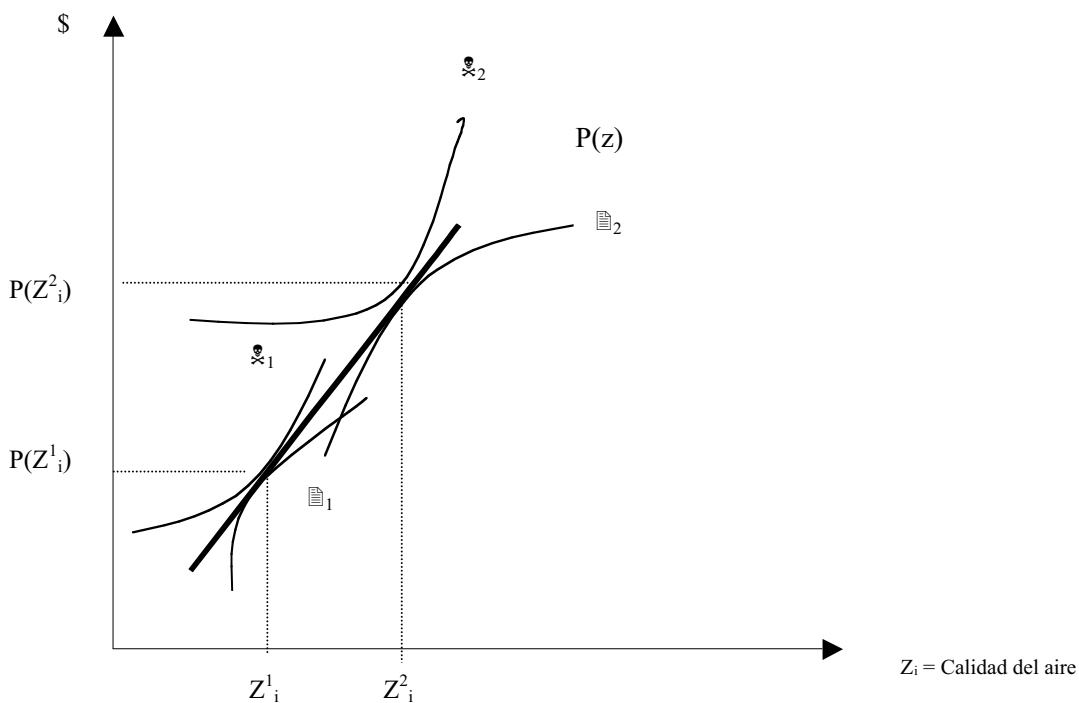
$$\max_z \pi = p(z) - C(r, z) \quad (3)$$

donde  $r$  son los precios de los factores y  $C$  la función de costos. La condición de primer orden resultante es que el precio sea igual al costo marginal de producir cada característica:

$$\frac{\partial p}{\partial z_i} = \frac{\partial C}{\partial z_i} \quad (4)$$

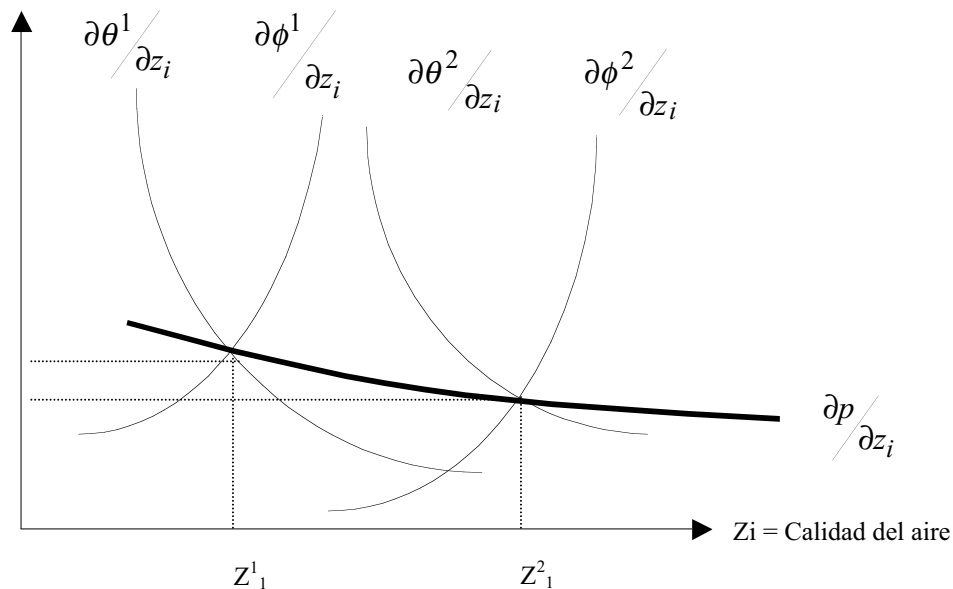
Conociendo el lado de la demanda y el de la oferta se puede derivar de donde proviene la función hedónica  $p(z)$  que se trata de estimar. Más precisamente, las "bid curves" (o funciones de cotización) describen el monto que cada consumidor puede pagar por el inmueble con características  $z$  para mantener cierto nivel de utilidad, dado su ingreso (y sus gustos u otras características particulares, representados por  $\mathcal{X}$ ). Estas curvas se pueden expresar como:  $\theta(z; \bar{U}, y, \alpha)$ . Si, como es usual, la función de utilidad se supone estrictamente cóncava y las características son bienes normales, las  $\theta$  son crecientes en  $z_i$  pero a una tasa decreciente. A su vez, las "offer curves" (curvas de pedido) se pueden escribir como:  $\phi(z; \pi, r, \beta)$ , donde los  $\phi$  son parámetros de la función de costos respectiva. Si la función de costos es convexa, los  $\phi$  son constantes o positivos y no decrecientes en  $z_i$ .

**Figura 1. Función de precios hedónica**



La figura 1 muestra que la función hedónica surge por la tangencia de las "bid curves" (siendo  $\theta_1$  y  $\theta_2$  dos consumidores que difieren en su ingreso -y- o en sus gustos - representados por  $\alpha$ -) y de las "offer curves" (siendo  $\phi_1$  y  $\phi_2$  dos oferentes que difieren en sus parámetros tecnológicos - $\omega$ -). A su vez, la Figura 2 muestra las disponibilidades marginales a pagar o a ofrecer por la característica  $z_i$  y los correspondientes puntos de equilibrio. Se puede definir la función de precios hedónica como una descripción del equilibrio de mercado de la característica  $z_i$  ya que en cada uno de sus puntos ciertos demandantes y ciertos oferentes igualan su valoración marginal por la misma (el aumento de precio necesario para compensar al oferente por el aumento de una unidad de la característica  $z_i$  es igual al monto que está dispuesto a pagar un demandante por aumentar su consumo de la característica  $z_i$ ).

