

ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO EN EL MERCADO RESIDENCIAL DE NUEVA PLANTA EN BARCELONA

José Manuel Romo Orozco¹, Francesc Daumal i Domènech², Carlos Marmolejo Duarte³

1 Ingeniero Civil, Profesor Investigador, UAMZM, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
(jmromo@uaslp.mx)

2 Dr. Arquitecto, Catedrático de Universidad, ETSAB, Universitat Politècnica de Catalunya
(francesc.daumal@upc.edu)

3 Dr. Arquitecto, Profesor Titular, ETSAB, Universitat Politècnica de Catalunya
(carlos.marmolejo@upc.edu)

Resumen

Esta investigación en desarrollo busca demostrar que la disposición a pagar por habitar una vivienda mejor aislada supera los costes que podría significar la implementación de sistemas más exigentes, como los incluidos en el código de edificación vigente. Para estimar los beneficios se recurre a la técnica de valoración contingente, que se basa en la creación de escenarios para representar las condiciones de un mercado hipotético. Aquí se recurre a la simulación acústica para reproducir las condiciones de viviendas con distintos niveles de aislamiento; con ello se espera estandarizar la percepción del cambio que se ofrece y observar el efecto que esta herramienta tiene en la disposición a pagar por dicho cambio, que en un primer indicio parecen ser superior a los costes. La contribución de esta investigación está en el uso de un escenario que busca reducir la subjetividad implícita en la valoración del ruido ambiental y en el análisis coste-beneficio de la normativa.

Palabras-clave: ruido, simulación acústica, valoración contingente.

Abstract

This research seeks to prove that the willingness to pay for living a better insulated housing exceed costs that could mean the implementation of more demanding systems, such as those included in existing building code. The technique of contingent valuation, which is based on the creation of scenarios to represent a hypothetical market conditions are used to estimate the benefits. Here the acoustic simulation are used to reproduce the conditions of houses with different isolation levels; it is expected to standardize the perception of change and observe the effect that this tool has the willingness to pay for such change, which, in a first sign appear to be higher than the costs. The contribution of this research is the use of a scenario that aims to reduce the subjectivity in the evaluation of environmental noise and the analysis of legislation.

Keywords: noise, acoustic simulation, contingent valuation.

PACS no. 43.50.Jh, 43.55.Hy

1 Introducción

Es una realidad que el crecimiento de la movilidad ha elevado las externalidades ambientales [1] y que las molestias por ruido provienen en un 80% del tráfico urbano [2], de tal manera que el incremento del parque vehicular tiene asociado impactos económicos que repercuten en dos receptores: los habitantes y las infraestructuras físicas.

En el último caso, quienes suelen presentar mayor impacto son las propiedades residenciales. Algunos autores consideran que *“el coste social del ruido se hace evidente en la depreciación de las viviendas de las zonas ruidosas, en los costes de insonorización y amortiguación de aquellas viviendas que sufren sus efectos, en los costes jurídicos que ocasiona a los demandantes conseguir ser atendidos por la justicia y en los costes que suponen los efectos adversos del ruido sobre la salud y el bienestar psicológico”* [3]. De esta manera, el ruido se puede considerar como un problema económico de gran importancia en las sociedades actuales y se puede concluir que a las personas les gusta el silencio, de manera que por lo general están dispuestas a pagar por él [4-7]. En España, en la década pasada, se modificó la normativa que rige los procesos de diseño y construcción para incrementar el confort en las edificaciones; en el caso de las viviendas, las exigencias incluidas en el código permiten alcanzar mayor aislamiento acústico, pero a mayor coste.

La hipótesis de trabajo de esta investigación es que el coste de implementación de las medidas técnico-constructivas para mejorar el confort acústico es menor que el beneficio que los individuos perciben y que expresan a través de su disposición a pagar (en adelante DAP) por adquirir una vivienda construida con los criterios impuestos por el DB-HR (Documento básico de protección frente al ruido) del CTE (Código Técnico de la Edificación).

Para probar esta hipótesis es necesario que las personas hayan experimentado lo que significan los cambios exigidos por el DB-HR, situación que no necesariamente se ha cumplido. Por este motivo, para estimar los beneficios, se recurre a la técnica de valoración contingente (a partir de ahora VC). Esta técnica se basa en la creación de mercados hipotéticos que se materializan en la realización de encuestas a las personas afectadas por el cambio en la calidad del bien; en los mercados en que se intercambia calidad ambiental, las personas consultadas manifiestan su demanda (disposición a pagar o compensación exigida) por dicha calidad y, finalmente, toman sus decisiones de consumo. Así, una de las principales ventajas del método de valoración contingente radica en que focaliza la atención en las personas; de esta manera, con su aplicación, se puede obtener la disposición a pagar por el silencio en una vivienda específica, lo que puede ayudar a que los procesos de planificación y diseño de las edificaciones mejoren.

