

## PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA 2ª FASE DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDOS DE LA RED DE CARRETERAS DE ANDALUCÍA

PACS: 43.50.Rq

Gey Flores, Ricardo<sup>1</sup>; Cueto Ancela, José Luis<sup>1</sup>; Hernández Molina, Ricardo<sup>1</sup>; Alina Petrovici<sup>2</sup>;  
Sales Márquez, Diego<sup>1</sup>

(1) Universidad de Cádiz. Laboratorio de Ingeniería Acústica.

Edificio C.A.S.E.M. Campus Río San Pedro

11510 Puerto Real (Cádiz) España

Tel: +34 956 016051

E-Mail: [ricardo.gey@uca.es](mailto:ricardo.gey@uca.es)

(2) Universidad "Vasile Alecsandri" de Bacau.

Calea Marasesti 157

600115 Bacau. Rumanía

### ABSTRACT

Once developed the second round of Strategic Noise Maps of the major roads under the competence of the Regional Government of Andalusia, the main results are presented here. A comparison between the exposed population data calculated according to END method and German method VBEB (2007) is performed and presented.

Keywords: Strategic Noise Maps

### RESUMEN

Tras la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de la Red de Carreteras de Andalucía en su 2ª Fase, se presentan aquí los principales resultados obtenidos. Se han elaborado los MER de los grandes ejes viarios, con más de tres millones de vehículos al año, de la red de carreteras de titularidad autonómica de la Junta de Andalucía. Se realiza una comparativa entre los datos de población expuesta calculados según el método propuesto en la Directiva END y los datos de población expuesta calculados según una variante del método alemán VBEB (2007).

Palabras clave: Mapas Estratégicos de Ruido de Carreteras

## INTRODUCCIÓN

En relación a la realización de Mapas Estratégicos de Ruido (MER) en su segunda fase, es bien sabido que los estados miembros garantizarán que se hayan elaborado y aprobado dichos mapas sobre la situación del año civil anterior, correspondientes a todas las grandes ejes viarios con más de 3.000.000 vehículos/año presentes en su territorio, y previamente definidos. Todas las mejoras introducidas en los procesos de realización de los mapas y los planes de acción deben redundar sobre la mejora de la calidad del producto final, y por tanto la utilidad, de estos estudios. De esta manera, la idea que subyace en la metodología de elaboración de los mapas de ruido por la Junta de Andalucía de carreteras de su competencia, fue desde el principio del proyecto:

- La generación de un procedimiento de trabajo (a nivel de Instrucciones Técnicas) que garantizara diversas cuestiones relacionadas con la calidad de los mapas estratégicos de ruido de carreteras en Andalucía.
- La trazabilidad de los datos empleados y el procesamiento de los mismos, a pesar de la distribución de tareas entre varios grupos de trabajo.
- La existencia de vías alternativas de desarrollo de los mapas cuando faltaran datos críticos para el progreso del trabajo y la calidad de sus resultados.

Lo cual garantizaría la calidad de los mapas para los planes de acción y la comparabilidad de los mismos. La Tabla 1 recoge el número de Unidades de Mapa Estratégico (UMEs) y los kilómetros de carretera estudiados por provincia y para toda Andalucía:

PROVINCIA	Nº de UMEs	Longitud total en km	Área evaluada en km <sup>2</sup>
Almería	11	185,035	607
Cádiz	11	219,124	689
Córdoba	4	21,680	83
Granada	8	253,780	781
Huelva	11	110,020	360
Jaén	2	43,470	132
Málaga	16	192,095	582
Sevilla	33	308,035	917
Andalucía	96	1333,239	4151

Tabla 1 – Cifras globales que muestran la dimensión del trabajo realizado.

En relación a la tipología de las carreteras cuyos MER han sido elaborados, la Tabla 2 muestra la distribución en porcentaje para cada provincia y para toda Andalucía de los tres tipos de vías evaluadas: autovías, carreteras de doble calzada y carreteras convencionales.