**Figura 2. Curvas derivadas de la característica  $z_i$**



Es importante notar que de la función hedónica solamente se pueden derivar las disponibilidades *marginales* a pagar y a ofrecer en equilibrio para cada característica  $z_i$ , o sea el precio implícito de  $z_i$ .

$$\frac{\partial p(z)}{\partial z_i} = p_i(z) \quad (5)$$

Para derivar la verdadera curva de demanda y de oferta por la característica  $z_i$ , sin embargo, debe procederse a un paso adicional, esto es, estimar cada una de las curvas por separado, incorporando para ello variables exógenas que permitan identificar a cada una de ellas. Dichas variables exógenas serían el ingreso y las características individuales - $\alpha$ - como edad,

educación, etc., para la demanda, y el precio de los factores y parámetros tecnológicos ( $\alpha$ ) para la oferta<sup>8</sup>:

$$\begin{aligned} p_i(z) &= D_i(z; y, \alpha) \\ p_i(z) &= S_i(z; r, \beta) \end{aligned} \tag{6}$$

La estimación de este sistema de  $2n$  ecuaciones con  $2n$  incógnitas ( $P_i$  y  $z_i$ ) para todas las características:  $i=1, \dots, n$ , requiere contar con datos bastante detallados (y por ende, no fácilmente disponibles) de las personas que compran y venden los inmuebles (o como proxies, los datos de las que compran o venden los inmuebles en la zona en que éstos están situados, los cuales generalmente provienen de datos censales)<sup>9</sup>. Pero, la gran ventaja de contar con estimaciones de dichas curvas es que se pueden hacer cálculos de cambios en el bienestar no marginales (ver al respecto, la discusión originada en el artículo de Ridker y Henning 1967: Freeman 1971 y 1974, Polinsky y Shavell 1975, Small 1975, y Harrison y Rubinfeld 1978b, entre otros). Aquí este segundo paso no se considera relevante, ya que la única intención de este trabajo es investigar si es que hay una valoración positiva de la contaminación en el precio de las casas y no una valuación hedónica de determinada política que pueda alterar de manera discreta los niveles de contaminación (o incluso que cambie los patrones de transporte). Por ende, solamente se lleva a cabo una estimación de la función hedónica.

### III. Los datos y la estrategia empírica

#### III. A. 1. Datos inmobiliarios

La información sobre precios y características de inmuebles puede obtenerse de diarios de gran circulación (aunque en ese caso los datos son poco homogéneos y se reportan unas pocas variables en cada aviso clasificado, por cuestiones de espacio) pero también de los numerosos sistemas inmobiliarios en la Argentina, muchos de los cuales abarcan la Capital Federal (al menos 30 de ellos se encuentran agrupados en Internet bajo [www.inmobiliario.com.ar](http://www.inmobiliario.com.ar)). Sin embargo, aunque pueden hacerse búsquedas específicas en dichos sistemas, no es posible "bajar" todos los datos de cada una de dichas propiedades. Por ello, los datos que aquí se utilizan han sido cedidos por Servicio de Ofertas Múltiples S.O.M. especialmente para este trabajo<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> Nótese que hay casos particulares en los cuales no es necesario mirar condiciones de rango o de orden para saber si las dos curvas pueden ser identificadas. Estas son cuando: 1) los oferentes son iguales ( $\alpha =$ ) y por ende los movimientos de las disponibilidades marginales a pagar ( $\beta \neq$ ) identifican la oferta (la cual entonces coincide con  $p_i(z)$ ), 2) los consumidores son iguales ( $\beta =$  e  $y =$ ) y por ende las ofertas marginales identifican la demanda (la cual entonces coincide con  $p_i(z)$ ), y, 3) si los consumidores son iguales y también lo son los oferentes, entonces, el equilibrio es un solo punto.

<sup>9</sup> Aplicaciones de este tipo de estimación pueden encontrarse en Harrison y Rubinfeld (1978a) y Witte, Sumka y Erekson (1979), entre otros.

<sup>10</sup> El SOM es procesado por el Club de Inmobiliarias S.A., es el primero de dichos sistemas ya que existe desde el año 1982, y es uno de los pocos con cobertura nacional y a los países vecinos. Existen otras redes del mismo tipo en Buenos Aires como [www.buscainmueble.com.ar](http://www.buscainmueble.com.ar), [www.argenprop.com.ar](http://www.argenprop.com.ar), [www.habitarum.com/](http://www.habitarum.com/), entre otras. De los 406 datos provistos, solamente 6 presentaron incongruencias como nombres de calle que no pertenecían al barrio o les faltaban datos claves como la superficie cubierta.

La muestra consiste en 406 departamentos en venta en el Barrio Norte de la Capital Federal el día 30/7/97. La idea de elegir un solo barrio es que sea aproximadamente homogéneo en términos de las características del barrio: tasa de criminalidad, calidad de las escuelas, etc. Ese hecho ayuda para no tener que usar ese tipo de variables, cuya disponibilidad es claramente limitada.

Los datos originales contienen información general, que abarca: si se trata de una casa o un departamento, el barrio, calle y número<sup>11</sup> donde se sitúa el(la) mismo(a), así como el precio pedido<sup>12</sup> y si se trata de una operación de alquiler o venta. Aquí, se seleccionaron departamentos (y se excluyeron las casas) por ser el tipo de inmueble predominantes en la zona, y se tomaron las que estaban en venta (y no en alquiler) por considerar que dicha operación es de más largo plazo y por ende lleva a una decisión que implica tomar más en consideración el tipo de inmueble y su medio. Para cada inmueble se cuenta con 21 características, las cuales se reportan en el Anexo A. A los datos originales se los modificó para poder correr la regresión de precios hedónicos (el detalle de las variables construidas también se detallan en el Anexo A).

### III. A. 2. Datos de contaminación

Existen datos de contaminación del aire y ruido (los dos temas referidos al medio ambiente potencialmente más relevantes al momento de la elección de un inmueble en una ciudad) para la Ciudad de Buenos Aires.

En términos de datos de contaminación por ruido, ha habido varios muestreos. Las mismas han tenido lugar en 1972, en el período 1996-1998 y en el año 1999 (ver al respecto: Marchetti, Brunstein y Burijson 1998, y, Santanatoglia 1999). La Tabla B.1. del Anexo B sintetiza las diferencias entre las distintas campañas de monitoreo del ruido en la Ciudad. No obstante constituir un avance, si se combinan los puntos dónde ha habido monitoreo (27 en 1972, 77 en 1996, 15 en 1997, 9 en 1998 y 28 en 1999) con los puntos dónde están localizadas la muestra de viviendas, queda claro que no bastan los lugares relevados para utilizar dichos resultados como variable de contaminación ambiental por ruido en un estudio de valuación hedónica. Esto podría hacerse si se utilizara un modelo de difusión del ruido (combinando tránsito y características de las calles con muestreos) que diera como resultado un mapa de sus niveles en la Ciudad con un grado mayor de detalle.

