

PLANES ESPECÍFICOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA CIUDAD DE TERRASSA.

Pacs: 4350 Rq

Jiménez Díaz, Santiago¹; Romeu Garbí, Jordi¹; Genescà Francitorra Meritxell¹; Alsina Sánchez, Antoni²

¹ Laboratorio de Ingeniería Acústica y Mecánica, LEAM. Universidad Politécnica de Cataluña
C/ Colom, 11 08222 Terrassa, Barcelona
Tel. +34 937 398 146, Fax. +34 937 398 145
E-Mail: santiago.jimenez@upc.edu

² Ayuntamiento de Terrassa, Medio Ambiente y Sostenibilidad
Raval de Montserrat, 14 08221 Terrassa, Barcelona
E-Mail: Antoni.Alsina@terrassa.org

ABSTRACT

The Directive 2002/49 on evaluation and management of the environmental noise contemplates the adoption of action plans, taking the results of the noise maps as a base, with a view to anticipating and to reduce the environmental noise.

The strategic map of noise of Terrassa's agglomeration, reveals the zones where the indexes of noise excel themselves, in which it would be necessary to elaborate specific plans of action. In this work they present the proposed and realized actions as well as, the results and the cost / benefit obtained.

RESUMEN

La Directiva 2002/49 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental contempla la adopción de planes de acción, tomando como base los resultados de los mapas estratégicos de ruido, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental.

El mapa estratégico de ruido de la aglomeración de Terrassa, pone de manifiesto las zonas donde se superan los índices de ruido, en las cuales sería necesario elaborar planes específicos de actuación. En este trabajo se presentan las actuaciones propuestas y realizadas así como, los resultados y el coste/beneficio obtenidos.

INTRODUCCIÓN

El Decreto 176/2009, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 16/2002 de protección contra la contaminación acústica, [1] cuya principal finalidad es el desarrollo de esta Ley y a su vez lograr la adecuación de aquellos preceptos de carácter básico de la normativa estatal y europea que inciden directamente en la normativa catalana, [2] [3] contempla que tanto las entidades locales que constituyan una aglomeración, como los titulares de infraestructuras de transporte, han de elaborar y aprobar, los planes de acción en materia de contaminación acústica, de acuerdo con los criterios comunes fijados por la Unión Europea.

La gestión integral del ruido urbano por parte de los municipios contempla una gran variedad de acciones, que requieren de un grupo multidisciplinar dentro del propio ayuntamiento, que debería incluir la participación e implicación de las diversas áreas y/o servicios relacionados, directa o indirectamente, con la contaminación acústica y su gestión. Además de los agentes externos como asociaciones profesionales y la participación ciudadana.

Si bien el municipio de Terrassa aún no tiene aprobado el plan de acción que contemple las actuaciones previstas en el quinquenio o decenio posterior a la aprobación de su mapa estratégico, el Ayuntamiento de Terrassa a través de los Servicios de Medio Ambiente y Sostenibilidad, Transporte y Movilidad, Vía Pública, Urbanismo, empresa municipal Eco-Equip SAM encargada de la Recogida de Residuos y el Área de Información Territorial, conjuntamente con el Laboratorio de Ingeniería Acústica de la UPC, llevan trabajando desde hace varios años en la reducción de la contaminación acústica. [4] [5]

Coordinar, desde el punto de vista de la reducción de ruido, las diferentes actuaciones que llevan a cabo las distintas áreas no es tarea fácil, pues en ocasiones cada área tiene sus propias prioridades, tales como: interés político, necesidad de nuevos desarrollos urbanos, mantenimiento y seguridad de las calles, diferentes criterios en el análisis coste beneficio de las medidas a tomar y escasez de presupuesto, todos estos factores se han de considerar para obtener un plan de acción armonizado. [6]

Las actuaciones concretas y específicas que se están llevando a cabo para aminorar el problema del ruido contemplan, desde la planificación urbanística, las necesidades y motivos de movilidad del municipio, las medidas encaminadas a reducir y moderar el tráfico, la gestión de aparcamientos, restricciones para los vehículos pesados, implantación de carriles bici y zonas peatonales, mejoras en la superficie del pavimento, hasta la recogida de residuos urbanos. [7]

En los apartados siguientes se presentan los resultados obtenidos correspondientes a la reducción del ruido, variación porcentual del IMD, coste global, población afectada, coste por habitante y coste por dB de las actuaciones realizadas. Si bien el objetivo principal de algunas de las actuaciones que se comentan no fue la reducción de ruido, ésta se recibe como un beneficio colateral.