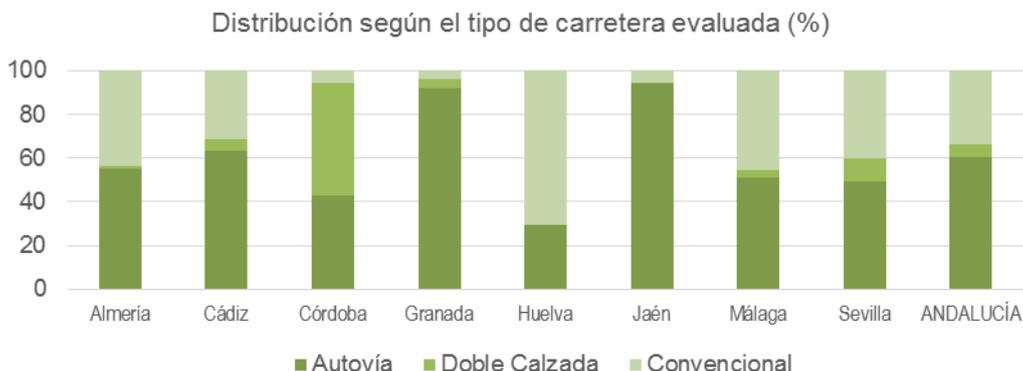


Tabla 2 – Distribución en % según la tipología de la carretera.

El objetivo de esta comunicación se centra en presentar los principales resultados obtenidos tras la realización de los mapas estratégicos de ruido, comparando además las diferencias existentes entre los datos de población expuesta calculados según el método propuesto en la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (END: Environmental Noise Directive) [1] y los calculados según una variante del método alemán VBEB (2007) [2].

A través del método END se estima el número de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de valores de los índices de ruido (la END exige la comunicación a la Comisión de los datos relativos a  $L_{den}$  y  $L_{noche}$ ), a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta. Este método presupone que todos los habitantes de un edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta.

El método alemán VBEB (Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm) permite obtener valores de afección a los que se encuentra expuesta la población más cercanos a la realidad. El método distribuye receptores de niveles de presión sonora a lo largo de todas las fachadas del edificio. En nuestro caso, la variante a este método ha consistido en repartir los receptores a diferentes niveles de altura en función del número de plantas del edificio, y no únicamente a 4 metros.

## PRINCIPALES DIFICULTADES ENCONTRADAS EN LA ELABORACIÓN DE LOS MER

Antes de proceder a mostrar los resultados obtenidos de los MER vamos a describir las principales dificultades encontradas a la hora de elaborar los mapas:

- La mayoría de las fuentes de información geográfica facilitadas tenían una escala superior a la necesaria para la recreación de los modelos 3D en el software de simulación acústica empleado, CadnaA versión 4.3 (DataKustik).
- Ninguna fuente de información geográfica pudo ser empleada directamente en los modelos 3D. Todas tuvieron que ser tratadas mediante Sistemas de Información Geográfica para adecuarlas a nuestras necesidades.
- Fue necesario un estricto control de calidad de los datos facilitados para verificar que las intensidades medias diarias de vehículos y los porcentajes de pesados que circulaban en cada tramo de carretera a estudio eran los correctos antes de proceder al cálculo predictivo mediante software.

Una vez tratada toda la información geográfica a emplear y creados los modelos de simulación acústica en 3D para cada UME, se procedió al cálculo mediante software, tanto de la malla de receptores 4 metros para obtener las líneas isófonas como del mapa acústico de edificios con receptores a todas las alturas (plantas) para obtener el mapa de fachadas. Los más de 1300 km de carreteras a estudio, con algo más de 4100 km<sup>2</sup> de superficie a evaluar, requirieron de un gran tiempo computacional.

## RESULTADOS POR PROVINCIAS

Una vez calculados los modelos tridimensionales de cada UME se procedió a la exportación de las isófonas y de los receptores en fachada de los cuatro índices evaluados para su tratamiento con SIG. A través de diversas herramientas de geoprocésamiento se obtuvieron los datos de población, viviendas y superficie expuesta. A continuación, las figuras 1 a 8 muestran los datos de población expuesta por intervalos de nivel sonoro para los índices de ruido  $L_{día}$  y  $L_{noche}$  para las ocho provincias andaluzas.

