



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

LA MEDIDA DEL RUIDO Y LOS MAPAS ESTRATÉGICOS: FUENTES Y CONTRIBUCIONES

PACS: 43.50.Rq

Atanasio Moraga, Pedro ¹; Barrigón Morillas, Juan Miguel ¹; Montes González, David ^{2,1}; Rey Gozalo, Guillermo ^{1,3}; Vílchez Gómez, Rosendo ¹.

¹ Departamento de Física Aplicada, Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura
Avda. de la Universidad s/n, Cáceres, 10003, España
Tfno.: (+34) 927 25 72 34, Fax: (+34) 927 25 72 03

E-Mail: barrigon@unex.es

² ISE, Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Coimbra.
R. Luis Reis dos Santos 290, Coimbra, Portugal.

³ Universidad Autónoma de Chile, 5 Poniente 1670,
3460000 Talca, Región del Maule, Chile.

Palabras Clave: fuentes sonoras, ruido urbano, medidas, mapas de ruido, incertidumbre.

ABSTRACT

Good Practice Guide for strategic noise maps and for the generation of noise exposure data recommends the use of calculation methods. However, it points out that there are many other functions that noise measurements must have within the framework of the effective application of the European Noise Directive. Without going into this work to assess the advantages and disadvantages of making noise maps by calculation, we believe that one of the causes of uncertainty generated by noise maps through measurements is the contribution of noise sources other than those that we wish to evaluate. In this communication, we present a study based on weekly urban noise profiles in which we evaluate the importance on the sound level of non-traffic sources or traffic-related sources, but not normally considered in the calculation models.

RESUMEN

La Guía de Buenas Prácticas para la realización de mapas de ruido estratégicos y para la generación de los datos correspondientes a la exposición al ruido recomienda el empleo de métodos de cálculo. Sin embargo, señala que existen otras muchas funciones que las medidas de ruido deben tener en el marco de la aplicación efectiva de la Directiva Europea sobre el Ruido. Sin entrar en este trabajo a valorar las ventajas y desventajas de la realización de mapas de ruido mediante cálculo, sí creemos que una de las causas de incertidumbre que generan los mapas de ruido mediante medidas es la contribución de fuentes sonoras ajenas a la que se desea evaluar. Presentamos, en esta comunicación un estudio basado en perfiles de ruido urbano semanales en los que evaluamos la importancia sobre el nivel sonoro de fuentes ajenas al tráfico o de fuentes asociadas al tráfico pero normalmente no contempladas en los modelos de cálculo.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

INTRODUCCIÓN

Desde la publicación de la Directiva Europea sobre Ruido 2002/49/CE [1], los mapas estratégicos de ruido se han convertido en el principal eje en la lucha contra el ruido y sus efectos nocivos sobre la salud de la población [2,3]. En esta Directiva, se definen una serie de indicadores sonoros para diferentes intervalos horarios (día, tarde y noche), con el fin de poder estimar la exposición de la población al ruido ambiental en cada uno de ellos, siendo especialmente sensible el horario nocturno por las implicaciones que la contaminación acústica puede tener sobre el descanso de las personas.

En este sentido, la Guía de Buenas Prácticas [4] para la realización de mapas de ruido estratégicos y para la generación de los datos correspondientes a la exposición al ruido recomienda el empleo de métodos de cálculo. Pero también indica que las medidas de ruido pueden tener otras funcionalidades dentro del marco de la aplicación efectiva de la Directiva Europea sobre el Ruido, ya que sirven de apoyo para validar los propios mapas de ruido realizados mediante software y para el diseño de los planes de acción.

Sin entrar en este trabajo a valorar las ventajas y desventajas de la realización de mapas de ruido mediante cálculo, sí creemos que una de las causas de incertidumbre que generan los mapas de ruido mediante medidas es la contribución de fuentes sonoras ajenas a la que se desea evaluar. En relación con este tema y con el análisis de medidas de larga duración para la determinación de los indicadores sonoros [5], algunos trabajos previos han analizado el impacto de sucesos anómalos y fuentes puntuales en la tendencia de los valores registrados [6].