2 Implementación de la técnica de VC y la simulación acústica

La aplicación del método de VC implica implementar una serie acciones para asegurar la calidad de los resultados obtenidos [8,9]. A continuación se describen los pasos seguidos en este estudio.

2.1 Definición del bien o evento a valorar

El primer paso es definir claramente el bien o el evento que se quiere valorar, con el fin de transmitirlo perfectamente al colectivo encuestado. En este caso, para analizar que tan significativo es el cambio en la cantidad y la calidad del bien, se ha identificado una vivienda tipo de la que se extraen sus principales características espaciales, materiales y de contexto con el fin de proponer alguna estrategia constructiva orientada a reducir el ruido percibido en su interior.

Tras analizar estadísticamente un conjunto de promociones realizadas entre los años 2006 y 2008, diseñadas acústicamente con la normativa previa al DB-HR, se concluyó que las viviendas más

comunes de reciente creación en Barcelona tienen una superficie cercana a los 80m^2 y cuentan al menos con una estancia y un par de dormitorios (Figura 1). Los pavimentos suelen ser de parquet sencillo y la fachada de obra vista sencilla. Una parte importante de ellas se ventilan por medio de patios de luces o por interiores de manzana y en general no cuentan con atractivos externos, como piscinas o jardines; en cuanto a la tipología de edificación, predomina la construcción entre medianeras, típica de los tejidos de ensanche, y en bloque lineal con alineación a calle, por lo que presentan una proximidad importante a las vías de comunicación.

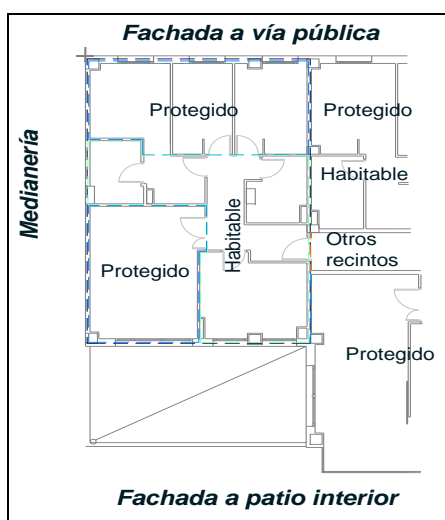


Figura 1- Vivienda tipo (Elaboración propia)

Para determinar el nivel de ruido aéreo al que se pueden encontrar expuestas, se recurrió al mapa estratégico de ruido que ofrece la Generalitat de Catalunya. Las edificaciones analizadas fueron georeferenciadas y vinculadas al mapa de ruido (Figura 2) para obtener, a través del análisis geoespacial, la media del nivel de ruido del conjunto de promociones analizadas. La conclusión a la que se llegó fue que la vivienda típica puede estar expuesta a niveles de ruido comprendidos entre los 65 y los 70 dB(A) durante el día; el nivel medio específico de la vivienda, obtenido por el procedimiento descrito, es de $L_d=67,3$ dB(A).

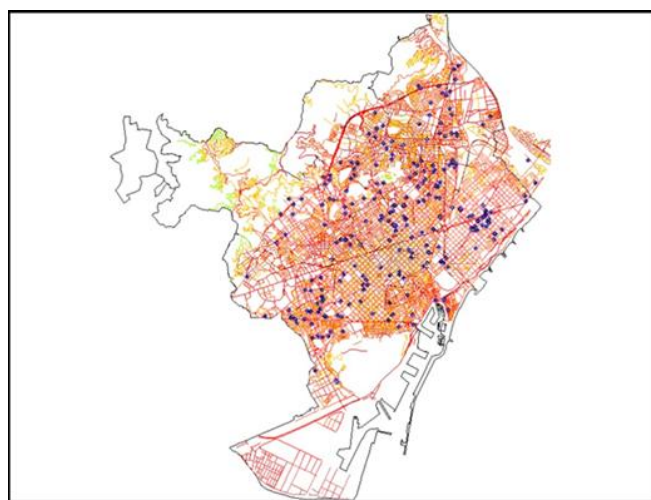


Figura 2 – Mapa de ruido con 246 promociones analizadas (Elaboración propia)

2.2 Redacción de la encuesta y la simulación acústica

En los estudios de VC, el diseño de la encuesta es un componente crucial para dar a conocer el bien que se valora, la forma en que se proporcionará y cómo se pagará por él. El planteamiento debe ser tal que sea creíble, de manera que el encuestado realmente imagine una afección a su nivel de bienestar ante el cual emita una reacción medible a través de una escala monetaria.