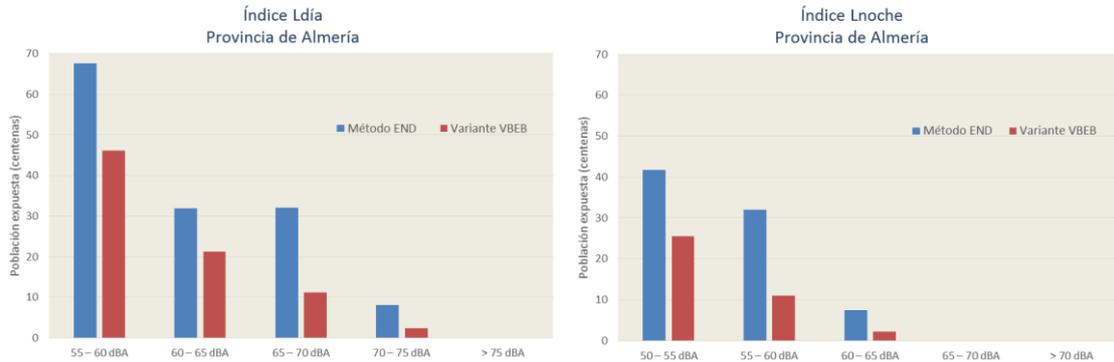


Figura 1 – Almería. Distribución de la población expuesta por intervalos de nivel sonoro para una población evaluada de 228359 habitantes.

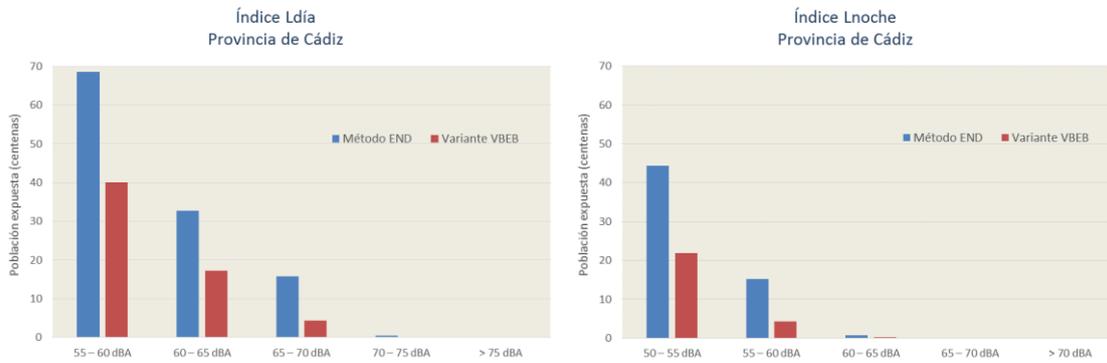


Figura 2 – Cádiz. Distribución de la población expuesta por intervalos de nivel sonoro para una población evaluada de 434060 habitantes.

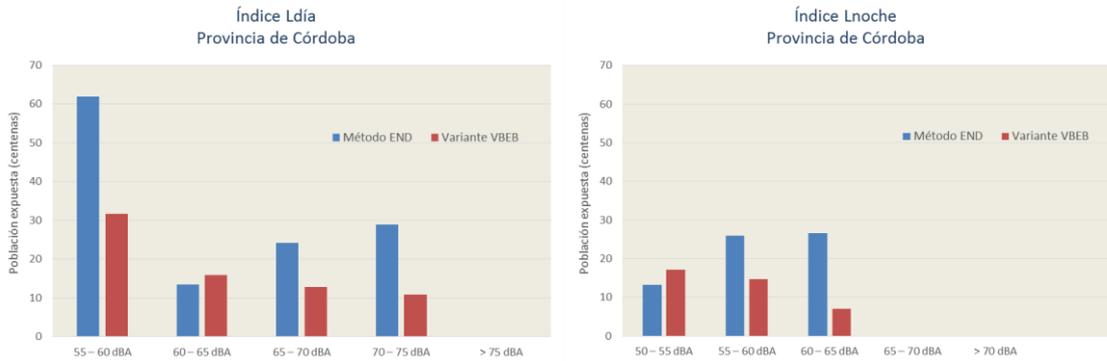


Figura 3 – Córdoba. Distribución de la población expuesta por intervalos de nivel sonoro para una población evaluada de 302691 habitantes.