Por otro lado, los datos de contaminación del aire son también bastante dispersos porque la ciudad no cuenta con una red de monitoreo. Sí hay algunas estaciones fijas. La Fundación Siglo 21 posee una estación fija en Corrientes y Talcahuano que mide CO desde 1992. El Laboratorio de Vigilancia Atmosférica dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Espacio Público del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires tiene una estación fija en Palermo (Av. Ortiz de Ocampo y Las Heras) donde se mide NO, NO<sub>2</sub>, humos, CO, PST, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, Material Particulado Sedimentable y Pb<sup>13</sup>. Finalmente, el Instituto de Ciencias de la Atmósfera (INQUIMAE) de la Universidad de Buenos Aires posee desde 1996 una estación fija en Av.

---

<sup>11</sup> El número del inmueble reportado en la base de datos es el correspondiente a la esquina más cercana. No se reporta el número exacto del mismo por cuestiones de seguridad.

<sup>12</sup> Se trata de precios *pedidos* y no efectivamente pagados. Esto es así porque una vez que se vende el inmueble se da de baja del sistema.

<sup>13</sup> A título puramente anecdótico, de acuerdo con <http://members.es.tripod.de/MalosAires/estado-aire.htm> la primera medición de la calidad del aire a nivel de la Ciudad fue en 1964.



Belgrano al 1500 donde se monitorean también varios contaminantes. La Tabla B.2. del Anexo B resume la información existente en la Ciudad de Buenos Aires con respecto a la calidad del aire. Pero, de la misma manera que con el tema del ruido, las mediciones son aisladas, aunque si existen estudios de modelos de difusión para aproximar niveles de contaminación con más detalle (para un resumen de los mismos, ver Tarela 2000).

Dada la imposibilidad de trabajar directamente con datos de contaminación, la opción aquí usada consistió en tomar como proxy de la misma el transporte público de pasajeros. Hay acuerdo a nivel internacional que el mismo representa una parte sustancial de la contaminación urbana del aire (ver por ejemplo, Heil y Pargal 1998). Esta aseveración se confirma a nivel local, ya que según Marchetti, Brunstein y Burijsón (1998), el 67% del nivel de ruido ambiental de la Ciudad de Buenos Aires estaría determinado por el tráfico vehicular, mientras que Santanatoglia (1999) estima que dicho porcentaje asciende al 80%. Claramente el tráfico vehicular incluye al transporte de carga, particular y público de pasajeros, pero en el análisis empírico se toma el transporte de colectivos solamente. Esto es por tres motivos principales: por ser el transporte de carga no relevante para la zona de Barrio Norte, por no disponer de datos para tránsito de vehículos particulares (excepto los de las campañas de ruido que en algunos casos midieron flujo de tráfico y el de las entradas principales a la Capital Federal - los 16 cruces de la Av. Gral. Paz y los 7 puentes sobre el Riachuelo-), y por existir información sistematizada por la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) sobre los recorridos y las frecuencias de los colectivos que circulan por la Ciudad de Buenos Aires. Así, se construyó una variable (*TotalMicros*) que está definida como:

$$TotalMicros = \epsilon (Líneas * Frecuencias) \quad (7)$$

Donde *Líneas* es el número de líneas de colectivos que pasan por enfrente del inmueble (si la línea tiene varios ramales, se computa el número de los mismos) y *Frecuencia* es el número de colectivos autorizados a hacer ese recorrido por la CNRT (está expresado en servicios/día). De las 143 líneas que circulan por la ciudad, 61 recorren el área seleccionada. La variable *TotalMicros* debe permitir entonces diferenciar entre un entorno más contaminado y uno menos contaminado ya que no registra solamente que pasen colectivos o no sino cuantos de ellos, y por ende el coeficiente asociado a la misma debería ser negativo<sup>14</sup>.

### III. A.3. Otras variables relevantes

Hay al menos otras dos variables además de las características de los inmuebles y el tránsito vehicular que se tomaron en cuenta por tener algún efecto sobre el precio de los mismos: la cercanía a espacios verdes y la cercanía al tren subterráneo (subte).

Con respecto a la primera de dichas variables, en el área de los datos inmobiliarios de la muestra hay 17 plazas. La variable construida *Plaza* consiste en el número de cuadras a la plaza más cercana. Se espera que el coeficiente estimado de la misma sea negativo (cuanto más lejos la plaza, menos valor) porque es de esperar que a la gente le interese vivir en frente a una plaza por la vista de la misma o en las cercanías de la misma. No se consideran diferencias en cuanto al área de la plaza o a la calidad de la misma por considerar que es un detalle excesivo para datos tan limitados.

<sup>14</sup> Podría argüirse sin embargo que una mayor frecuencia de servicios de transporte tiene un impacto positivo sobre el valor de los inmuebles por su mayor acceso al transporte, pero este factor debería tener una importancia menor.

Con respecto a otros medios de transporte, se incorpora una variable para el *Subte* ya que en la zona hay 2 estaciones de la línea C (Constitución-Retiro) y 8 estaciones de la línea D (Catedral-Juramento). Esta variable está expresada en número de cuadras desde el inmueble en cuestión a la boca más cercana de subte y captura el efecto transporte en el sentido que vivir cerca del subte permite movilizarse más fácilmente<sup>15</sup>.

### III. B. Estrategia empírica

Las variables y los principales estadísticos de las variables utilizadas en el análisis empírico se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Variables y sus principales estadísticos**

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desvío
<i>Precio</i>	26,000	800,000	201,220	159,000	156,824
<i>Aire acondicionado</i>	0	1	0.27	0	0.44
<i>Antigüedad</i>	0	80	26.19	25	18.24
<i>Baños</i>	1	5	1.61	1	0.80
<i>Baulera</i>	0	1	0.52	1	0.50
<i>Calefacción</i>	0	1	0.38	0	0.49
<i>Cantidad de pisos</i>	2	32	10.44	10	4.47
<i>Cocheras</i>	0	5	0.58	0	0.80
<i>Palier</i>	0	1	0.49	0	0.50
<i>Piso</i>	0	26	5.13	4	3.70
<i>Superficie cubierta</i>	21	600	141.83	120	94.05
<i>Teléfono</i>	0	5	0.93	1	0.49
<i>Ubicación planta</i>	0	1	0.69	1	0.46
<i>Totalmicros</i>	0	4541	668.3	339	886.14
<i>Plaza</i>	0	8	2.19	2	1.67
<i>Subte</i>	0	13	5.66	5	3.38

Nota: Para el conjunto de estas variables, n=267 (la diferencia con n=400 de toda la muestra es por valores faltantes en alguna o varias de ellas).

Un tema metodológico empírico no menor en cuanto a la valuación hedónica es la forma funcional que puede adoptar la función hedónica  $p(z)$ . Generalmente se piensa que dicha función no es lineal ya que ello implicaría que el precio implícito de una mayor calidad del aire es el mismo partiendo de una situación de alta como de baja contaminación<sup>16</sup>. Entonces, en caso de ser no lineal, pueden darse principalmente dos escenarios extremos: que el precio implícito de la calidad del aire (o de otra de las características del inmueble) sea mayor (o menor) cuanto mayor es el nivel (la calidad) de la que se parte. Para tomar en cuenta este factor, en la literatura de valuación hedónica se utiliza un tipo de función flexible llamada Box-Cox lineal (por la

<sup>15</sup> Seguramente hay un efecto transporte referido a los colectivos pero no se puede capturar a nivel individual porque cercanía a cualquier colectivo no es un dato relevante. La diferencia con la variable *Subte* es que esa representa el acceso a una red troncal, no a un simple recorrido.

