

## ¿CÓMO EVALUAR LA POBLACIÓN AFECTADA POR EL RUIDO AMBIENTAL?

PACS: 43.58.Ta

Miguel Arana; David Pérez; Iñaki Nagore; Ricardo San Martin  
Universidad Pública de Navarra.  
Dpto. de Física. Laboratorio de Acústica.  
Campus de Arrosadia. 31006. Pamplona. Spain  
Tel: +(34)948169568  
Fax: +(34)948169565  
marana@unavarra.es

### ABSTRACT

According to the European Directive 2002/49/EC, an estimation of the number of people living in dwellings that are exposed to different bands of Lden values in dB 4 m above the ground on the most exposed façade is required. In order to carry out an accurate estimation a very precise database is needed both regarding cadastral information as regarding façade's acoustic map. The criterion given by ED-to consider the most expose façade- is accurate enough for detached or semidetached houses in urban areas. However, for large and tall buildings in urban configuration, this estimation could be confusing and even very vague. Moreover, façade noise map calculation is not always possible, either due to being too time consuming or unavailability of software resources. An alternative methodology (based on the nearest grid point approximation criterion) is discussed in this work. This methodology provides more reliable results.

### RESUMEN

La Directiva Europea 2002/49/EC requiere la estimación del número de personas que residen en viviendas expuestas a los diferentes valores de Lden, evaluados a 4 m de altura en su fachada más expuesta. Para llevar a cabo una estimación fiable, se requiere una muy precisa información, tanto relativa al catastro como a un mapeado acústico de fachadas. El criterio dado por la Directiva (considerar la fachada más expuesta) es suficientemente preciso para zonas urbanas compuestas por viviendas unifamiliares o pareados. Sin embargo, para configuraciones urbanas con grandes y altos edificios, la estimación puede resultar muy imprecisa. Además, al cálculo del mapa de fachadas no está siempre disponible, bien por el enorme tiempo de cálculo requerido, bien por disponibilidad del software requerido. En el presente trabajo se discute una metodología alternativa basada en el criterio de evaluar la afección utilizando el punto de la malla más próximo a la vivienda. Tal metodología ofrece resultados más fiables.

## INTRODUCCIÓN

Entre los efectos negativos del ruido ambiental cabe destacar la interrupción del descanso nocturno. No solo se producen efectos negativos primarios (incremento de la presión sanguínea, incremento de las pulsaciones, mareos, etc.) sino también secundarios como disminución del rendimiento en el trabajo [1]. Los niveles de contaminación acústica están fuertemente correlacionados con el porcentaje de personas molestas por el ruido a través de indicadores de uso general como, por ejemplo, el índice Ldn [2], [3].

La Directiva Europea 2002/49/EC (END [4]) requiere, en su Anexo IV, la estimación del número de personas (con aproximación a la centena) que viven en edificios expuestos a diferentes valores de Lden (en rangos de 5 dB) evaluados a 4 m del suelo en la fachada más expuesta. Similar requerimiento se establece para el índice Ln. Aunque esta metodología (utilizando los puntos del *grid* de cálculo) sobreestima la afección causada por el ruido, puede considerarse suficientemente precisa para tramas urbanas donde predomina la construcción unifamiliar o unifamiliares adosados. Sin embargo, puede resultar confusa (incluso altamente errónea) en tramas urbanas de grandes y elevados edificios. El procedimiento recomendado por el WG-AEN [5] sigue el “*principio de precaución*”; es decir, se prefiere sobreestimar que infravalorar. En el momento presente, tanto por la potencia de los métodos computacionales (mejorables, no obstante) como por la más precisa información catastral, deben proponerse estimaciones más precisas sobre la afección a la población.

El porcentaje de personas en cuya fachada los niveles sonoros exceden de un determinado valor puede evaluarse de los resultados obtenidos en un mapeado acústico. En una primera aproximación (siguiendo la literalidad de la END) puede asignarse el valor máximo (punto de la fachada más expuesta) a todos los residentes del edificio. En una segunda aproximación (bastante más elaborada) puede asignarse a cada vivienda el valor del punto del *grid* más próximo. Con esta metodología hay que tener la precaución de usar un adecuado valor del parámetro “*mínima distancia receptor-reflector*” a fin de evitar la reflexión de la propia fachada y no las de fachadas de otros edificios. Asumiendo que las fuentes de ruido no están muy próximas a las fachadas, esta es una buena aproximación, siempre que las alturas de los edificios no sean desmesuradas. Finalmente, puede también evaluarse en una forma más precisa a partir de un detallado mapa de fachadas, asumiendo que se conoce el número de personas que habitan cada edificio. Para grandes ciudades, el principal problema de esta segunda metodología es el elevadísimo tiempo de computación requerido.