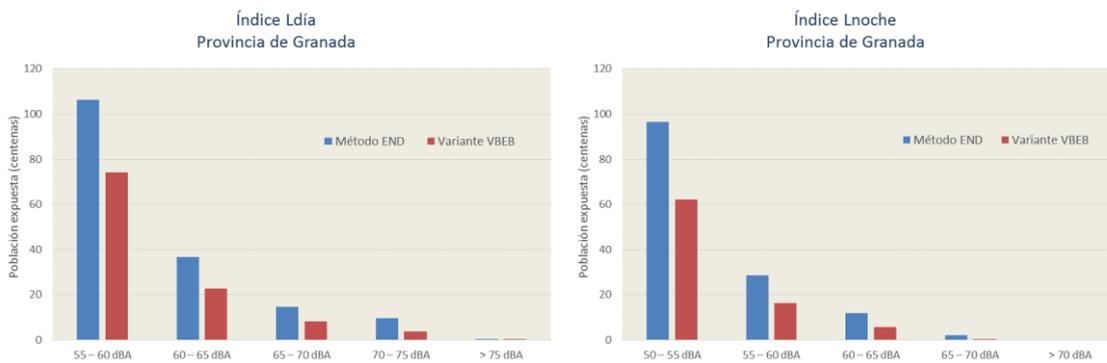


Figura 4 – Granada. Distribución de la población expuesta por intervalos de nivel sonoro

para una población evaluada de 424979 habitantes.

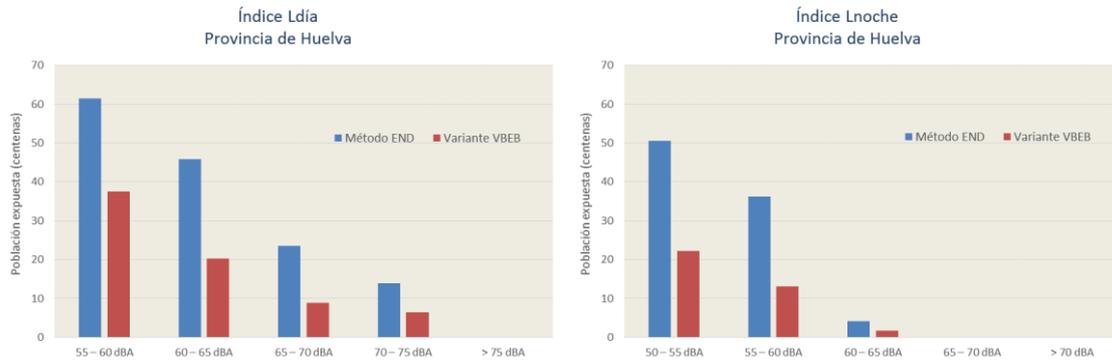


Figura 5 – Huelva. Distribución de la población expuesta por intervalos de nivel sonoro para una población evaluada de 424979 habitantes.