<sup>16</sup> Además, la consecuencia inmediata de ello sería que los  $p_i(z)$  son constantes y por ende no puede hacerse la estimación de demandas (ni de ofertas).

publicación de dichos autores de 1964)<sup>17</sup>. La misma tiene la siguiente forma (en notación matricial):

$$p^\theta = \delta_0 + \delta_1 \cdot Z_i^\lambda + u \quad (8)$$

siendo  $p^\theta = \frac{p^\theta - 1}{\theta}$  el vector (nx1) de precio de los inmuebles sujeto a una transformación,  $\delta_0$  la constante a estimar,  $\delta_1$  un vector de coeficientes (nxk) a estimar para cada característica,  $Z_i^\lambda = \frac{Z_i^\lambda - 1}{\lambda}$  las características sujetas a una transformación, y  $u$  el término de error (nx1) con las hipótesis usuales de media cero y varianza constante. Los casos particulares de los parámetros  $\lambda$  y  $\theta$  dan lugar a las funciones que se detallan en la Tabla 2<sup>18</sup>.

**Tabla 2. Formas funcionales derivadas de la función Box-Cox lineal**

Forma Funcional	Valores de $\lambda$ y $\theta$
Lineal	$\lambda = \theta = 1$
Log-Log	$\lambda = \theta = 0$
Log-Lin	$\lambda = 0, \theta = 1$
Lin-Log	$\lambda = 1, \theta = 0$

#### IV. Resultados obtenidos



Los resultados obtenidos de la estimación de la función (8) se detallan en la Tabla 3. La conclusión más contundente que surge de los datos es que la *Superficie Cubierta* es en todos los casos un determinante (positivo y significativo) del precio del inmueble. En el extremo opuesto, *Aire Acondicionado* arroja el signo esperado (si tiene aire el inmueble, su precio es mayor) pero no es significativo en ningún caso. Este resultado puede deberse a la poca variabilidad de dicha variable (75% de las observaciones son ceros). En esa misma situación (signo esperado pero no

<sup>17</sup> También existe en la literatura de valuación económica ambiental el uso de funciones Box-Cox cuadráticas (ver por ejemplo, Rasmussen y Zuehlke, 1990) cuyo principal agregado son términos al cuadrado y cruzados. Pero, de acuerdo con Cropper, Deck y McConnell (1988), el uso de la función Box-Cox lineal es más apropiado cuando ciertas variables explicativas no son observables y se omiten o se reemplazan con proxies. Ese parece ser el caso de la mayoría de las estimaciones hedónicas y aquí lo es con seguridad.

<sup>18</sup> Nótese que las variables dummies (o aquellas que sin ser dummies tomen valores cero) solamente pueden ser transformadas restringiendo a  $\theta > 0$ . Si ese no fuera el caso,  $0^\theta \rightarrow$  infinito. Claramente las variables no transformadas aparecen en (8) como con  $\theta = 1$ . Otra restricción del modelo Box-Cox es que las variables transformadas tienen que tomar valores positivos (esto es así porque sino si por ejemplo  $\theta = 1/2$ , la raíz de un número negativo es imaginaria).

significativo) está *Piso* (cuanto más alto el piso en que se sitúa el departamento, más cotizado está).

**Tabla 3. Resultados obtenidos**  
(variable dependiente: Precio en miles, n=247)

Variables independientes	Lineal	Log-Log	Log-Lin	Lin-Log	Box-Cox
<i>Constante</i>	-21.63 (23.29)	0.34* (0.16)	3.99* (0.56)	-613.9* (204.5)	-0.25 (0.73)
<i>Aire acondicionado</i>	4.40 (8.77)	0.03 (0.03)	0.04 (0.05)	5.74 (11.69)	0.03 (0.03)
<i>Antigüedad</i>	-0.64* (0.41)	-0.003* (0.001)	-0.002 (0.002)	-0.14 (0.41)	-0.003* (0.001)
<i>Baños</i>	2.98 (6.38)	0.009 (0.04)	-0.03 (0.04)	43.21* (19.23)	0.02 (0.05)
<i>Baulera</i>	5.85 (9.52)	-0.01 (0.03)	0.15** (0.08)	-11.97 (14.99)	-0.01 (0.03)
<i>Calefacción</i>	-10.77 (9.66)	-0.09* (0.04)	-0.18* (0.07)	3.52 (14.1)	-0.089* (0.04)
<i>Cantidad de pisos</i>	1.63*** (1.16)	0.04 (0.05)	0.01*** (0.007)	14.21* (19.45)	0.04 (0.05)
<i>Cocheras</i>	21.07** (12.26)	0.06* (0.03)	0.04 (0.03)	36.71* (12.47)	0.07* (0.03)
<i>Palier</i>	14.65 (12.37)	0.05 (0.04)	0.13*** (0.09)	10.83 (16.52)	0.04 (0.04)
<i>Piso</i>	1.99 (1.57)	0.006 (0.005)	0.004 (0.007)	2.59 (1.89)	0.006 (0.005)
<i>Superficie cubierta</i>	1.28* (0.07)	0.97* (0.04)	0.006* (0.003)	149.88** (81.31)	1.24* (0.34)
<i>Teléfono</i>	3.83 (8.16)	0.01 (0.03)	-0.07*** (0.04)	17.96*** (11.86)	0.02 (0.03)
<i>Ubicación planta</i>	-11.51 (10.74)	-0.02 (0.04)	0.12* (0.06)	-22.22 (18.52)	-0.02 (0.03)
<i>Totalmicros</i>	-0.005 (0.005)	-0.00003*** (0.00002)	-0.00001 (0.00003)	-0.007 (0.01)	-0.00002*** (0.00002)
<i>Plaza</i>	-3.99 (3.05)	-0.02** (0.001)	-0.01 (0.01)	-5.49 (4.31)	-0.02* (0.009)
<i>Subte</i>	4.79** (2.70)	0.02* (0.007)	0.01 (0.009)	6.59* (3.12)	0.02* (0.006)
	1	0	0	1	-0.006 (0.05)
	1	0	1	0	-0.06 (0.09)
<i>Log-Likelihood</i>	-1,465.94	-1,312.65	-1,407.50	-1,520.05	-1,312.23
<u>Test</u>					
<i>Log-Likelihood Ratio</i>	307.42	0.84	190.54	415.64	

Nota: Todos los modelos son estimados con LIMDEP 6.0

Entre paréntesis se reportan los desvíos estándares. Obviamente el valor de los coeficientes estimados no es directamente comparables por tratarse de diferentes formas funcionales.