## CASE STUDY

A fin de cuantificar las diferencias en la evaluación de personas afectadas por el ruido en sus viviendas, en el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos por tres diferentes metodologías aplicadas a una reducida trama urbana de la ciudad de Pamplona (Spain) de la que se dispone de información precisa, incluyendo información catastral. Las tres metodologías son:

1. Mapa de ruido de fachadas. Representa el *verdadero* nivel de ruido sobre la fachada de cada vivienda. Los receptores redistribuyen de acuerdo con el método alemán VBEB [6]. La denotaremos como estimación *exacta*.
2. Mapa de ruido estratégico. Asigna a cada fachada de cada vivienda el nivel de ruido del punto del *grid* más próximo, evaluado a 4 m de altura. La asignación se realiza

posteriormente al mapa acústico mediante software GIS. La denotaremos como estimación *aproximada*.

3. Estimación END. Asigna a todas las viviendas del edificio el nivel de la fachada más expuesta del edificio, evaluado a 4 m de altura. La denotaremos como estimación *END*.

Siguiendo las directrices de la END, debe obviarse el ruido reflejado por la propia fachada del edificio en estudio, no así las reflexiones provenientes de otros edificios. Los métodos 1 y 3 ya contemplan esta casuística por lo que hemos utilizado un valor de 0,01 m para el parámetro “*mínima distancia reflector-receptor*” a fin de que el método 2 no sobreestimara la afección respecto de los métodos 1 y 3.

La localización de nuestro *case study* es una parte del distrito de Iturrama, en Pamplona. El área total es de 1496000 m<sup>2</sup>. Incluye 105 bloques (portales) que conforman 30 edificios, con alturas entre 22 y 55 m. La división por bloques fue necesaria debido a la correcta asignación de la información catastral y posterior estudio de afección por vivienda. El número total de residentes es de 5.695 personas. Se utilizó el programa Cadna/A v. 3.6 [7]. Como modelo de fuente se utilizó el modelo francés ‘NMPB-Routes-96’ [8], de acuerdo tanto con la END como con el RD 1513/2005 [9].

El número de puntos del grid fue de 1.149 ya que los edificios ocupan un área de 34.700 m<sup>2</sup>.. Para el cálculo de mapa de fachadas fueron 9.115 los puntos. El tiempo de cálculo para el mapa de fachadas fue siete veces superior que el requerido para el mapa horizontal. Este elevado tiempo de cálculo es uno de los inconvenientes para la evaluación *exacta* de la afección en grandes urbes. Debido tanto a la participación en este trabajo del Ayuntamiento de Pamplona como del Gobierno de Navarra, los datos fueron de una gran precisión (DGM, promedio anual de tráfico, catastro por viviendas, etc.).

## RESULTADOS

La figura 1 muestra el número de personas afectadas por el ruido para el índice Lden. La figura 2 muestra el número de personas afectadas por el ruido para el índice Ln.