ACTUACIONES SOBRE EL TRÁFICO

Uno de los parámetros que repercuten en el nivel de ruido de una calle es el flujo de tráfico que circula por ella. De manera que la reducción de la circulación de vehículos es una de las actuaciones posibles a realizar. Existen una serie de directrices que se pueden aplicar para reducir, evitar y reubicar las diferentes fuentes procedentes del ruido de tráfico, tales como: la mejora y promoción del transporte público, sensibilizar al ciudadano para que utilice estos transportes, fomentar sistemas de transportes alternativos (bici), política coherente en la gestión de aparcamientos, asignación de vías para vehículos pesados, prohibiciones y restricciones de circulación para estos vehículos. [8] [9]

La relación entre el nivel sonoro y el tráfico es de tipo logarítmico, lo que conlleva que la atenuación del ruido es proporcional al porcentaje de reducción de tráfico.

ACTUACIONES SOBRE LA VELOCIDAD

Para conseguir una verdadera coexistencia dentro del medio urbano, entre la circulación y la vida local de sus habitantes, la velocidad de los vehículos no puede sobrepasar unos límites determinados, que permitan garantizar la seguridad de los peatones. Esta es la razón por la cual el límite de velocidad en los núcleos urbanos sea por lo general de 50 km/h.

De igual forma, la gravedad de los accidentes en los que están implicados peatones está directamente relacionada con la velocidad. Es por esto que, en las zonas sensibles y con presencia de peatones, se recomienda una velocidad máxima de 30 km/h, llegando a ser de 10 km/h en las calles con prioridad invertida. [10]

En general, se considera que la relación entre la velocidad y el nivel de presión sonora es de tipo logarítmico y sigue el modelo francés NMPB-96 del CETUR. [11]

Zonas de Velocidad Limitada y de prioridad invertida.

La moderación de la circulación es uno de los medios más importantes para reducir la contaminación y el ruido en el medio urbano. El ruido disminuye en función de la velocidad, de la intensidad de tráfico y de la forma de conducir de cada uno (a velocidad limitada la conducción es más regular, con menos aceleraciones y frenadas). [11]

En estas calles el régimen de prioridad es el clásico y la limitación de la velocidad es de 30 km/h. En su urbanización persiste una separación física más o menos marcada entre la acera para los peatones y la calzada para la circulación, instalándose puertas de plataforma elevada a la entrada de la zona de moderación. Por el contrario, para las de prioridad invertida la acera y la calzada están al mismo nivel. [12] [13] La reducción del ruido conseguida en éste tipo de calles, es similar a la obtenida en otras ciudades europeas. [14]

Estrechamiento de los Carriles de Circulación.

El espacio de calzada necesario para la circulación depende de la velocidad, a velocidades limitadas, los vehículos necesitan menos espacio, y las calles se pueden diseñar dedicando más espacio para los peatones. [14] Por otra parte, cuanto más cantidad de calzada es ocupada por la circulación, más inhóspito y desagradable se vuelve el paisaje urbano.

Con objeto de determinar el efecto que ejerce el estrechamiento de carriles sobre los niveles de ruido, se realizaron medidas de ruido antes y después de dicha actuación en las avenidas de Abat Marcet y Josep Tarradellas, avenidas que conforman el sistema interno de distribución (anillo 40). En las tablas 1 y 2 se reflejan los valores de la reducción del ruido obtenida en estas avenidas. La figura 1 y 2 muestra simultáneamente la amplitud del carril y el espacio excluido de tráfico en el centro de la calzada de las dos avenidas, que posteriormente se ha utilizado para la implantación de carriles para bicicletas.

Tabla 1. Reducción del ruido obtenida con el estrechamiento de los carriles de circulación, en las avenidas que forman parte del "Anillo 40"

Anillo 40 km/h	L _{Aeq} 1	L _{Aeq} 2	d	IMD 1	IMD 2	%	Actuación	k€	Población	€/ hab.	K€ / dB
Av. Abat Marcet	70,8	67,7	-3,1	28,6	24,8	-14	Se estrechan los 4 carriles Implantación carril bici	61	2.491	25	20



Figura 1. Dimensiones del carril y zona excluida de tráfico, convertida en carril bici, en la Av. Abat Marcet.

Tabla 2. Reducción del ruido obtenida con el estrechamiento de los carriles de circulación, en las avenidas que forman parte del "Anillo 40"

Anillo 40 km/h	L _{Aeq} 1	L _{Aeq} 2	d	IMD 1	IMD 2	%	Actuación	k€	Población	€/ hab.	K€ / dB
Av. Josep Tarradellas	70,7	67,9	2,8	20,2	16,8	-17	Se estrechan los 4 carriles Implantación carril bici	41	1.157	36	15



Figura 2. Dimensiones del carril y zona excluida de tráfico, convertida en carril bici, en la Av. Josep Tarradellas.