\* es significativo al 5%, \*\* es significativo al 10%, \*\*\* es significativo al 15%

Por otro lado, el signo (aunque no la significación) de la variable más relevante para este estudio que es *Totalmicros* es congruente entre formas funcionales (cuanto más micros pasan por ese inmueble, menor es su valor. Este es también el caso para: *Antigüedad* (cuanto más viejo es el inmueble, menor es el valor), *Cantidad de pisos* (cuanto más alto el inmueble, mayor su precio), *Cocheras* (tener 1 o más, aumenta el valor), *Palier* (a Palier privado o semi-privado, mayor precio), *Plaza* (cuanto menos cerca se está de una plaza, menor es el valor del inmueble), y *Subte* (cuanto más lejos de este medio de transporte, mayor el precio del departamento). Finalmente, o los signos o la significación son congruentes para las variables: *Baños*, *Baulera*, *Calefacción*, *Teléfono*, y *Ubicación Planta*. Resulta entonces relevante hacer algún tipo de test para ver la forma funcional más adecuada y reinterpretar los resultados a la luz de la misma.

Se eligió el test de Log-Likelihood Ratio (razón de máxima verosimilitud) para testear las formas funcionales (ver al respecto, Davidson y Mc Kinnon 1985), según el cual el estadístico a calcular es:

$$\mathcal{F}_{\text{calc}}^2 = 2*(\ln L_{\text{NR}} - \ln L_{\text{R}}), \sim \mathcal{F}_{J}^2 \quad (9)$$

donde  $\ln L_{\text{NR}}$  y  $\ln L_{\text{R}}$  son los log-likelihood de la forma no restringida (Box-Cox) y restringida (lineal, log-log, log-lin y lin-log) respectivamente, y  $J$  es el número de restricciones que se imponen (aquí  $J=2$  en todos los casos ya que se imponen restricciones sobre  $\beta$  y sobre  $\alpha$ ). Dado que el valor de tabla para  $\alpha = 5\%$  es 5.99, se rechazan las formas funcionales lineal, Log-lin y Lin-log, pero no Log-Log. Ese mismo resultado se obtiene de un test de Wald sobre la función Box-Cox para  $H_0: \beta = 0, \alpha = 0$ , cuyo valor crítico es 0.82.

Una vez adoptada la forma funcional Log-Log como la que a priori puede considerarse válida (al menos no se rechaza), la variable *Totalmicros*, proxy de la contaminación es significativa al 15%. La magnitud y signo de su coeficiente puede interpretarse así: un aumento de 100% en el número de colectivos diarios, bajaría el precio de los inmuebles en un 0.003% (dado el precio medio de los mismos de 201,200), lo cual implicaría una reducción de \$6. Claramente el efecto no sería muy significativo en términos de valor. Del resto de los coeficientes, de los que tienen el signo francamente esperado son significativos (además de *Superficie Cubierta* (+)): *Antigüedad* (-), *Cocheras* (+), y *Plaza* (-), y no lo son (además de *Aire Acondicionado* (+) y *Piso* (+)): *Baños* (+), *Cantidad de Pisos* (+), *Palier* (+), y *Teléfono* (+).

Signos relativamente extraños dan: *Ubicación planta* (es negativo por lo cual un departamento al frente valdría relativamente menos, pero no es tan importante ya que no es significativo este resultado), *Calefacción* (es negativo y significativo, por lo cual tener calefacción individual hace que el inmueble valga menos), y *Subte* (positivo y significativo, por lo cual estar relativamente más lejos del subte sería mejor). El resultado de *Calefacción* podría deberse a que la gente prefiere pagar la calefacción dentro de las expensas (porque piensa que hace economías de escala o free-riding). El resultado de *Subte* podría interpretarse como que en realidad está captando esa variable la cercanía a un medio de transporte, pero también debe tenerse en cuenta que generalmente las zonas cerca de las estaciones de subtes estarían más congestionadas o más sucias, y este último efecto estaría predominando.

No obstante lo analizado más arriba, parte de los problemas de esta regresión en cuanto a coeficientes no significativos y signos inesperados puede deberse a problemas de co(multi)linealidad entre las variables. Usando la manera más básica de detectar multicolinealidad que es analizar los coeficientes de correlación de orden cero entre las variables,

surge que, por ejemplo: *Superficie Cubierta* y *Baños* tienen una correlación simple de 0.64, mientras que *Baulera* y *Paliers* están correlacionadas en 0.53 (los departamentos que tienen baulera y palier no común son generalmente los mismos). Es bien conocido que la co(multi)linealidad tiene el impacto que las varianzas de los coeficientes son grandes por lo cual, los mismos son muy imprecisos (los coeficientes pueden variar bastante de muestra en muestra y los intervalos de confianza son grandes por lo cual se puede no rechazar  $H_0$  cuando en realidad los coeficientes sí son significativos). No obstante ello, que variables sean co(multi)lineales no es problema ya que explican en conjunto la variable dependiente (y ninguna debe excluirse) pero en ese caso no pueden explicarse los coeficientes separadamente<sup>19</sup>.

## V. Conclusiones y posibles extensiones

La cuantificación de los beneficios de cualquier política dirigida a reducir la contaminación puede hacerse de distintas maneras. Una de ellas es a través de métodos indirectos, uno de los cuales es el de la valuación hedónica. La idea básica es que en el precio de los inmuebles se encuentra implícito el precio de sus características. Una de dichas características es la calidad del aire y el nivel de ruido en el lugar donde el inmueble está localizado.

En este trabajo se trató de captar si los consumidores están dispuestos a pagar un precio mayor por una casa o departamento localizado en una calle relativamente menos contaminada. A tal efecto se utilizan datos cedidos por el SOM (Sistema de Ofertas Múltiples), procesado por el "Club de Inmobiliarias SA" para la zona de Barrio Norte de Buenos Aires. La base de datos contiene información sobre 21 características propias de los inmuebles (por ejemplo, el barrio donde está localizado, la superficie cubierta -m<sup>2</sup>-, el tipo de calefacción -central o individual-, antigüedad, etc.). Dada la escasez de información puntual sobre contaminación del ruido y del aire, se utiliza como proxy de la misma el transporte público de pasajeros (ya que el transporte representa alrededor del 80% de la contaminación urbana).

La técnica utilizada es una estimación de máxima verosimilitud de una función Box-Cox lineal. Los resultados indican que el precio de los inmuebles y sus características estarían relacionados de forma Log-Log. Las variables más significativas para explicar sus precios serían *Antigüedad*, *Cocheras*, *Superficie Cubierta*, y *Cercanía a una Plaza*. La variable relacionada con el transporte público de pasajeros (*TotalMicros*), como una manera de aproximar el nivel de contaminación, influye negativamente en los precios, pero su valor es pequeño y significativo solamente al nivel de 15%.