Los bienes con los que no se está familiarizado, como el control del ruido cuando se expresa en decibelios, son inherentemente más difíciles de describir que otros que pueden resultar más comunes; además, a pesar del conocimiento que puede haber del bien, es esencial que el encuestado entienda lo que se plantea en la investigación para que se valore lo que se desea [10]. Con motivo de lo anterior, en este estudio y para facilitar la comprensión del cambio ofrecido, la información que se presenta en forma verbal es acompañada de la simulación acústica [11,12] de dos viviendas que se encuentran sometidas al mismo ruido exterior pero que sólo difieren en su nivel de aislamiento; de esta manera, la primera cumple con los parámetros establecidos por la NBE-CA-88 mientras que la segunda lo hace con lo marcado por el DB-HR del CTE.

2.2.1 Simulación acústica

La obtención de los archivos de audio que fueron utilizados en la encuesta de VC requirió previamente de la comprobación y rediseño de los elementos constructivos de la vivienda típica, de manera que se diera cumplimiento a las respectivas exigencias normativas. En primer lugar se revisó que la vivienda elegida como modelo cumpliera con lo establecido en la normativa que estaba vigente durante su edificación (NBE-CA-88) y posteriormente se rediseño para dar cumplimiento a lo indicado en el DB-HR del CTE. Este análisis proporciona la condición de cambio necesaria que se presenta a las personas en la encuesta, además de permitir estimar aproximadamente el sobrecoste que representa la implementación de sistemas constructivos que satisfagan las condiciones indicadas en la normativa actual.

Las simulaciones acústicas fueron realizadas por el laboratorio “dBplus consultores acústicos” y el procedimiento utilizado para obtener los archivos de audio fue el siguiente:

- Obtención de un espectro de tráfico representativo de la ciudad de Barcelona mediante mediciones sonométricas y grabación sonora. Las medidas de ruido de tráfico se realizaron en la Calle Córcega 433 principal por ser una ubicación representativa del tráfico habitual de la ciudad. El micrófono se colocó en dos balcones orientados a la calle, a una altura aproximada a 4 metros sobre la acera (Figura 3):



Figura 3-Sonómetro durante las medidas (Elaboración propia)

De acuerdo al mapa de ruido del municipio de Barcelona, la ubicación escogida se encuentra en una zona geográfica con un nivel L_d comprendido entre 65 y 70 dB(A).

- Cálculo del aislamiento, mediante software de predicción, de fachadas representativas de la edificación típica; el aislamiento que se obtuvo por bandas de frecuencia fue el de dos fachadas, una representativa de la NBE-88 y otra del DB-HR.

- A partir del espectro de tráfico medido y del aislamiento de fachada calculado, se filtró digitalmente el ruido de tráfico grabado para obtener dos archivos de audio que representen la percepción subjetiva que tendría un usuario de una vivienda representativa de las citadas normas de la edificación; estos archivos reflejan la percepción de un oyente en estancias donde el ruido percibido tiene como origen dominante el ruido de tráfico.

2.2.2 Formato de la pregunta de valoración y definición de la DAP media

Para medir la DAP, la mayoría de estudios de VC han cambiado del formato abierto -donde el encuestado expresa libremente la cantidad que está dispuesto a pagar por el bien-, a los formatos de tipo cerrado en que se pregunta si se está dispuestos a pagar un precio determinado. En estos casos, la DAP (o variable dependiente) es función de la elección que se hace con respecto a un conjunto formado por un número finito de alternativas; si la elección abarca solamente dos alternativas, se tiene un modelo de elección dicotómica, como cuando se paga, o no, por un bien de mercado.

En primera instancia, el formato cerrado utiliza lo que se conoce como límite simple para presentar una cantidad monetaria única que cambia aleatoriamente entre los encuestados y que cada sujeto decide pagar, o no. Con el fin de obtener estimaciones más eficientes [13], se introdujo una variante, conocida como formato de doble frontera en la que se presenta una oferta inicial seguida por una segunda opción, que se fija a partir de la respuesta inicial. Sin embargo, el formato suscitó controversia por la posibilidad de que no se expresara la verdadera DAP, por lo que se propuso un formato alternativo en el que se indica al encuestado que existe un rango que delimita el costo, aun cuando éste no se conoce con exactitud. Se considera que esta variante tiene el potencial de reducir las discrepancias en las respuestas a las dos preguntas de valoración, pero a costa de no ser siempre capaz de obtener en la segunda pregunta una respuesta positiva: en promedio, esta tendrá respuesta la mitad del tiempo, pero no siempre. Por lo tanto, el formato es conocido como “una vez y media” (OOHB en inglés). En esta investigación se utiliza el formato dicotómico OOHB por considerar que proporciona los incentivos adecuados para que los encuestados expresen su verdadera DAP por el control del ruido en la vivienda.