Considerando de interés esta línea de trabajo, en esta comunicación se presenta un estudio basado en perfiles de ruido urbano diarios en los que se evalúa la importancia sobre el nivel sonoro de fuentes ajenas al tráfico o de fuentes asociadas al tráfico pero normalmente no contempladas en los modelos de cálculo.

METODOLOGÍA

Mediante el uso de estaciones de monitorización y medida de ruido modelo OPERA de 01 dB, se realizaron medidas de larga duración para obtener los niveles sonoros en 3 localizaciones de la ciudad de Cáceres (figura 1). Los micrófonos de medida se colocaron en balcones a diferentes alturas sobre el nivel del suelo y en vías con usos y características variados. En todos los casos el periodo de integración utilizado ha sido de 1 minuto y el tiempo de medida continuado supera el mes.



Figura 1.- Mapa de situación de los puntos en la ciudad de Cáceres. Google maps.



FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre**

El primero de los puntos de medida se situó en una calle residencial cercana al Casco Antiguo de Cáceres, en la parte más baja de una pendiente pronunciada con tráfico en ambos sentidos, a 5 metros de altura. Cercano a este punto se encontraba un punto de recogida de residuos, una entrada a un garaje de uso comunitario por los residentes del edificio y una residencia de estudiantes.

El segundo de los equipos se ubicó en un balcón a 18 metros de altura y orientado hacia la Ronda Norte, principal circunvalación de Cáceres. Esta vía dispone de doble calzada y dos carriles por sentido, conectando distintas carreteras de entrada con el centro de la ciudad y con zonas comerciales. Debajo del punto de medida se encuentra un Instituto de Educación Secundaria.

El tercero de los micrófonos de medida fué colocado a 13 metros de altura en un balcón de una zona residencial cercano a un Colegio de Educación Primaria y a un Instituto de Educación Secundaria. En sus cercanías se encuentra una de las zonas verdes urbanas de mayor tamaño de la ciudad y el Hospital Universitario San Pedro de Alcántara.

Este trabajo analiza el efecto que producen algunas fuentes sonoras, asociadas al tráfico o no, en el LAeq de los lugares en los que estaban situados los equipos de medida. Para ello, en cada uno de los puntos de medida, se han considerado medidas del LAeq promedio de 5 días hábiles, seleccionados al azar sobre periodos de medida superiores a un mes. Mediante criterios relacionados con la variabilidad de los diferentes perfiles sonoros, se han seleccionado ciertos valores límites de forma que los valores de LAeq de aquellos minutos que los superaban se han considerado como valores anómalos en el periodo temporal analizado. Para estudiar su efecto, estos valores, considerados anómalos, han sido reemplazados, analizando de forma separada diferentes periodos temporales:

1. En el periodo horario de 24 horas correspondientes a un día completo, se han sustituido los valores que superan el nivel límite seleccionado por ese mismo nivel límite y se ha calculado el nuevo LAeq de las 24 horas.
2. En el periodo horario de 24 horas, se han sustituido todos los valores que superan el nivel límite seleccionado por el nivel equivalente de las 24 horas y se ha calculado el nuevo LAeq del periodo.
3. En el intervalo horario establecido como día (07:00 a 19:00), se han sustituido todos los valores que superan el nivel límite seleccionado por el nivel equivalente de las 12 horas y se ha calculado el nuevo LAeq del intervalo temporal.
4. En el intervalo horario establecido como noche (23:00 a 07:00), se han sustituido todos los valores que superan el nivel límite seleccionado por el nivel equivalente de las 8 horas y se ha calculado el nuevo LAeq del periodo.
5. En el intervalo horario de las 24:00 a las 06:00 horas, que hemos considerado como un periodo noche reducido, se han sustituido todos los valores que superan el nivel límite seleccionado por el nivel equivalente de las 6 horas y se ha calculado el nuevo LAeq del intervalo temporal.