ACTUACIONES URBANÍSTICAS

La planificación urbanística es esencial para administrar y regular la organización espacial de las ciudades en aras de conseguir una infraestructura urbana y un uso del suelo eficaces. Está demostrando ser un instrumento clave en el desarrollo sostenible a nivel local. La dimensión intersectorial de éste campo es importante ya que afecta a muchas otras áreas, como la planificación de la reducción del ruido, el desarrollo comercial etc. [15] Una planificación urbanística integrada juega un papel crucial en la reducción del impacto acústico generado por los medios de transporte en el entorno urbano.

Eliminación de Carriles de Circulación.

Una de las nuevas tendencias en la planificación urbanística, es crear o ampliar las zonas peatonales del centro histórico de las ciudades y de las zonas comerciales de los diferentes

distritos, de forma que estén bien comunicadas y donde pasear e ir de compras sean las opciones más importantes. Las medidas incluyen la eliminación de todas las barreras arquitectónicas, cambios de circulación estratégicos que permiten una reducción del tráfico de un 40% y una disminución de la contaminación acústica. La tabla 3 y la figura 3 muestran los resultados obtenidos con la transformación de la calle de Santo Tomás.

Tabla 3. Reducción del ruido obtenida con la eliminación de carriles de circulación, en las calles que forman la red de acceso.

Red de acceso	L _{Aeq} 1	L _{Aeq} 2	d	IMD 1	IMD 2	%	Actuación	k€	Población	€/ hab.	K€/ dB
C. de Santo Tomás	68,7	63,5	5,2	7,8	4,2	-46	Se elimina un carril Sentido único Ampliación de las aceras Asfalto sonorreductor	941	322	2.900	181



Figura 3. Calle de Santo Tomás, antes y después de las modificaciones.

Desviación de la Trayectoria Horizontal, Circulación en Zig Zag.

La circulación en zig zag es otra actuación encaminada a reducir la velocidad, con el cambio de trayectoria horizontal, es decir, con el desplazamiento del eje de la calzada, se consigue una disminución de la velocidad, por un lado debido a la necesidad física de aminorar la velocidad debido al desplazamiento del vehículo en cada cruce, y por otro, por el hecho de romper la perspectiva de profundidad. [10] En diversas calles de la trama urbana del municipio, se han realizado este tipo de actuaciones, consiguiendo una reducción de ruido entorno a 3 dBA.

La aplicación de estos nuevos diseños de carácter pacificador permiten además, de la cohabitación de peatones, bicicletas y vehículos, disponer de más espacio en las aceras, actuando como dinamizador económico de la ciudad.

ACTUACIONES SOBRE EL PAVIMENTO

Antes de cualquier actuación sobre el pavimento se debe tener presente, que el ruido de tráfico en la ciudad tiene dos orígenes la rodadura (contacto neumático-pavimento) i el motor. Se considera que el ruido del motor predomina hasta 50 km/h, velocidad a partir de la cual el ruido de rodadura es el más importante. En consecuencia, si se cumplen los límites de velocidad en la ciudad, la aportación del ruido de rodadura parecería "a priori" poco significativa.

Sin embargo, en las calles que han sido tratadas con pavimentos sonorreductor los resultados han sido positivos, obteniendo reducciones del ruido de 1,5 a 5 dBA, similares a los obtenidos en otras ciudades en condiciones de tráfico urbano, dependiendo de la tipología de calle y el tipo de pavimento empleado. [16] [17]

Sustitución de Asfalto por Asfalto Sonorreductor.

El mercado ofrece diferentes tipos de asfaltos porosos y microaglomerados, este tipo de pavimentos requieren un mantenimiento periódico para mantener sus propiedades acústicas.[18] [19] En la tabla 4 y en la figura 4 se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos en diferentes avenidas de los anillos 50 y 40 km/h y en las carreteras de acceso. La reducción tan notable de este tipo de asfaltos, hace que su uso sea de alto interés en la lucha contra el ruido.

Tabla 4. Reducción del ruido obtenida al aplicar pavimento sonoreductor.

Red de acceso	L _{Aeq} 1	L _{Aeq} 2	d	IMD 1	IMD 2	%	Actuación	k€	Población	€ / hab.	K€ / dB
Ctra. de Castellar	70	66,8	-3,2	18,1	19	5	Asfalto sonoreductor	54	470	115	17



Figura 4. Vista panorámica de la de la Ctra. de Castellar, antes y después de la pavimentación con asfalto sonoreductor.