Este resultado es preliminar, por ser los datos con los que se trabajan relativamente limitados. Podría continuarse la investigación ampliando el número de datos para Barrio Norte, sumando los de otros sistemas inmobiliarios a los fines de expandir la muestra. También sería interesante extenderlo a toda la Ciudad de Buenos Aires. Otras variables que seguramente serían importantes para mejorar la estimación de contar con datos ampliados son (además de las clásicas tasa de criminalidad, ubicación e índices de calidad de escuelas, etc.) el detalle de donde hay supermercados (por el tema del movimiento y los olores), donde hay paradas de colectivos (por la aglomeración de gente), donde hay puestos de kioscos de revistas (generalmente impiden el paso, etc.). También mejoraría saber el número exacto del departamento para saber si por ejemplo está

---

<sup>19</sup> Pueden también existir otros problemas, como por ejemplo heterocedasticidad. Pero, como bien lo expresan Seaks y Layson (1983), la complejidad de estimar Box-Cox con máxima verosimilitud deja poco espacio para considerar esos problemas. De hecho LIMDEP solamente considera un tipo de corrección por heterocedasticidad.

en una esquina o no (a eso podría asignársele un valor relativamente menor, y además se podrían contabilizar los colectivos que pasan por la cuadro transversal). Además, es de esperar que en el futuro se cuente con modelos de dispersión reconocidos como para no tener que usar proxies sino directamente variables de contaminación. Esto último no solamente mejoraría la estimación sino que la haría más comparable a otras hechas en otros países.

Finalmente, en cuanto al método de estimación, resta por ahondar en la manera de introducir correcciones por heteroscedasticidad (si es que fuese detectada) a la estimación Box-Cox por máxima verosimilitud. Alternativamente, y habiendo elegido la forma funcional Log-Log como la más apropiada, la misma podría correrse utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios, y así se podrían realizar todos los tests y las correcciones usuales.

## Referencias Bibliográficas

- Adams R.M. (1983), "Issues in Assessing the Economic Benefits of Ambient Ozone Control: Some Examples from Agriculture", *Environment International*, 9.
- Alvarez E. R., E. Figueroa B., S.Valdéz de F. (1997), "Disposición a Pagar por Bienes Ambientales: una Aplicación a la Contaminación Atmosférica en Santiago de Chile", *Meetings of the Latin American and Caribbean Economic Association*.
- Angeletti K. (2000), "Contaminación del Aire y del Ruido en la Ciudad de La Plata", Tesis Maestría en Finanzas Públicas Provinciales y Municipales, Universidad Nacional de La Plata.
- Azqueta Oyarzún D.(1994), *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*, McGraw Hill.
- Banco Mundial (1995), "Argentina: Managing Environmental Pollution: Issues and Options", Report No. 14070-AR, Octubre.
- Banco Mundial (1998), "Economics Analysis and Environmental Assessment", en *Environmental Assessment Sourcebook Update*, Environment Department, No. 23.
- Barrera D., Conte Grand M. y F. Gaioli (1999), "Conversión a GNC del autotransporte público de pasajeros y de carga del AMBA", mimeo, Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable.
- Box G. y D. Cox (1964), "An Analysis of Transformations", *Journal of the Royal Statistical Society*, Serie B, 1964, pp.211-264.
- Carson R. et al (1994), *A Bibliography of Contingent Valuation Studies and Papers*, La Jolla, California, Natural Resources Damage Assessment Inc.
- Cicchetti C.J. y V.K.Smith (1973), "Congestion, Quality Deterioration and Optimal Use: Wilderness Recreation in the Spanish Peaks Primitive Area", *Social Science Research*, Vol.2, pp.15-30.
- Cifuentes L. (2000), *Estimación de los Beneficios Sociales de la Reducción de Emisiones y Concentraciones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana. Santiago, Chile*. DICTUC SA. División de Ingeniería Industrial y de Sistemas (2000). Generación de Instrumentos de Gestión Ambiental para la Actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago al Año 2000., Parte I, P. Universidad Católica de Chile.
- Ciriacy-Wantrup S.V. (1947), "Capital Returns from Soil Conservation Practices", *Journal of Farm Economics*, Vol. 29, November, pp.1181-96.
- Conte Grand M.(1997), "Social Benefits of Reducing Air Pollution in the Buenos Aires Metropolitan Area", en C. Weaver y P. Balam Vol. 2, Proyecto "Gestión de la Contaminación", Banco Mundial.
- Cropper M.L., L.B.Deck, y K.E. McConnell (1988), "On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. : 668-675.
- Davidson R. y J.G. Mac Kinnon (1985), "Testing Linear and LogLinear Regressions Against Box-Cox Alternatives", *Canadian Journal of Economics*, 18:499-517, Agosto.
- Davis R. (1963), "Recreation Planning as an Economic Problem", *Natural Resources Journal*, 3 (2), pp.239-49.
- Freeman A.M. III (1971), "Air Pollution and Property Values: A Methodological Comment", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 53: 415-416.
- Freeman A.M. III (1974), "Air Pollution and Property Values: A Further Comment", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 56: 554-556.
- Gómez Mera M.L. (1998), "Valor de las Plazas", Tesis Licenciatura en Economía, Universidad de San Andrés.
- Goodman A. (1998), "Andrew Court and the Invention of Hedonic Price Analysis", *Journal of Urban Economics*, 44:291-298.
- Griffin C.C. and North J.H. (1993), "Water Resources as a Housing Characteristic: Hedonic Property Valuation and Willingness to Pay for Water", *Water Resources Research*, 29 (7):I, pp.923-29.
- Harrington W. Y P. Portney (1987), "Valuing the Benefits of Health and Safety Regulation", *Journal of Urban Economics*, 22:101-112.
- Harrison D.Jr. y D.L. Rubinfeld (1978a), "Hedonic Housing Prices and the Demand for Clean Air", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.5:81-102, Marzo.