Con el fin de averiguar la contribución que tienen un determinado número de eventos puntuales en el nivel sonoro de los lugares elegidos, se ha calculado, en cada uno de los casos, la diferencia entre el LAeq medido y el LAeq obtenido después de realizar las modificaciones indicadas en los puntos 1 a 5.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

Además, con el objetivo de identificar las fuentes sonoras que mayor influencia tienen en los niveles presentes en dichos lugares, las estaciones de medida se configuraron para que realizaran una grabación de 1 minuto de duración cada vez que el LAeq fuera superior a 75 dB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a los diferentes tipos de uso existentes en cada uno de los tres entornos elegidos, el análisis de resultados se ha llevado a cabo estudiando por separado el comportamiento en cada una de las calles en las que hemos situado los equipos de medida. Se ha realizado un promedio del comportamiento de cada calle sobre los cinco días seleccionados al azar.

En el primero de los análisis realizados, tomando el intervalo temporal de un día completo, para encontrar una diferencia suficiente entre el nivel sonoro existente y el calculado es necesario un gran número de eventos sonoros por hora, en gran parte debido a que al sustituir directamente por el valor límite, si el promedio es bajo, los valores que lo superan son muchos (figura 2)

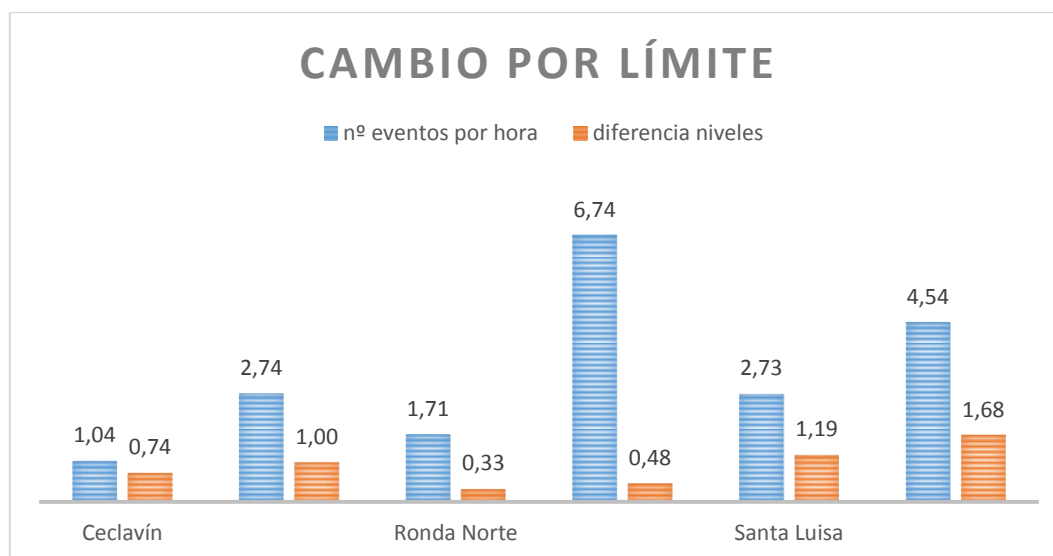


Figura 2.- Cambio de valores que superan los límites de 66 y 64 dBA en el caso de Ceclavín y 64 y 62 dBA en el caso de Ronda Norte y Santa Luisa por ese mismo nivel límite durante 24 horas.