En este formato, la respuesta final a la variable dependiente se agrupa en dos bloques pues se introduce una variable dicotómica para discriminar entre los que muestran la disposición a pagar y aquellos que no lo hacen. El problema equivale a predecir el valor de la variable dicotómica: si el valor previsto está más próximo a 1 que a 0, se clasifica al elemento en la primera población, en otro caso, se hace en la segunda. Para llevar a cabo la predicción generalmente se utiliza el modelo logístico (logit); en este modelo lo que se busca es obtener directamente la probabilidad de pertenecer a cada uno de los grupos transformando la variable aleatoria para garantizar que la respuesta prevista esté entre cero y uno. Basada en el criterio de diseño óptimo, la literatura refiere que la función de distribución de la DAP toma la siguiente forma logística de dos parámetros [13, 14]:

$$G(C, \theta) = [1 + e^{\alpha - \beta C}]^{-1} \quad (1)$$

Para estimar los parámetros α y β , generalmente mediante el método de máxima verosimilitud, se utiliza la siguiente función logarítmica:

$$\begin{aligned}
 \ln L^{OOHB}(\theta) &= \sum_{i=1}^N \left\{ d_i^s \ln[1 - G(O_f^{M\acute{a}x}; \theta)] \right. \\
 &\quad \left. + d_i^{sn-n_s} \ln[G(O_f^{M\acute{a}x}; \theta) - G(O_f^{M\acute{i}n}; \theta)] + d^n \ln[G(O_f^{M\acute{i}n}; \theta)] \right\} \\
 &= \sum_{i=1}^N \left\{ d_i^s \ln \left[1 - \frac{1}{1 + e^{\alpha - \beta O_f^{M\acute{a}x}}} \right] \right. \\
 &\quad \left. + d_i^{sn-n_s} \ln \left[\frac{1}{1 + e^{\alpha - \beta O_f^{M\acute{a}x}}} - \frac{1}{1 + e^{\alpha - \beta O_f^{M\acute{i}n}}} \right] + d^n \ln \left[\frac{1}{1 + e^{\alpha - \beta O_f^{M\acute{i}n}}} \right] \right\} \quad (2)
 \end{aligned}$$

Finalmente, si se considera que la variación en la utilidad es cero, el individuo mostrará indiferencia entre pagar y recibir la mejora en la calidad ambiental (mejor nivel de bienestar), o no realizarlo y percibir la utilidad inicial. Para cada persona, el valor de la DAP que logra la indiferencia entre los distintos estados de utilidad es la medida monetaria del cambio en el bienestar que se alcanza con el cambio propuesto; a esta medida se le conoce como la media de la DAP [15]. De esta manera, si para estimar la función de distribución se considera que la forma funcional de la utilidad es lineal, se tiene que:

$$DAP_{Media} = \alpha/\beta \quad (3)$$

Esta ecuación representa la cantidad máxima de dinero que el individuo representativo está dispuesto a pagar por el cambio propuesto.

2.2.3 Estructura final de la encuesta

La encuesta final consta de un máximo de 15 preguntas y su estructura es la siguiente: las cuatro preguntas iniciales se centran en capturar las creencias, percepción y las molestias vinculadas al ruido aéreo en el entorno residencial; en ellas se insistió que la valoración y la molestia deben referirse al ámbito de la vivienda, dado que en este ambiente se centra el estudio. La siguiente pregunta está planteada para conocer la importancia que el ciudadano concede al problema de la contaminación acústica. La pregunta seis es la fundamental de la encuesta, pues en ella se plantea el escenario de valoración que incluye la simulación acústica y se pregunta por la disposición a pagar por controlar el ruido en la vivienda. La pregunta siete se plantea para diferenciar las respuestas de protesta de los valores ceros que son reales. El bloque final recoge información socioeconómica sobre diferentes aspectos que pueden influir tanto en la forma que el encuestado percibe el ruido, como en la DAP expresada.