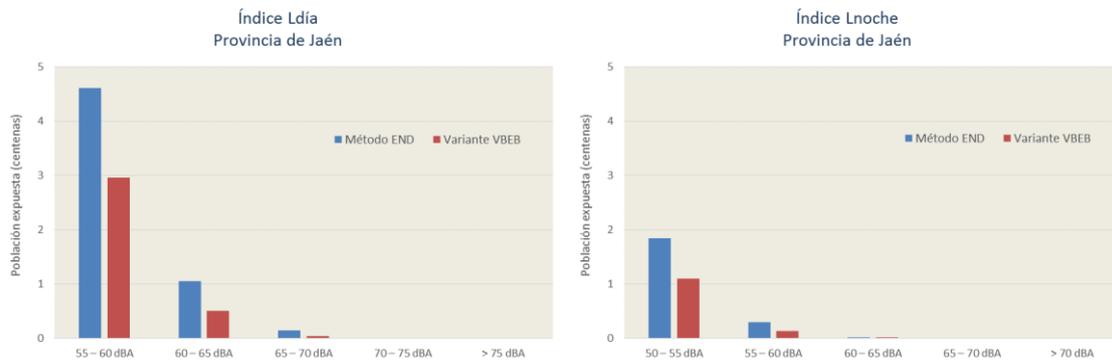


Figura 6 – Jaén. Distribución de la población expuesta por intervalos de nivel sonoro para una población evaluada de 300193 habitantes.

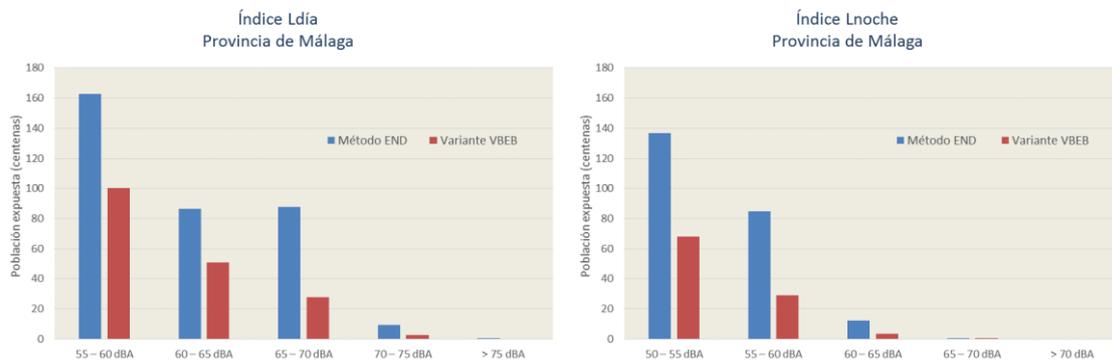


Figura 7 – Málaga. Distribución de la población expuesta por intervalos de nivel sonoro para una población evaluada de 678250 habitantes.

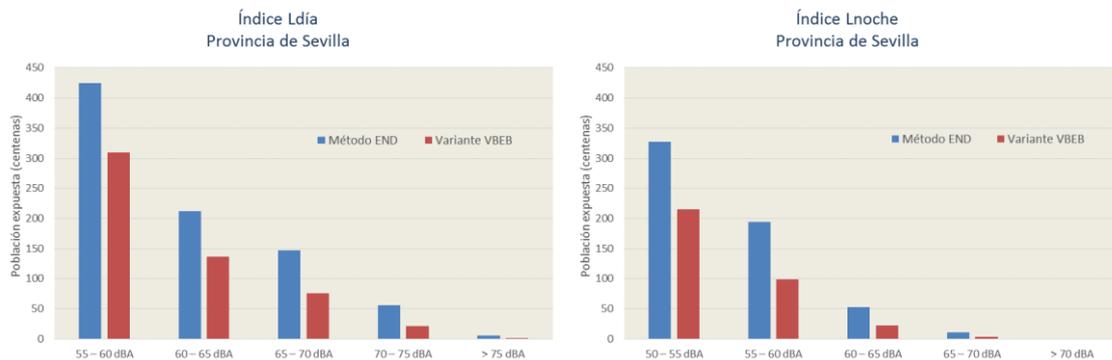


Figura 8 – Sevilla. Distribución de la población expuesta por intervalos de nivel sonoro

para una población evaluada de 1763721 habitantes.

## CONCLUSIONES

A continuación se muestran los datos más relevantes de los resultados de los MER en su 2ª Fase de la Red de Carreteras de Andalucía. La Figura 9 muestra los datos de población (en centenas) que se encuentra por encima de 65 dB(A) para los índices Ldía, Ltarde y Lden, y 55 dB(A) para el índice Lnoche, para los dos métodos de cálculo empleados.