Las diferencias crecen mínimamente si sustituimos los valores límites por el promedio del día completo, entendido de 23:00 a 22:59 horas. De nuevo, son necesarios muchos eventos sonoros por hora para considerar importantes dichas diferencias (figura 3)

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

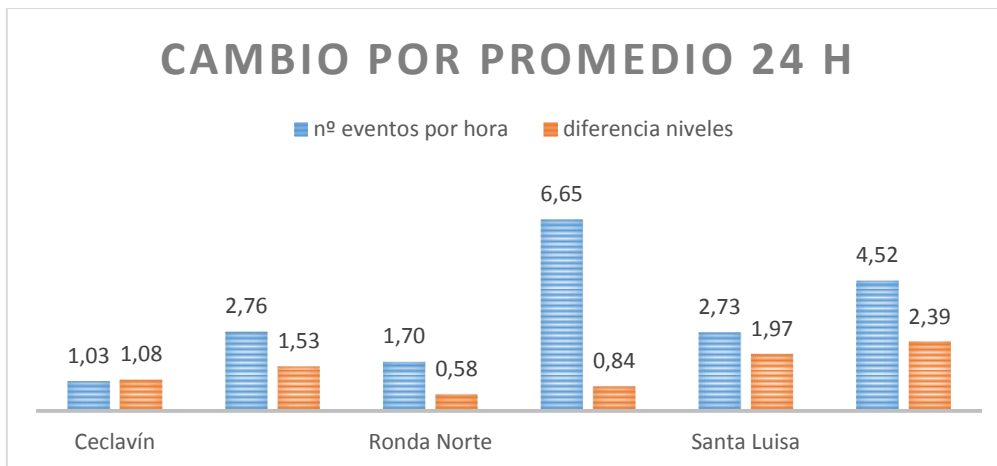


Figura 3.- Cambio de valores que superan los límites de 66 y 64 dBA en el caso de Ceclavín y 64 y 62 dBA en el caso de Ronda Norte y Santa Luisa por el valor promedio de 24 horas.

Se ha analizado la contribución en el nivel sonoro de las fuentes sonoras que superan el valor límite durante el periodo día, entendido de las 07:00 a las 19:00 horas (figura 4). En todos los casos estudiados se necesitan gran cantidad de eventos sonoros que superen el límite establecido para que la contribución sea reseñable al nivel promedio del día. No obstante, en el caso de la Ronda Norte, en las grabaciones se ha detectado una motocicleta que pasa todos los días entre las 8 y las 9 de la mañana, contribuyendo al aumento del nivel día.

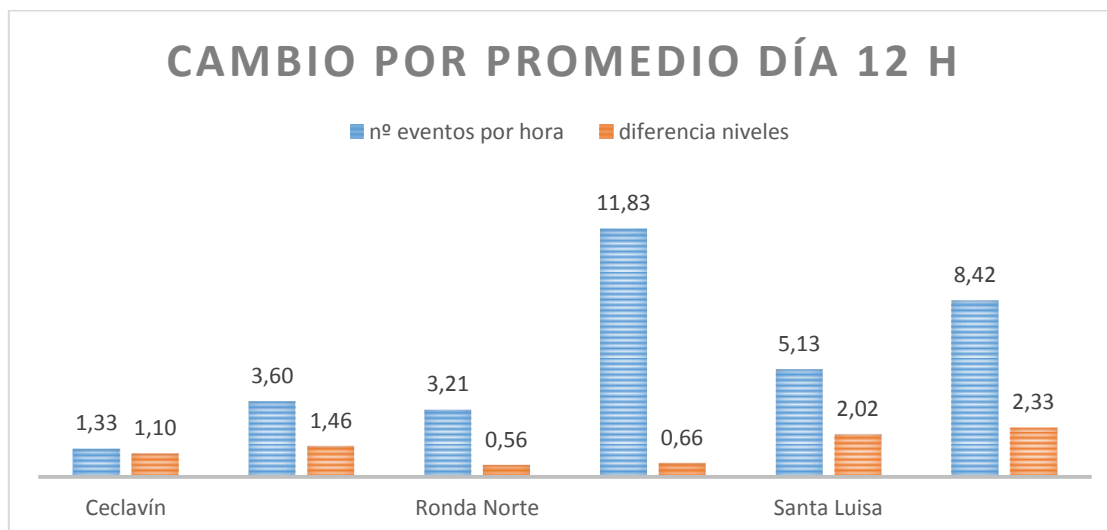


Figura 4.- Cambio de valores que superan los valores de 66 y 64 dBA en Ceclavín, 64 y 62 dBA en Ronda Norte y Santa Luisa, por el valor promedio de 12 horas (07:00 a 19:00)