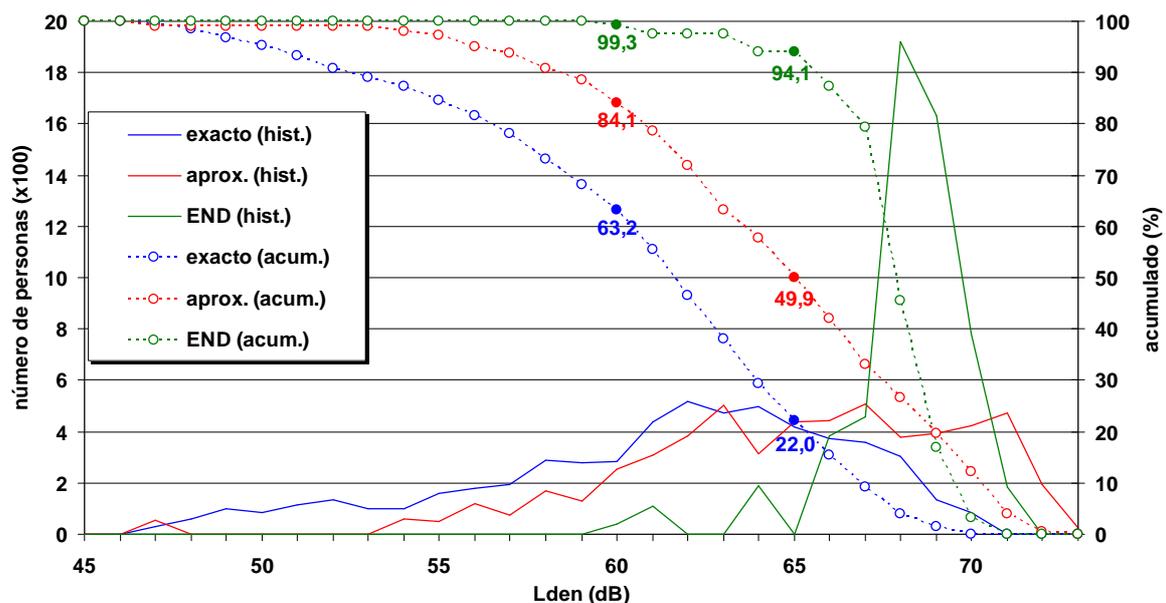


Fig.1 Histograma y distribución acumulada de población afectada para las metodologías *exacta*, *aproximada* y *END*. Índice: Lden

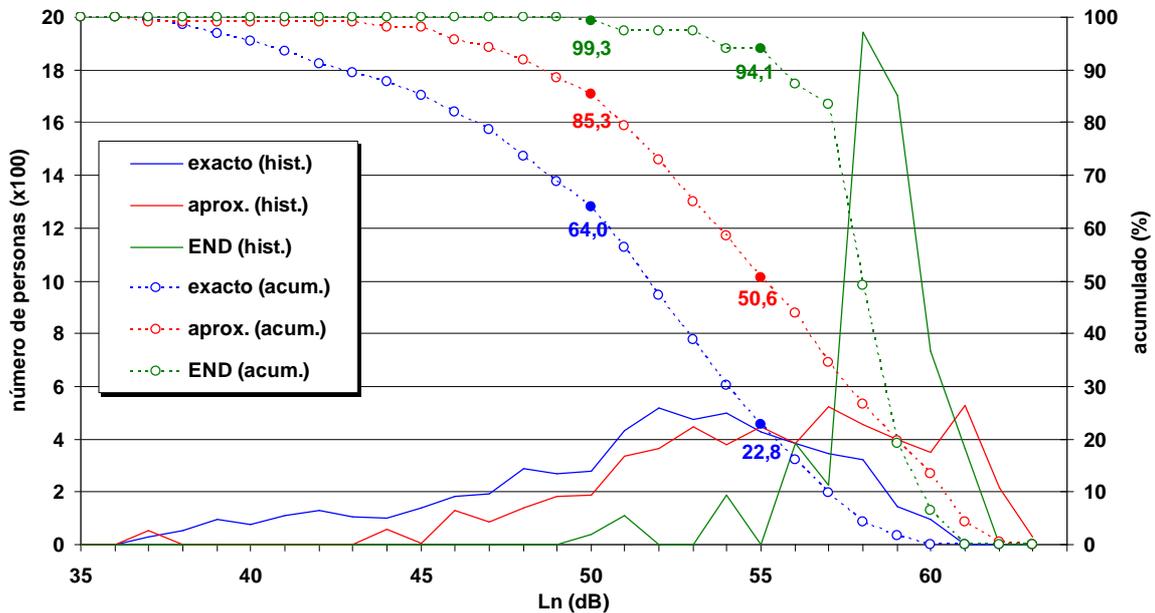


Fig.2 Histograma y distribución acumulada de población afectada para las metodologías *exacta*, *aproximada* y *END*. Índice: Ln

Asumiendo que el cálculo *exacto* representa la afección real sobre la población, aparecen notables diferencias con el cálculo *aproximado* e inaceptables con la aproximación *END*. Así, cuando el porcentaje real de población en cuyas fachadas el índice Lden supera 65 dB, el método aproximado lo incrementa hasta un 50 % y el método END lo estima en un 94%. Similares porcentajes se obtienen para el valor de 55 dB e índice Ln. Indudablemente, el criterio END (si se toma literalmente) es muy impreciso y no representa la exposición real de la población al ruido. Para tramas urbanas con grandes y elevados edificios, debe adoptarse otra metodología de evaluación. Cuando no sea posible la evaluación del mapa de ruido en fachadas (bien por no disponer del software requerido, bien por el inasumible tiempo de cálculo) es preferible utilizar el método aproximado, es decir, asignar a cada vivienda el nivel de ruido en el punto del *grid* más próximo. No obstante, esta aproximación complica la evaluación en dos aspectos. Por una parte, debe utilizarse un valor adecuado para el parámetro "mínima distancia reflector-receptor" (en caso contrario no se elimina la reflexión en la propia fachada). Por otra parte, ello requiere un tratamiento posterior con programa GIS. El programa comercial aquí utilizado permite obviar este segundo aspecto (evalúa el nivel en fachada por interpolación de los puntos del *grid* próximos) aunque complica la evaluación cuando los bloques dentro de un mismo edificio poseen diferentes alturas.