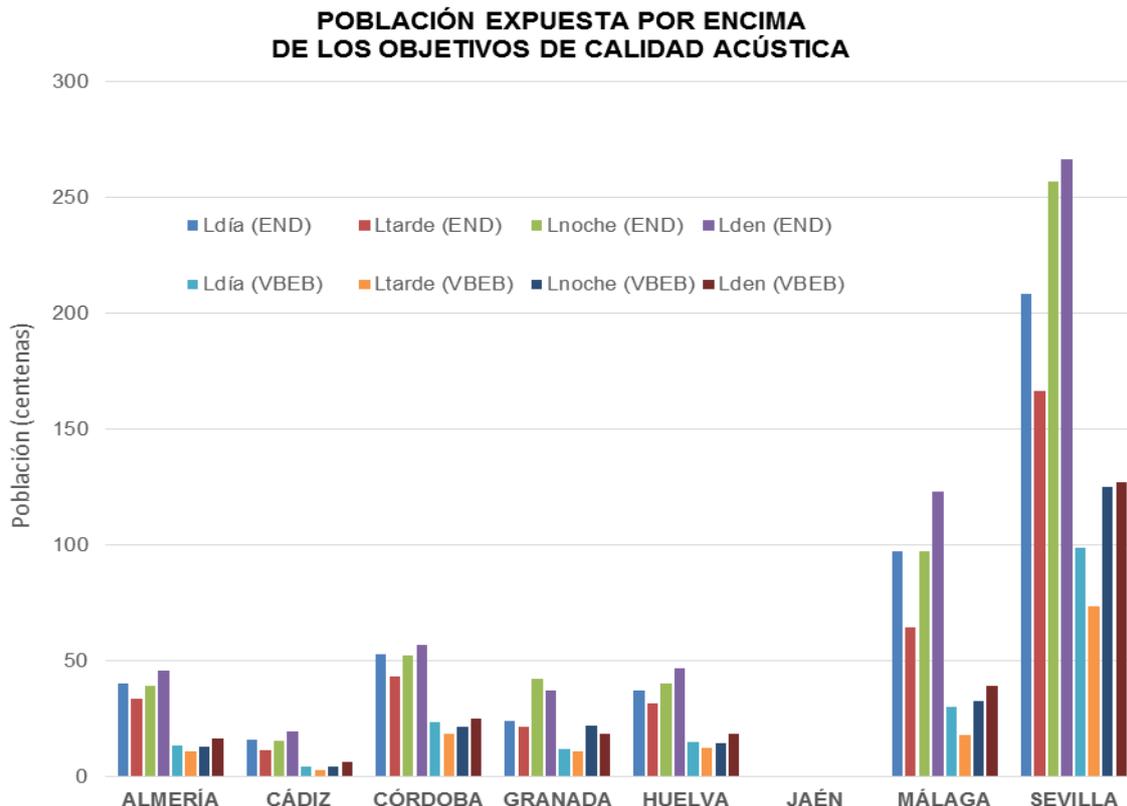


Figura 9 – Población expuesta a más de 65 dB(A) (Ldía, Ltarde y Lden) y 55 dB(A) (Ln) para los métodos END y VBEB.

En la Tabla 3 se muestra el porcentaje de población expuesta por encima de los objetivos de calidad para áreas acústicas de tipo “a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial” [3] [4] respecto a la población evaluada para los dos métodos de cálculo.

	% Población expuesta respecto a la evaluada - Método END			% Población expuesta respecto a la evaluada - Método VBEB		
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Ldía	Ltarde	Lnoche
ALMERÍA	1,76	1,48	1,72	0,60	0,49	0,58
CÁDIZ	0,37	0,26	0,36	0,10	0,06	0,11
CÓRDOBA	1,75	1,43	1,73	0,78	0,61	0,72
GRANADA	0,57	0,52	1,00	0,28	0,26	0,53
HUELVA	1,25	1,06	1,34	0,51	0,42	0,49
JAÉN	0,02	0,02	0,05	0,01	0,00	0,02
MÁLAGA	1,43	0,96	1,43	0,45	0,27	0,48
SEVILLA	1,18	0,94	1,45	0,56	0,42	0,71

Tabla 3 – Porcentajes de población expuesta por encima de los objetivos de calidad acústica.