Posteriormente se ha estudiado el efecto que puede tener el número de sucesos sonoros que superan el valor umbral en horario nocturno, con el fin de establecer cuántos, cuáles y de qué tipo son los eventos que afectan a los niveles sonoros de los tres lugares elegidos.

Durante el horario nocturno, de 23:00 a 07:00 horas, en el primero de los puntos de medida, algo más de un evento sonoro superior a 62 dBA por hora establece una diferencia de casi 1,5

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

dB en el valor promedio nocturno. La baja altura del balcón y la pendiente pronunciada de la calle contribuyen a este aumento del nivel promedio equivalente en horario nocturno (figura 3)

En el punto de medida orientado hacia la Ronda Norte no se han encontrado diferencias reseñables en el horario nocturno. Son necesarios casi 3 eventos sonoros por hora durante la noche para obtener una diferencia de 0.6 dB. (figura 5)

En el punto de medida de la calle Santa Luisa de Marillach, la contribución de las fuentes sonoras que superan el nivel umbral es reseñable en el nivel promedio equivalente en horario nocturno. Con menos de un evento sonoro por hora superando 62 dBA, encontramos una diferencia de 1,57 dB en el nivel promedio. Con 2 eventos sonoros por hora superando 60 dBA se establece una diferencia de casi 2,5 dB. (figura 5)

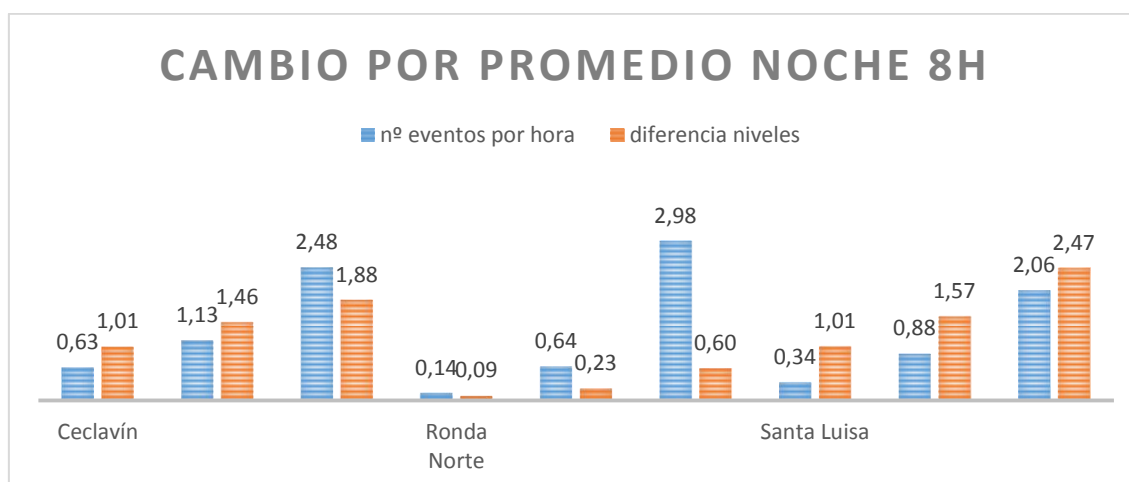


Figura 5.- Cambio de valores que superan los niveles de 64, 62 y 60 dBA en Ceclavín; 62, 60 y 58 dBA en Ronda Norte; 60, 58, 56 dBA en Santa Luisa, por el valor promedio de 8 horas (23:00 a 07:00)

Los niveles sonoros durante la noche son más estables entre las 00:00 y las 06:00 horas en los tres puntos de medida elegidos. En este rango horario se han encontrado diferencias importantes entre los niveles sonoros presentes y los calculados mediante el cambio por el promedio de las 6 horas elegidas.