## ANÁLISIS

Cuando se avalúa el porcentaje de personas afectadas por el ruido con el criterio aproximado (asignar a una vivienda el nivel sonoro del punto del grid más próximo) no se producen apenas diferencias con respecto al cálculo exacto (mapa de fachadas) cuando se está a la misma altura. Las diferencias aparecen, naturalmente, cuando los edificios son de altura considerable. Además, pueden aparecer diferencias debidas bien al apantallamiento del punto del grid, bien al apantallamiento de la fachada receptora. En algunos casos, estas diferencias pueden ser notables. La figura 3 sugiere una explicación de estos efectos. Los puntos E1, E2, E3 y E4 son puntos receptores de fachada. Están a alturas de 4 m (E1), 22 m (E2 y E3) y 25 m (E4). Los puntos G1 y G2 son puntos del grid, todos ellos a 4 m de altura.

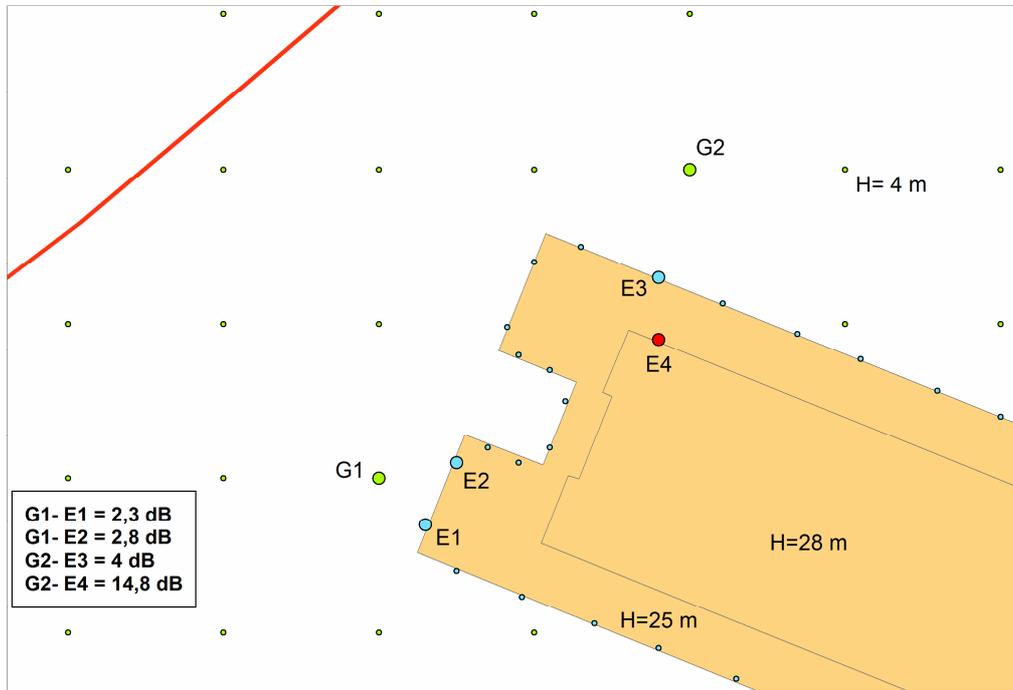


Fig. 3 Análisis de las diferencias entre los métodos *aproximado* y *exacto* (ref. [10]).

Mediante el método aproximado, el nivel del punto G1 se asigna a los dos receptores E1 y E2. A pesar de la diferencia de alturas de estos dos puntos, la diferencia entre el cálculo exacto y aproximado aporta una diferencia de 0,5 dB para estos dos puntos, diferencia no remarcable. Sin embargo, la asignación del nivel del punto del grid G2 a los puntos de fachada E3 y E4 genera diferencias muy notables, concretamente de más de 10 dB (diferencia entre G2-E4 y G2-E3). La visibilidad (apantallamiento) de las fuentes explica estas diferencias. E3 tiene visibilidad de la vía de tráfico (no tanta como G2, lo que, junto a la diferencia de alturas y reflexión, explica la diferencia G2-E3). E4, por el contrario, no tiene apenas visibilidad de la fuente de tráfico, al estar apantallado por la planta inferior. En este caso, el error generado al asignarle el nivel del punto del grid G2 es considerablemente mayor.