En la Tabla 4 se presentan los datos de población expuesta a valores de Lnoche superiores a 55 dB(A) por km de carretera evaluada y provincia. Se comparan los cálculos de los dos métodos empleados. Se observa como es en la provincia de Córdoba donde se encuentra el mayor ratio población afectada/km evaluado.

	Población expuesta a más de 55 dB(A) Lnoche por km de carretera	
	Método END	Método VBEB
ALMERÍA	21	7
CÁDIZ	7	2
CÓRDOBA	242	100
GRANADA	17	9
HUELVA	37	13
JAÉN	1	0
MÁLAGA	51	17
SEVILLA	83	41
ANDALUCÍA	41	18

Tabla 4 – Población expuesta por km de carretera para el índice Lnoche

En la Tabla 5 se muestran los edificios sensibles expuestos a diferentes valores del índice Lden para cada una de las provincias de Andalucía.

	Tipo de centro	Edificios sensibles expuestos para el índice Lden		
		>55	>65	>75
ALMERÍA	Sanitario	2	1	0
	Colegio	11	0	0
CÁDIZ	Sanitario	2	1	0
	Colegio	9	1	0
CÓRDOBA	Sanitario	1	0	0
	Colegio	12	6	0
GRANADA	Sanitario	7	2	0
	Colegio	20	6	0
HUELVA	Sanitario	4	1	0
	Colegio	12	5	0
JAÉN	Sanitario	1	0	0
	Colegio	2	0	0
MÁLAGA	Sanitario	5	2	0
	Colegio	25	9	0
SEVILLA	Sanitario	12	2	0
	Colegio	57	18	0

Tabla 5 – Edificios sensibles expuestos a diferentes valores del índice Lden.

En la Tabla 6 se muestra la superficie expuesta a diferentes valores del índice Lden para cada una de las provincias de Andalucía.

	Superficie expuesta para el índice Lden (km <sup>2</sup> )		
	>55	>65	>75
ALMERÍA	64	15	3
CÁDIZ	112	26	5
CÓRDOBA	8	2	0
GRANADA	163	40	10
HUELVA	42	10	1
JAÉN	18	5	1
MÁLAGA	97	24	5
SEVILLA	171	42	9

Tabla 6 – Superficie expuesta a diferentes valores del índice Lden.

Como se ha podido observar en todos los gráficos y tablas presentadas, existen grandes diferencias según el método de cálculo empleado. Como ya se ha demostrado anteriormente [5] [6], el método propuesto por la Directiva END se aleja considerablemente, por sobreestimación, de los datos proporcionados por la variante del método VBEB (evaluación a todas las alturas), que son más próximos a la realidad acústica existente.

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se encuentra cofinanciado por la Unión Europea, con cargo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Queremos mostrar nuestro agradecimiento a todos aquellos que han contribuido a la realización de este trabajo, con especial atención a la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía por su confianza y apoyo en el desarrollo del mismo.

## REFERENCIAS

- [1] 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.
- [2] Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB) (preliminary calculation method for determining the exposure figures caused by environmental noise). Gaceta Federal Alemana N° 75 de 20 de Abril de 2007.
- [3] REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- [4] DECRETO 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- [5] Arana, M.; et al. ¿Cómo evaluar la población afectada por el ruido ambiental? TecniAcústica 2009. Cádiz.



**46º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA  
ENCUENTRO IBÉRICO DE ACÚSTICA  
EUROPEAN SYMPOSIUM ON VIRTUAL ACOUSTICS  
AND AMBISONICS**

- [6] Gaetano Licitra; et al. Comparative analysis of methods to evaluate noise exposure and annoyance of people. ICA 2010. Sydney.