Sustitución de Adoquines por Asfalto.

Se debe remarcar también, como hecho diferencial, la relación existente entre el pavimento y el nivel sonoro de la calle. La mayoría de calles del centro histórico de la ciudad estaban pavimentadas con adoquines, [20] la sustitución de los adoquines por asfalto permite la reducción del ruido entre 3 y 5 dBA. En todo caso, antes de asfaltar estas calles de forma indiscriminada, se debería tener en cuenta el uso que se quiere dar a la calle y la voluntad del municipio y de los vecinos. [8]

ACTUACIONES CONJUNTAS

En los apartados precedentes se ha tratado cada actuación por separado, aunque es difícil discriminar el efecto de cada una de las actuaciones independientemente, debido a la relación existente entre alguna de ellas. En este apartado se presentan los resultados de las actuaciones realizadas simultáneamente.

Nueva Configuración de Calle y Sustitución de Asfalto por Asfalto Sonorreductor.

Los resultados presentados en la tabla 5 recogen la reducción del ruido obtenida en la Av. de las Glorias Catalanas, al combinar un nuevo diseño de calle de carácter pacificador, consistente en eliminar y estrechar carriles de circulación, lo que origina una reducción de

tráfico y de la velocidad importantes, liberando a la vez más espacio en la calzada para peatones y bicicletas, y mejorando el confort acústico de la calle al aplicar asfalto sonorreductor, [21] [22] [23] posibilitando una mejor integración urbana [8] [9] de las avenidas que conforman el anillo 40, ver figura 5.

Tabla 5. Reducción del ruido obtenida al combinar diferentes actuaciones de carácter pacificador.

Anillo 40 km/h	L _{Aeq} 1	L _{Aeq} 2	d	IMD 1	IMD 2	%	Actuación	k€	Población	€/ hab.	K€ / dB
Av. Gloríes Catalanes	73,5	69,5	-4,4	13,2	13,6	3	Se estrechan los 4 carriles Ampliación de las aceras Implantación carril bici Instalación de semáforos Asfalto Sonorreductor	2.631	263	10.000	598



Figura 5. Vista panorámica de la Av. Gloríes Catalanes antes y después de las actuaciones combinadas.

De igual forma la tabla 6 muestra los resultados de reducción del ruido obtenidos en las medidas de nivel sonoro realizadas en la Av. de Barcelona, antes y después de realizar su remodelación. El efecto de las actuaciones combinadas origina una reducción del ruido entorno a 4 dBA. como puede apreciarse en la figura 6.

Tabla 6. Reducción del ruido obtenida con el asfalto sonorreductor y la reducción de velocidad.

Anillo 40 km/h	L _{Aeq} 1	L _{Aeq} 2	d	IMD 1	IMD 2	%	Actuación	k€	Población	€/ hab.	K€ / dB
Avda. Barcelona	72,8	68,5	-4,3	22	16,6	-27	Pasa de 4 carriles a 3. Se crea un Paseo Lateral. Implantación carril bici Asfalto Sonorreductor	6.111	1.840	3.300	1.421

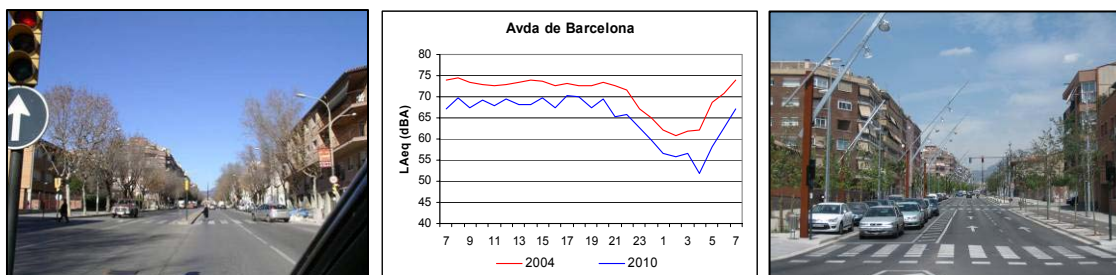


Figura 6. Perfil acústico y vista panorámica de la Av. de Barcelona antes y después de las actuaciones realizadas.

ACTUACIONES FUTURAS

La reciente apertura del Cuarto Cinturón (B-40), modificará la movilidad de buena parte del municipio y por tanto la contaminación acústica, no se ha de olvidar la relación directa entre el tráfico y el ruido. Al ser usada esta autovía como una ronda urbana, disminuirá la circulación de

la red principal de distribución de tráfico, formada por las avenidas, carreteras de acceso y traveseras importantes de tráfico, que hasta ahora distribuían el tráfico de Norte a Sur y de Este a Oeste de la ciudad.