La pregunta inicial es dicotómica, mientras que en las cuatro siguientes se presenta al encuestado una escala de Likert de 5 puntos; en este bloque de preguntas también se incluye la opción de no contestar (NS/NC). La pregunta de valoración es de formato dicotómico, y dependiendo de la respuesta, puede presentarse una nueva oferta. En caso de rechazar las ofertas recibidas, en la pregunta siete se muestran algunas opciones para expresar el motivo de la negativa, incluyendo una opción abierta y la posibilidad de no contestar. En el bloque de preguntas destinadas a obtener información socioeconómica, los datos se colectan a través de escalas o rangos en que el encuestado se puede ubicar.

2.3 Diseño de la muestra

Para determinar la población a quién se dirige el estudio, se partió de la consideración de que aun cuando el silencio es un bien público del que no se puede excluir a nadie, su valoración se realiza a través de un bien privado (la vivienda). Teniendo en cuenta los posibles consumidores que podrían actuar en el mercado, el estudio se dirigió a personas mayores de edad y que hipotéticamente estuvieran en posibilidad de alquilar una vivienda. Para el cálculo de la muestra se consideró tanto el número de personas que potencialmente habitarían las viviendas construidas recientemente en el

distrito de Sant Martí (por ser el de mayor desarrollo en años recientes), como la cantidad de estas viviendas edificadas en las últimas 2 décadas; con estos dos criterios, la población objetivo se definió en función de la demanda (potenciales inquilinos de vivienda nueva) y la oferta (número de viviendas construidas entre los años 2001 y 2011) del mercado residencial en potencial alquiler. En ambos casos, para un nivel de confianza del 95% y con $\pm 5\%$ de error, la muestra está cercana a las 300 encuestas por lo que finalmente se aplicaron 306 encuestas válidas.

2.4 Aplicación de la encuesta

La aplicación de la encuesta parcialmente fue realizada por alumnos del seminario de investigación que forma parte del máster en Gestión y Valoración Urbana y Arquitectónica; estos alumnos estaban debidamente entrenados para obtener la información mediante la aplicación de la encuesta. A partir del mes de mayo, y hasta la primera mitad del mes de junio, se recorrieron los lugares identificados, aplicándose un total de 306 encuestas que fueron respondidas por personas mayores de 18 años.

Como áreas de aplicación se eligieron principalmente los distritos de Sant Martí y L'Exaimple, en Barcelona, pues se consideró que sus barrios son representativos de una parte importante de la ciudad, además de que entre ellos puede existir la movilidad residencial y que guardan algunas similitudes tanto en los niveles de ruido como en las características socio-económicas de la población. Los sitios específicos de aplicación fueron parques, colegios, mercados, calles principales, centros deportivos o culturales, y todos aquellos que a consideración de los aplicadores fueran espacios adecuados.

3 Resultados preliminares

3.1.1 Aplicación

Durante la aplicación de las encuestas, se pudo observar que:

- En general hubo una buena colaboración de la población, principalmente en las zonas de recreo como parques y zonas de estar, ya que usualmente se encontraban en un momento de relajamiento.
- El contenido y sentido de la encuesta se capta de manera adecuada. Los encuestados, en general, manifiestan que el ruido es un problema, y por tanto son receptivos y sensibles al objeto de investigación.
- Pese a que se temía un rechazo, los encuestados aceptan bien y con una disposición correcta la escucha de la grabación utilizada como escenario de valoración.
- Los encuestados presentaron un alto porcentaje de aceptación del escenario propuesto, expresando su DAP luego de escuchar la grabación. Sin embargo, por la gran aceptación del ejercicio, se cree que los resultados de la DAP podrían estar parcialmente distorsionados.
- Aunado a lo anterior, las ofertas calculadas para la pregunta de valoración representan un incremento reducido en el sobrecoste del alquiler mensual (entre el 1 y 2,1%) de la vivienda tipo. El aparentemente alto nivel adquisitivo general, pero sobre todo las ofertas presentadas, hicieron que el encuestado mostrara fácilmente una aceptación del planteamiento que se le mostraba.
- Era necesario insistir en que el encuestado tuviera en cuenta su restricción presupuestal antes de expresar su DAP.

Con motivo de lo recién comentado, y para observar si la simulación induce algún tipo de sesgo, antes de saturar la muestra se decidió aplicar a un subgrupo la encuesta sustituyendo el escenario de valoración; en este caso no se reprodujo la simulación y en su lugar se ofreció una reducción en el nivel de ruido consistente en pasar del horario diurno al nocturno en el mismo día laboral, cambio que

por otra parte es similar al cambio ofrecido inicialmente. De esta manera, se aplicaron 238 encuestas con grabación y 68 sin grabación; en el primer caso se tendría un nivel de confianza del 90 % y un $\pm 5\%$ de error, mientras que el segundo segmento corresponde a un nivel de confianza del 90% y $\pm 10\%$ de error.