- Harrison D.Jr. y D.L. Rubinfeld (1978b), "Air Pollution and Property Value Debate: Some Empirical Evidence", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 60: 635-638.
- Heil M. y S. Pargal (1998), "Reducing Air Pollution from Urban Passenger Transport: A Framework for Policy Analysis", Working Paper, World Bank.
- Hidano N., Hayashiyama Y., and Inoue M. (1990), "Measuring the External Effects of Noise and Vibration of Urban Transportation by the Hedonic Approach", *Environmental Science*, 9 (3), pp.401-409.
- Kahn J. Y W. Kemp (1985), "Economic Losses associated with the Degradation of an Ecosystem", *Journal of Environmental Economics and Management*, 12:246-263.
- Kerry Smith and Huang J. (1995), "Can Markets value air quality?: a Meta-Analysis of Hedonic Property Value Models", *Journal of political Economy*, Vol.103, No.1.
- Maddison D, K Lvovsky, G Hughes, y D Pearce (1997), "Air Pollution and the Social Costs of Fuels: A Methodology with Application to Eight Cities", *World Bank Environment Department Paper*.
- Marchetti B., F. Bunstein y V. Burijsón (1998), "Mapa Sonoro de la Ciudad de Buenos Aires", Anexo II en *Programa de Aire Limpio Buenos Aires 1998*, GCBA, Subsecretaría de Medio Ambiente.
- Naley N. y C.L. Spash (1993), *Cost-Benefit Analysis and the Environment*, Elgar Publishers.
- O'Byrne, P; Nelson, J. and Seneca, J. (1985): "Housing Values, Census Estimates, Disequilibrium and the Environmental Cost of Airport Noise"; *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 12, pp. 169-178.
- Polinsky A. y S. Shavell (1975), "The Air Pollution and Property Value Debate", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 57: 100-104.
- Randall A., B. Ives, y C. Eastman (1974), "Bidding Games for Valuation of Aesthetic Environmental Improvements", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.1, pp.132-49.
- Rasmussen D.W. y T.W. Zuehlke (1990), "On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions", *Applied Economics*, 22:431-438.
- Ridker R. (1967), *The Economic Cost of Air Pollution*, New York, Praeger.
- Ridker R.G y J.A.Henning (1967), "The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to air pollution", *Review of Economics and Statistics*, vol.49, pp.246-267.
- Rosen, S. (1974): "Hedonic Pricing and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition"; *Journal of Political Economy*, vol. 82, pp. 34-55.
- Santanatoglia O.J. (1999), "Estudio sobre el Ruido y Alternativas para su Mitigación en la Ciudad de Buenos Aires", Plan Urbano Ambiental, Informe Final, Junio.
- Seaks T.G. y S.K. Layson (1983), "Box-Cox Estimation with Standard Econometric Problems", *The Review of Economics and Statistics*, Vol.65, iss1:160-164.
- Seroa Da Motta R. (1995), "Costos de salud asociados al desperdicio de hogares en Brasil", en Juan Ignacio Varas (ed.), *Encuentros Economía del Medio Ambiente en América Latina*, Universidad Católica de Chile.
- Small K.A. (1975), "Air Pollution and Property Value: Further Comment", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 57:105-107.
- Tarela P. (2000),
- US-EPA (1996a) "Regulatory Impact Analysis for Proposed Particulate Matter National Ambient Air Quality Standard", Office of Air Quality Planning and Standards, December.
- US-EPA (1996b), "Regulatory Impact Analysis for Proposed Ozone National Ambient Air Quality Standard", Office of Air Quality Planning and Standards, December.
- Weaver C. y P. Balam (1998), Vol. 2, Proyecto "Gestión de la Contaminación", Banco Mundial.
- Witte A.D., H.J. Sumka, y H. Erekson (1979), "An Estimate of a Structural Hedonic Price Model of the Housing Market: An Application of Rosen's Theory of Implicit Markets", *Econometrica*, Vol.47, No.5, Septiembre.

## Anexo A. Detalle de los datos inmobiliarios

Los datos inmobiliarios originales obtenidos del Sistema de Ofertas Múltiples (S.O.M.), y el número de observaciones presentes en la muestra para cada una de ellas, se detallan en la Tabla A.1.

**Tabla A.1. Características de los inmuebles**

<i>Características</i>	<i>Detalle</i>	<i>N</i>
<i>Agua caliente</i>	1=Caldera central, 2=Caldera Individual, 3=Termotanque central, 4=Termotanque individual, 5=Calefón, 6=otro tipo	400
<i>Aire acondicionado</i>	1=Central del edificio, 2=Central individual, 3=Equipo individual, 4=otro tipo, 5=sin aire	400
<i>Antigüedad</i>	Número de años	398
<i>Apto profesional</i>	1=Si, 0=No	289
<i>Balcón terraza</i>	1=Si, 0=No	177
<i>Baños</i>	Número	393
<i>Baulera</i>	1=Individual, 2=Compartida, 3=No tiene	400
<i>Calefacción</i>	1=Aire caliente, 2=Losa radiante general, 3=Losa radiante individual, 4=Radiadores central, 5=Radiadores individuales, 6=Estufas, 7=Pico de gas, 8=sin calefacción, 9=otro tipo	400
<i>Cantidad de pisos del edificio</i>	Número	369
<i>Cocheras</i>	Número	239
<i>Estado</i>	1=A estrenar, 2=En construcción, 3=Excelente, 4=Muy bueno, 5=Bueno, 6=Regular, 7=A refaccionar	319
<i>Luminosidad</i>	Número ranking de 0 a 10	389
<i>Orientación del living</i>	1=Este, 2=Noreste, 3=Norte, 4=Noroeste, 5=Oeste, 6=Suroeste, 7=Sur, 8=Sureste	314
<i>Palier</i>	1=Privado, 2=Semi-privado, 3=Común	400
<i>Piso en el que se encuentra</i>	Número (0=Planta Baja)	390
<i>Subtipo</i>	1=Departamento, 2=Piso, 3=Semi-Piso, 4=Duplex, 5=Triplex, 6=Loft	398
<i>Superficie cubierta</i>	M <sup>2</sup>	354
<i>Teléfono</i>	Número de líneas	363
<i>Tipo (número de ambientes -A- o dormitorios -D-)</i>	1=1A, 2=2A, 3=3A, 4=2D+Dependencia, 5=3D, 6=3D+Dependencia, 7=4 o+D	400
<i>Toilette-recepción</i>	1=Si, 0=No	269
<i>Ubicación planta</i>	1=Frete, 2=Contrafrete, 3=Lateral, 4=Interno, 5=Otros, según lista	390

Fuente: Base de datos del Sistema de Ofertas Múltiples (n=400).

Nota: Las características sombreadas se toman directamente como variables en el análisis econométrico.

A los datos originales se los modificó para poder correr la regresión de precios hedónicos. Más precisamente, se crearon variables dummies con las características *Aire acondicionado*, *Baulera*, *Calefacción*, *Orientación del living*, *Palier*, y *Ubicación Planta* de manera que 1 contuviera las opciones más deseables (tener aire acondicionado, tener baulera, tener calefacción individual, tener el living con orientación Este, tener palier privado o semi-privado, y tener el departamento al frente). Con la característica *Tipo* se crearon dos variables: número de *Ambientes*, y una dummy de si tiene *Dependencia* o no. Finalmente, con la característica *Estado* se crearon dos variables: una dummy de *Estado* Bueno o

Malo y una dummy de *A Estrenar* o no. La característica *Agua caliente* no se incluyó en los datos a utilizar por considerar que su clasificación es poco clara (por ejemplo, qué es mejor: calefón o termotanque individual?). Tampoco se construyó una dummy con la característica *Subtipo* por ser poco claro como agrupar las categorías (por ejemplo: cómo es Departamento versus Loft)<sup>20</sup>. Las variables construidas se detallan en la Tabla A.2.