Otra actuación que sin duda reducirá la contaminación acústica y cambiará la movilidad interna de la ciudad, es la prolongación de la línea de los Ferrocarriles de la Generalitat (FGC) desde el centro histórico hasta el norte de Terrassa, que permitirá el desarrollo de una red de metro en el Vallès, contribuyendo a mejorar las conexiones entre esta ciudad y la comarca con Barcelona y el área metropolitana. Así, la ciudad dispondrá, además de la del centro histórico, de tres nuevas estaciones que darán servicio al campus universitario, intercambiador de FGC-Renfe y en Can Roca (un sector en crecimiento en el norte de la ciudad). Todo ello permitirá dar servicio a 32.000 viajeros diariamente, el doble que en la actualidad.

REFERENCIAS

- [1] Decret 176/2009, pel que s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, DOGC núm, 5506 de 16-11-2009.
- [2] Real Decreto 13/67/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, BOE núm, 254 de 24-10-2007.
- [3] Directive 2002/49/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, Journal of the European Communities 18,07,2002.
- [4] Jiménez S.; Alsina, A.; Pàmies T.; Capdevila R. "Gestión integral del ruido urbano. Mapa acústico de Terrassa". 36º Congreso Nacional de Acústica y Encuentro Ibérico de Acústica. Terrassa, Octubre 2005 CD-Rom
- [5] F. Cardenas La movilidad urbana y el ruido. I Congreso sobre ruido urbano y su gestor natural: el ayuntamiento. Vitoria-Gasteiz. Marzo 2005.
- [6] N. Faber Action plans; potential conflict od interest? Proceedings Inter-noise 2010, Lisbon Portugal 13-16 June 2010, CD-Rom.
- [7] Jiménez S.; Romeu J.; Cardona J.; Sánchez A.; Alsina, A. "Ruido de Tráfico, Movilidad y Planificación Urbanística". 37º Congreso Nacional de Acústica y Encuentro Ibérico de Acústica. Gandia, Octubre 2006. CD-Rom
- [8] Directrices para la Reducción del Ruido causado por el Tráfico Rodado (2004) Proyecto Europeo SMILE Sustainable Mobility Initiatives for Local Environment.
- [9] Plan Director de Movilidad de Terrassa (2002) Área de Movilidad, Ayuntamiento de Terrassa.
- [10] Dossier tècnic de seguretat viària. Elements reductors de velocitat (2002) Server Català de Trànsit.
- [11] CETUR Guide du Bruit des Transports Terrestres. Prevision des Niveaux Sonores. Ministere des Transports. Direction Générale des Transports. Intérieurs. Paris 1980
- [12] Carrers per viure. ISBN 84-393-2051-5 (1992) Institut Catala de S. V. Generalitat de Catalunya
- [13] Moderació de la circulació a l'ambit urbà. ISBN 84-393-1778-6 (1991) Generalitat de Catalunya
- [14] Bienvenidos a 14 Ciudades Europeas. Una Invitación a la Acción.(2004) Proyecto SMILE.
- [15] Impulso a Políticas de Transporte Urbano (2004) Proyecto Europeo SMILE
- [16] J. Iturbe et al. Efecto de los asfaltos sonoreductores en el nivel de molestia del ruido. 2002.
- [17] H. Bendtsen et al. Noise reducing pavements for highways and urban roads – State of the art in Denmark. Proceedings Transport Noise and Vibration. 2002
- [18] SILVIA. Guidance manual for the implementation of low-noise road surfaces. FEHRL report 2006/02, Forum of European National Highway Research Laboratories, Brussels, Belgium, 2006.
- [19] Roger Nilsson, Pereric Westergren, Xiaohu Lu. Effective cleaning of low-noise pavements. Proceedings Inter-noise 2010, Lisbon Portugal 13-16 June 2010, CD-Rom.
- [20] U. Sandberg Tyre / road noise – myths and realities. Proceedings Inter-noise 2001
- [21] P. R. Donavan; Bruce Rymer Applications of asphalt rubber pavements in american southwest states Proceedings Inter-noise 2010, Lisbon Portugal 13-16 June 2010, CD-Rom.
- [22] R. Hofman et al. Silent Roads and Pavements in the Netherlands. Proceedings Euronoise 2003
- [23] Henk Dijkink; Ronald van Loon. Acoustic Durability of Low Noise Road Surfaces. Proceedings Inter-noise 2010, Lisbon Portugal 13-16 June 2010, CD-Rom.