3.2 Resultados de la encuesta

De las 306 personas encuestadas, el 54,58% fueron mujeres y el 45,42% hombres (Figura 4) siendo el grupo más numeroso el de las mujeres entre 35 y 44 años (20,26% del total); para la población en conjunto, el 52,6% indicó tener al menos estudios profesionales, el 60,1% estar ocupada de los que el 52,5% se desempeña como profesional medio o superior (Figura 5). En cuanto a los ingresos familiares, 18 personas (5,88%) se negaron a responder esta pregunta; la población restante indicó, en un 55,56%, que sus ingresos no superan los 1.800 €/mensuales/familia y sólo el 9,15% señaló que sus ingresos familiares mensuales superan los 3.600 €.

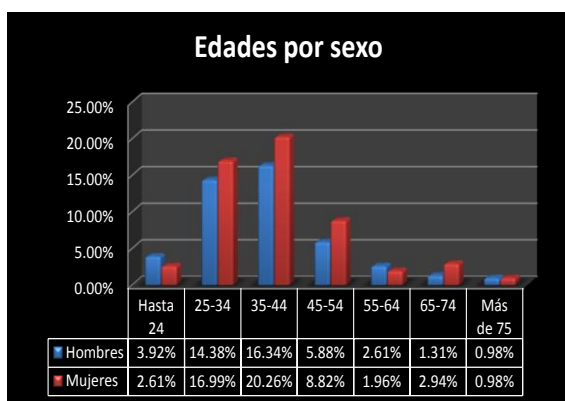


Figura 4-Ocupaciones de la población



Figura 5-Ocupaciones de la población

A la pregunta de que tan ruidosa es la calle en donde habitan, se obtuvo una respuesta dividida ya que más del 49% manifestó que la calle es poco o nada ruidosa. En cuanto a las molestias producidas por el ruido originado en la calle y que se perciben estando en la vivienda con las ventanas cerradas, el 73% de los encuestados manifestó que éstas son pocas o inexistentes. Al preguntar por las molestias, pero diferenciando por fuentes, se obtiene que los vehículos motorizados son la principal fuente, seguida por el ruido producido por los vecinos (Tabla 1); en el primer caso, se obtuvo una media de puntuación de 2.55 y en el segundo de 2.22, esto medido en una escala de cinco opciones de respuesta en donde el “1” correspondía con el criterio “nada molesto” y el “5” con “excesivamente molesto”.

Tabla 1 – Relación entre fuentes y molestia

Grado de molestia	Fuente (Frecuencias)						
	Vehículos	Bares	Vecinos	Aglom.	Talleres	Edificio	Otras
Nada	75	205	97	150	256	188	255
Poco	81	39	107	73	32	69	12
Medianamente	69	28	56	46	12	28	9
Mucho	69	23	31	23	3	12	15
Excesivamente	12	11	15	14	2	9	15
Puntuación prom.	2.55	1.68	2.22	1.95	1.24	1.64	0.93
Desvest	1.20	1.13	1.14	1.16	0.64	1.00	1.69

La importancia que se le da al silencio parece ser elevada ya que al preguntar por el interés en el aislamiento acústico al momento de elegir una vivienda, el 79% de los encuestados contestó que este factor es muy valorado (Figura 6). Con independencia de que la vivienda que habitan sea propia o en alquiler, el 20,26% de los encuestados manifestó haber realizado alguna obra para aislarla del ruido (Figura 7).



Figura 6-Importancia del aislamiento

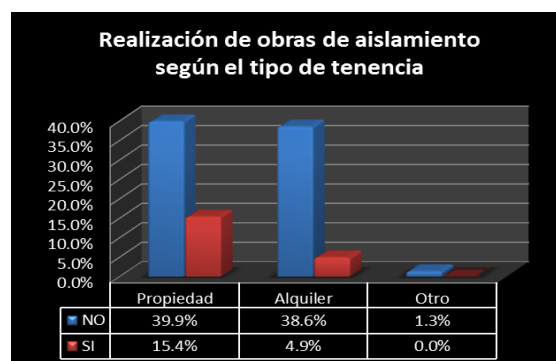


Figura 7-Obras de aislamiento

Al hacer uso del coeficiente de especialización, se observa que el grupo de edad que da más importancia al aislamiento en la vivienda es el de los adultos entre 45 y 64 años; esta tendencia parece repetirse cuando se incrementa el nivel educativo de los encuestados.