**Tabla A.2. Variables construidas en base a las características**

<i>Variables</i>	<i>Detalle</i>
<i>Aire acondicionado</i>	1=Tiene, 0=No tiene
<i>Antigüedad</i>	Número de años
<i>Apto profesional</i>	1=Si, 0=No
<i>Balcón terraza</i>	1=Si, 0=No
<i>Baños</i>	Número
<i>Baulera</i>	1=Tiene (Individual o Compartida), 0=No tiene
<i>Calefacción</i>	1=Individual (Losa radiante, Radiadores, Estufas, Pico de gas, sin calefacción), 0=Central
<i>Cantidad de pisos del edificio</i>	Número
<i>Cocheras</i>	Número
<i>Estado</i>	1=Bueno (A estrenar, En construcción, Excelente, y Muy bueno), 0=Malo (Bueno, Regular, y A refaccionar)
<i>A estrenar</i>	1=A estrenar, 0=Existente
<i>Luminosidad</i>	Número ranking de 0 a 10
<i>Orientación del living</i>	1=Este, Sureste, y Noreste, 0=Norte, Noroeste, Oeste, Suroeste, y Sur
<i>Palier</i>	1=Privado, 0=Semi-privado o Común
<i>Piso en el que se encuentra</i>	Número (0=Planta Baja)
<i>Superficie cubierta</i>	M <sup>2</sup>
<i>Teléfono</i>	Número de líneas
<i>Ambientes</i>	Número
<i>Dependencia</i>	1=Tiene, 0=No tiene
<i>Toilette-recepción</i>	1=Si, 0=No
<i>Ubicación planta</i>	1=Frete, 0=Contrafrente, Lateral, e Interno

Fuente: Base de datos del Sistema de Ofertas Múltiples.

Nota: Las variables sombreadas se tomaron directamente de los datos inmobiliarios.

Finalmente, del análisis de los datos surge que: 1) *Estado* y *Luminosidad* son de carácter subjetivo y por ende relativamente menos confiables, 2) *Balcón terraza*, *Orientación del living*, y *Toilette-Recepción* pueden tener problemas de interpretación, deben tratarse con precaución porque la primera no diferencia entre Balcón y Terraza y por ende puede tener valores 0 por tener solamente Balcón (de hecho, solo 44% de la muestra tiene este dato), la segunda puede presentar el problema de que el que llena el formulario no tenga claro hacia que signo cardinal está direccionado el living, y la tercera es también una variable cuyo relativo escaso número de observaciones registradas (269 de 400) permite inferir que no es de las más confiables 3) *Apto profesional* y *Cocheras* presentan relativamente menos datos pero se consideró que en ese caso si el dato falta no es por confusión acerca de la característica (como en 2)) sino por interpretar dejar el espacio como un cero.

<sup>20</sup> Eventualmente se podrían construir varias dummies con *Agua Caliente* y con *Subtipo* pero por un tema de grados de libertad, no se hizo.

## Anexo B. Detalle de los datos de contaminación

En la Tabla B.1. se resumen los datos recabados de distintas fuentes con respecto a las mediciones de ruido en la Ciudad de Buenos Aires.

**Tabla B.1. Comparación entre campañas de monitoreo del ruido en la Capital Federal**

	<b>Campaña 1972</b>	<b>Campaña 1996-1998</b>	<b>Campaña 1999</b>
<b>Institución que la llevó a cabo</b>	Ing. Federico Guillermo Malvarez, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires (UBA)	Dirección General de Política y Control Ambiental, Subsecretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA)	Subsecretaría de Medio Ambiente del GCBA/Plan Urbano Ambiental (O. Santanatoglia, UBA)
<b>Método</b>			
<b>Tecnología</b>	N.D.	RION NL 05/en mano	RION NL 50/ trípode
<b>Tiempos</b>	20 min.	5 min.	5/10/15 min.
<b>Mediciones</b>		Max/Min/nivel sonoro equivalente (dB(A))	
<b>Períodos (en 24 hs)</b>	(8-10 Ma/11-13 Me/18-20 T) Día/21-22 Noche	(ruido por hora: turno mañana M y vespertino V) CGP 1: M 8-13 y V 18-22 CGP 2: M 8-11 y V 18-20 CGP 14: M 11-13 y V 18-21 CGP 13: M 11-13 y V 17-20	Lunes a viernes 8-9 M1/11-12 M2/19-20 T/22-23 N
<b>Períodos (en el año)</b>	N.D.	CGP 1: mayo-septiembre 1996, CGP 2: mayo-junio 1996, CGP 13: diciembre 1997, GCP 14: noviembre de 1997	abril-mayo-junio
<b>Puntos (cruces)</b>	44	162 (53 en CGP 1, 19 en CGP 2, 53 en CGP 14, 37 en CGP 13)	92
<b>Total datos</b>	86	1360	368
<b>Tráfico</b>	No	Total vehículos por minuto (flujo arteria con mayor tránsito)	Tipo de vehículo por minuto (separado en Autos, Colectivos, Camiones y Otros)
<b>Separado</b>	Calle/Avenida	Calle/Avenida	Mayoría Avenidas
	Calle/Cruce	Calle de registro/Calle de referencia	Calle/Avenida/Ambas calles cruce/Ambas avenidas cruce

Fuente: Elaboración propia en base a Marchetti, Brunstein y Burijson (1998) y Santanatoglia (1999).

Nota: N.D. son datos no disponibles de las diversas fuentes existentes. CGP se refiere a los *Centros de Gestión y Participación* existentes en la ciudad.

En la Tabla B.2. se resume la información recabada de distintas fuentes sobre los datos disponibles sobre fuentes de medición de contaminación del aire en la Ciudad de Buenos Aires.

**Tabla B.2. Tipo de información de calidad del aire disponible para la Capital Federal**

<b>Institución</b>	<b>Años</b>	<b>Contaminantes</b>
Municipalidad de Buenos Aires (Laboratorio de Vigilancia Atmosférica: Estación Av. Ortiz de Ocampo y Las Heras)	1964-fecha	NO,NO2, humos (en 1994, antes más) + CO (desde 1997) Otros pero no continuo También partículas sedimentables en 4 estaciones: Palermo, Nueva Pompeya, Chacarita y Villa Soldati)
OMS-PNUMA	1992	O3,NO2,SO2,SPM,y CO
Fundación Siglo 21 (Estación Maipú al 300, luego a Talcahuano al 400)	1992-fecha	CO
Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE)	Campañas 1994 y 1995	NOx y SO2
Con apoyo Gobierno Alemania	1995	Instalación estación monitoreo continuo Ciudad Universitaria (CO,NO,NO2,O3)
Con sede AIDIS (Av. Belgrano 1500)	1996-1997	Mediciones CO,O3,NO,NO2
Greenpeace (laboratorio móvil:9 lugares)	1995	CO,NOX,partículas de diesel,O3,benceno ySO2
Instituto Pro Buenos Aires	1994	CO
Banco Mundial: Proyecto “Gestión de la Contaminación” - Swedish Meteorological and Hydrological Institute	1997	O3,NO,NO2,SO2,TSP,PM10 y PM2.5

Fuente: <http://members.es.tripod.de/MalosAires/estado-aire.htm> y Weaver y Balam (1998)