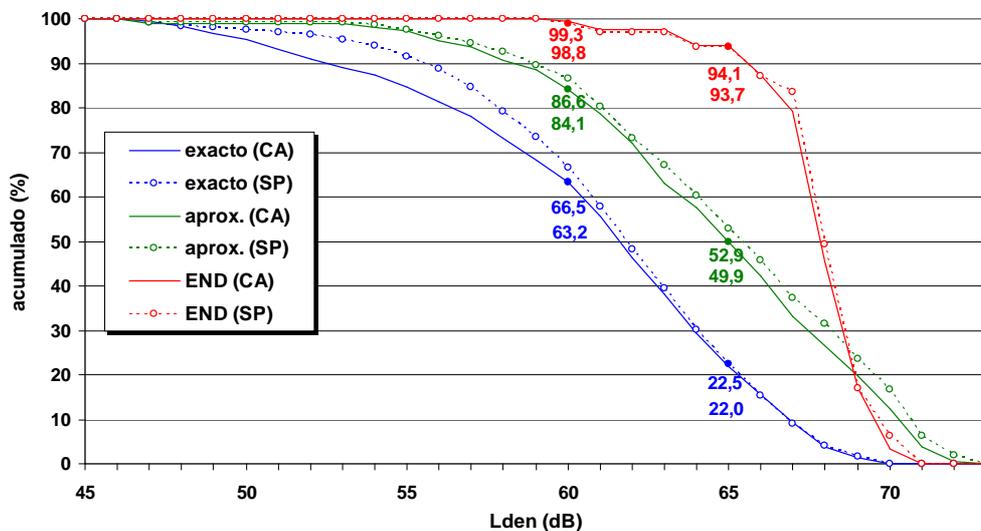


Fig. 4 Diferencias (distribución acumulada) en el número de personas afectadas obtenidas por dos programas mediante tres diferentes criterios (índice: Lden).

Finalmente, hemos repetido todos los cálculos con otro programa comercial (Sound PLAN v. 6.5 [11]) a fin de comprobar si existían diferencias apreciables entre ellos. Utilizando la configuración más similar entre ambos, la figura 4 muestra los resultados con ambos programas para el índice Lden. Los resultados son muy similares.

## CONCLUSIÓN

Para evaluar con precisión el porcentaje de personas afectadas por el ruido es preciso la evaluación de los mapas de fachada, además de disponer de datos catastrales fiables. Cuando ello no es posible (bien por no disponibilidad de tal opción en el software, bien por inabordables tiempos de computación), el método aproximado a partir del mapa horizontal es preferible frente al método estricto establecido en la END, especialmente en tramas urbanas con grandes edificios de múltiples plantas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer tanto al Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra como al Ayuntamiento de Pamplona toda la información aportada para la realización del presente trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] B. Berglund, T. Lindvall (eds): Community noise. Document prepared for the World Health Organization. Archives of the Center for Sensory Research, Vol. 2. Stockholm University and Karolinska Institute, Stockholm, Sweden. (1995).
- [2] T. J. Schultz: Synthesis of social surveys on noise annoyance. *Journal of Acoust. Soc. Am.* **64** (1978) 377-405.
- [3] M. Arana, A. Garcia: A social survey on the effects of environmental noise on the residents of Pamplona, Spain. *Applied Acoustics* **53** (1998) 245-253.
- [4] Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. (2002).
- [5] European Commission Working Group. Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN). Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure. Position Paper. Version 2. 13<sup>th</sup> Jan. 2006 (2006)
- [6] Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB) (Preliminary calculation method for determining the exposure figures caused by environmental noise). Federal German Gazette of 20th April 2007; p. 4,137. (2007)
- [7] Cadna/A, DataKustik, Instructions for use. (2008)
- [8] The French national computation method for Road Traffic Noise 'NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPCSTB)'. (2005)
- [9] RD 1513/2005, BOE n 301, 17/12/2005, pp: 41356-63, (2005)
- [10] Miguel Arana; Ricardo San Martín; Iñaki Nagore; David Pérez, *Using noise mapping to evaluate percentage of people affected by noise*, *Acta Acustica* 95 (3) 550-554 (2009)
- [11] SoundPLAN, Wins-User's Manual: Technical Acoustics in SoundPLAN. (2008).