3.3 DAP

Con el fin de examinar el efecto que tiene el uso de la simulación acústica para motivar a las personas a expresar su verdadera disposición a pagar por controlar el ruido en las viviendas, la muestra total (M1) fue dividida en dos subgrupos (M2 y M3). Estos subgrupos son utilizados para estimar tres modelos de la DAP: el primero con el total de la muestra, el segundo con 238 muestras, que corresponde al de los encuestados que escucharon la grabación, finalmente, con 68 encuestas, el de las personas que no lo hicieron. La estructura de la encuesta fue la misma, pero con una diferencia importante: el cambio en la presentación del escenario de valoración.

Por otra parte, tras realizar estimaciones del sobrecoste de los elementos constructivos que cumplieran con el aislamiento establecido en la normativa, se prepararon las ofertas de salida que se presentaron a los encuestados. El diseño final incluye dos rangos distintos, definidos a partir del incremento que es necesario realizar en el alquiler mensual de la vivienda típica para cubrir los sobrecostes de construcción calculados, que en este caso fue de 11 euros/mes. A partir de esta cantidad, el primer rango (R-I) fue de los 5 a los 17 euros/mes y el segundo (R-II) de 11 a 23 euros/mes; de las encuestas aplicadas, el 49,1% fue tipo R-I y el restante 50,9% fue R-II.

Haciendo uso de las expresiones (2) y (3) se realizó un cálculo preliminar de la DAP_{Media} para los distintos modelos; en la Tabla 2 se muestran los resultados para cada uno de ellos, además de la muestra en conjunto.

Tabla 2- Modelado de DAP

Modelo	DAP (euros)	Respuestas positivas				Respuestas negativas		Total	
		Oferta máxima		Oferta mínima		negativas		Frec.	%
		Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%		
Conjunto (M1)	26,91	199	65,5	62	20,4	43	14,1	304*	100
Grabación (M2)	27,74	170	71,4	48	20,2	20	8,4	238	100
Sin grab.(M3)	17,48	29	43,9	14	21,2	23	34,8	66	100

*En estos cálculos se eliminaron dos observaciones ya que las valoraciones emitidas funcionaban como “*outliners*”.

Se puede observar que el resultado de la DAP_{Media} en todos los casos supera el sobre coste estimado de 11 euros/mes en los precios de alquiler, con lo que los beneficios superan a los costes de implementar sistemas de aislamiento más exigentes. Por otra parte destaca que el valor de la DAP_{Media} excede los valores superiores presentados en los rangos cuando el porcentaje de respuestas positivas a la oferta máxima supera el 50% (M1 y M2), incumpliendo con esto el supuesto inicial en que se basa el formato OOH [13]. Comparando los tres modelos, parece que la simulación acústica ha influido al momento de que los encuestados expresaran su DAP, ya que la diferencia entre los porcentaje de rechazo es muy significativa; en M3 el porcentaje de 34,8%, aun cuando es elevado, está en los límites esperados para este tipo de valoración [7,8], pero en el caso de los modelo en que se recurre a la simulación acústica el rechazo decrece de manera importante, cayendo al 8,4% en M2, condición que parece indicar que el escenario es un fuerte incentivo para emitir una valoración positiva.

4 Conclusiones

La valoración social del ruido no es una tarea que se haya agotado con las variadas investigaciones que al momento se han realizado. Continuar con esta línea de trabajo puede justificarse ampliamente teniendo en cuenta las variables psicosociales que se ven involucradas, pero se puede destacar la relación entre las molestias producidas por el ruido y los efectos monetarios que se le asocian, ya que las relaciones económicas son un medio eficaz para poner a la vista la importancia que en la actualidad tiene este agente contaminante. También se hace indispensable cuando se trata de estimar los beneficios asociados a la implementación de medidas de control de carácter obligatorio, como en el caso que se analiza en esta investigación.

Por las respuestas obtenidas, la importancia del tema se pone de manifiesto; sin haber realizado el estudio econométrico de manera detallada, las primeras evidencias indican que la población está familiarizada con el problema de la contaminación acústica y es sensible a él, por lo que parece estar dispuesta a tomar medidas para reducir los niveles de exposición que experimentan actualmente en sus viviendas.