En el primero de los puntos de medida, menos de 1 evento sonoro por hora superando 62dB supone una contribución de casi 1,5 dB en el nivel sonoro noche (figura 6). Debido a que se programó un disparo en el instrumento de medida cuando los sonidos superaban un cierto nivel, hemos podido determinar que el aumento está producido principalmente por distintas motocicletas que aceleran fuertemente para subir la pronunciada pendiente. El aumento se nota también en el nivel día estudiado anteriormente, ya que algunas de estas pasaban en horario diurno, entre las 7 y las 9 de la mañana.

De nuevo, no se han encontrado diferencias que permitan establecer una contribución reseñable de las fuentes sonoras con niveles más altos en el punto de medida de la Ronda Norte. (figura 6)

La contribución de las fuentes sonoras que superan los niveles establecidos son importantes en el tercero de los puntos de medida en este rango horario. 0.29 eventos sonoros superando el nivel de 64dBA supone un aumento de casi 1.5 dB en el nivel promedio. Estableciendo un nivel límite de 62 dBA, menos de un eventos sonoro por hora superando ese nivel supone un aumento de 2.05 dB, contribución reseñable en el nivel sonoro del rango horario elegido. Si el

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

nivel umbral se establece en 60dBA, algo más de 1.5 eventos sonoros en una hora durante el horario elegido aumentan el nivel promedio en algo más de 3dB, lo que significa el doble de energía sonora durante la noche (figura 6). En este caso el aumento está principalmente producido por el camión de la basura, el cual recoge los residuos todos los días entre las 3 y las 4 de la mañana.

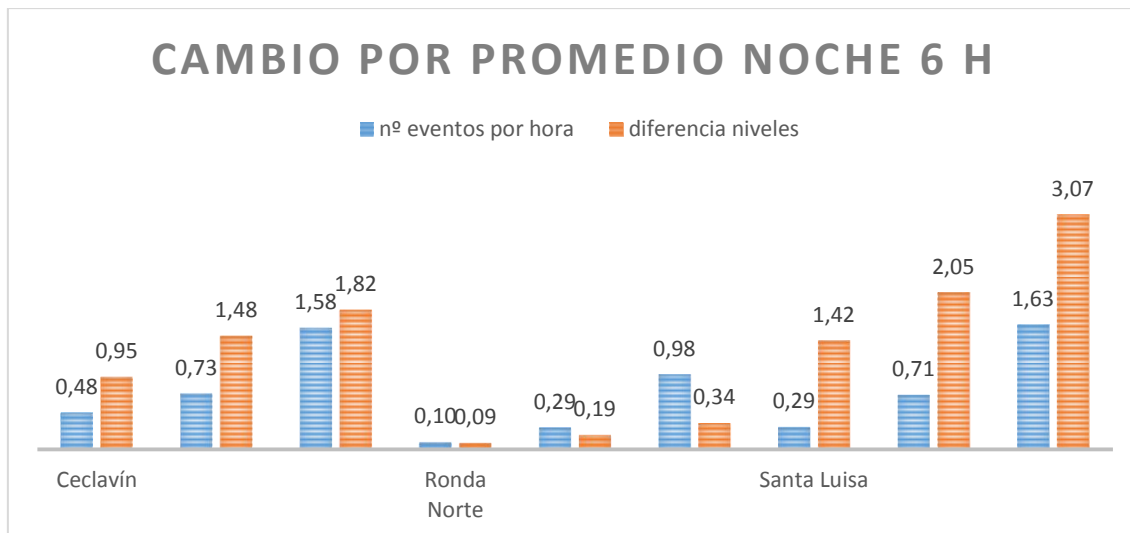


Figura 6.- Cambio de valores que superan los niveles de 64, 62 y 60 dBA en Ceclavín; 62, 60 y 58 dBA en Ronda Norte; 60, 58, 56 dBA en Santa Luisa, por el valor promedio de 6 horas (00:00 a 06:00)

CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta un estudio preliminar de la contribución de fuentes sonoras puntuales en tres zonas de una ciudad pequeña con distintos usos, que puede marcar unas pautas a seguir en investigaciones futuras sobre la evolución temporal del ruido.

Se ha analizado la contribución de fuentes sonoras puntuales en el nivel promedio equivalente de 24 horas, de 12 horas del día y de 6 y 8 horas de la noche. Según los resultados obtenidos, concluimos:

- Las fuentes sonoras puntuales que superan un cierto valor influyen de manera notable en el nivel sonoro equivalente de la noche, entendida esta como se establece en la Directiva Europea del Ruido de 23:00 a 07:00 horas, sobre todo en las zonas residenciales. Esta contribución es menor en el caso del del nivel sonoro equivalente en horario diurno, en el que los eventos sonoros anómalos deben ser mucho más evidentes para que aporten de manera notable en el aumento del nivel.
- Cuando el nivel sonoro equivalente es más estable, las fuentes puntuales contribuyen de forma más importante al aumento del nivel sonoro, llegando incluso a doblar la energía sonora en el horario en el que los valores permanecen más constantes.
- Las mayores contribuciones de los eventos sonoros anómalos al nivel sonoro equivalente de las zonas estudiadas tienen lugar durante el periodo nocturno, el cual está asociado principalmente al descanso de la población, por lo que pueden resultar especialmente molestos y tener incidencia sobre la salud.



FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre**

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto TRA2015-70487-R (MINECO/FEDER, UE); Junta de Extremadura, Consejería de Economía e Infraestructura (GR10175); Fondo Europeo para el Desarrollo Regional (FEDER), Fondo Social Europeo (FSE) y Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) a través del proyecto FONDECYT Nº 1180547). G. Rey-Gozalo está financiado por Juan de la Cierva - Contrato de incorporación del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (IJCI-2016-28923). David Montes González está financiado por el Fondo Social Europeo (FSE) de la Unión Europea y por la Consejería de Economía e Infraestructura de Junta de Extremadura a través de las ayudas para el fortalecimiento de I+D+I mediante movilidad de investigadores posdoctorales.



Fondo Social Europeo
Una manera de hacer Europa

BIBLIOGRAFÍA

- [1] COM, 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, Official Journal L, 189, Brussels: The European Parliament and the Council of the European Union, 0012–0026; 2012,
- [2] WHO (World Health Organization). Burden of disease from environmental noise. Bonn: WHO. 2011.
- [3] WHO (World Health Organization). Night noise guidelines for Europe. Copenhagen. 2009
- [4] WG-AEN (Working Group Assessment of Exposure to Noise), Good practice guide for strategic noise mapping and the production associated data on noise exposure, Version 2, Brussels, Belgium, European Commission, Position Paper 2; 2007,
- [5] Prieto Gajardo, C., Barrigón Morillas, J. M., Rey Gozalo, G. and Vílchez-Gómez, R. Can weekly noise levels of urban road traffic, as predominant noise source, estimate annual ones?, Journal of the Acoustic Society of America, 140 (5), 3702–3709, (2016).
- [6] Prieto Gajardo, C.; Barrigón Morillas, J.M.; Gómez Escobar, V.; Vílchez Gómez, R.; Méndez Sierra, J.A.; Carmona del Río, F.J.; Rey Gozalo, G. Efectos del mundial de fútbol sobre los niveles sonoros de ruido. 42º Congreso Español de Acústica, 2011.