Los primeros hallazgos parecen indicar que en la técnica de valoración contingente, el uso de herramientas que reduzcan la subjetividad y el diseño de las ofertas iniciales pueden influir de manera importante en el momento de expresar una disposición a pagar. Si bien es cierto que la simulación ayuda a estandarizar el conocimiento del objeto que se estudia, la decisión de incluirla como escenario de valoración puede haber influido de manera significativa al momento que las personas expresaron su DAP; la herramienta parece reducir la subjetividad inherente a toda valoración social del ruido, pero al ser extremadamente complicado incluir todas las variantes que se ven involucradas en la propagación de los sonidos y en su percepción por parte de las personas, la simulación puede resultar demasiado simplificadora y por lo tanto influir cuando los encuestados tienen que expresar su verdadera DAP. Los archivos de audio utilizados, aun cuando han sido elaborados de manera que cumple con todos los criterios técnicos establecidos, puede resultar un elemento que simplifica una realidad muy compleja, por lo que los valores obtenidos deben de ser analizados con mayor detenimiento. En cuanto a las ofertas presentadas, estas funcionaron de manera adecuada en el momento de incentivar a los encuestados a responder la pregunta de valoración; sin embargo, aún cuando están calculadas para cubrir los sobre costes de construcción, su repercusión económica podría resultar mínima y por lo tanto también influir en el momento de responder a la pregunta de valoración.

Pese a lo anterior, si sólo se considera la DAP_{Media} que se obtiene con el modelo M3 que es la más baja de los tres analizados, los beneficios esperados superan los sobre costes de implementar el DB-HR, por lo que se podría concluir que esta normativa resulta pertinente para satisfacer la necesidad de la mayoría de las personas de mejorar las condiciones acústicas de sus viviendas.

Agradecimientos

Este trabajo es parte de los estudios de doctorado que son apoyados por la beca PROMEP que otorga el gobierno mexicano. La línea de investigación está adscrita al Centro de Política del Suelo y Valoraciones de la UPC.

Referencias

- [1] Nijland, H. *et al.* Cost and benefit of noise abatement measures. *Transport Policy* No. 10, 2003, pp. 131-140.
- [2] Vida, J. *et al.* Valoración de la molestia por contaminación acústica mediante relaciones dosis-efecto. *CONAMA 8, comunicado técnico*, 2006. Disponible en: <http://www.conama8.org/modulodocumentos/documentos/CTs/CT196.pdf>
- [3] Martíportugués, C. y Canto, J. Creencias ambientales y coste social del ruido de ocio. *Revista Acústica*, vol. 36 núm. 3 y 4, 2005, pp. 11-19.
- [4] Harris, C. *Manual de medidas acústicas y control del ruido. Tercera edición*, McGraw-Hill, México, 1995.
- [5] Baranzini, A. y Ramírez, J. Paying for Quietness: The Impact of Noise on Geneva Rents. *Urban Studies*, vol. 42, no. 4, 2005, pp. 633-646
- [6] Marmolejo, C. La Incidencia de la Percepción del Ruido Ambiental sobre la Formación Espacial de los Valores Residenciales: Un Análisis para Barcelona. *Revista de la Construcción*, volumen 7, no. 1, 2008, pp. 4-19.
- [7] Marmolejo, C. y Frizzera, A. ¿Cuánto estamos dispuestos a pagar por el silencio?: un análisis contingente para la ciudad de Barcelona. *Revista ACE*, año III, núm. 7, 2008, pp. 21-38
- [8] Riera, P. *Manual de Valoración Contingente*. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid, España, 1994. Disponible en: <http://webs2002.uab.es/prieram/manual.htm>
- [9] Carson, R. Contingent Valuation: A User's Guide. *Environmental Science & Technology*, vol. 34, no. 8, 2000, pp. 1413-1418
- [10] Champ, P., Boyle, K. and Brown T. *Primer on Nonmarket Valuation*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2003, pp.111-169
- [11] Gidlöf-Gunnarsson, A., Öhrström, E y Ögren, M. Noise annoyance and restoration in different courtyard settings: Laboratory experiments on audio-visual interactions. *Inter-Noise*, Estambul, Turquía, 2007.
- [12] Daumal, F. Restauración y rehabilitación acústica en la arquitectura patrimonial (realidad o mito de los modelos). *International Seminar on Virtual Acoustics*, Valencia, 24-25 November 2011, pp. 83-104
- [13] Cooper, J., Hanemann, W. & Signorello, G. One-and-One-Half Bound Dichotomous Choice Contingent Valuation. *CUDARE Working Paper No. 921*, UC Berkeley: Department of Agricultural and Resource Economics, UCB, 2001. Retrieved from: <http://escholarship.org/uc/item/09c663b2>
- [14] Hanemann, M., Loomis, J. y Kanninen, B. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 73, no.4, 1991, pp.1255-1263

- [15] Osorio M., J. y Correa R., F. Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente. *Semestre Económico*, vol. 12, no. 25, 2009, pp. 11-30.