



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

**AMBIENTE ACÚSTICO DE/EN LA VIVIENDA: AL ENCUENTRO DE UNA  
VISIÓN HOLÍSTICA**

Prof. Jorge Patrício  
Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC  
Lisboa. Portugal  
E-mail: jpatricio@lnec.pt

**ABSTRACT**

In classical antiquity, the structure of knowledge was based on introspective philosophy, medicine, mathematics and astrology, thus defining the sciences of life and of Human thinking. However, over the years, due to the development of descriptive methods of analysis and of thought itself, scientific knowledge began to be subdivided into specialized areas, creating branches of knowledge that seemed to be different between them, but that make part of the same philosophical and scientific view. And with acoustics it has not been different!

Derived from physics and embodied in technological solutions applied to propagation, reception and interpretation of sound stimuli, the acoustics was divided into several branches, such as electroacoustic, psychoacoustics, bioacoustics, environmental acoustics, building acoustics, etc. In the case of the acoustic environment inside residential houses, there is no doubt about the contribution of many branches of acoustics, for it. So, concerning a realistic assessment of noise to which residents are exposed to, it must be taken into account all related aspects, a fact that leads to the need for a more comprehensive analysis to be carried out in accordance with a holistic view of the overall system.

At this conference, an overview about the acoustic ambient inside home will be presented, emphasizing that the acoustics of the external environment and the acoustics of the building unity are not two separated realities. In fact, they both contribute to that ambient in a closely related form, namely in terms of generation, management, control, propagation and noise perception. Understanding this relationship, both in higher education institutions, as in real applications of noise control and management by policy makers and public administrations, it is clear that both branches of acoustics referred to above have a cross-influence in the same objective reality that is the protection of human against the adverse effects of noise.

In this context, it is proposed to give special focus on the need for a holistic analysis, integrated and global, of exposure to noise, in order to have a harmonious development, both at individual level and of the society as a whole.

## RESUMEN

En la antigüedad clásica, la estructura del conocimiento se basaba en la filosofía introspectiva, en la medicina, en la matemática y en la astrología, definiendo así las ciencias de la vida y de la reflexión Humana. En el transcurso de los años, debido al desarrollo de las metodologías de análisis y del propio pensamiento, el conocimiento científico ha empezado a dividirse en áreas cada vez más especializadas, originando ramas de conocimiento, las cuales, aun pareciendo diferentes, parten de una misma visión filosófica y científica. Y con la acústica no ha sido diferente!

Derivada de la física e incorporada en soluciones tecnológicas aplicadas a la propagación, a la recepción y a la interpretación de estímulos sonoros, la acústica fue dividida en varias ramas, tales como la electroacústica, la psicoacústica, la bioacústica, la acústica ambiental, la acústica de la edificación, etc.. En el caso particular del ambiente acústico interior de los edificios residenciales, no hay duda que a él contribuyen muchas ramas. Por eso, para que la evaluación de la exposición al ruido, del cual los residentes de las viviendas están dependientes, sea realista se tienen que tener en cuenta todos los aspectos relacionados, hecho que nos conduce a la necesidad de efectuar una análisis más global, o sea de acuerdo con una visión holística del sistema.

En la conferencia se presentará una reflexión sobre el tema de la acústica en la vivienda, llamando la atención sobre el hecho de que la acústica ambiental y la acústica de la edificación no son dos realidades separadas, sino que están estrictamente relacionadas en los aspectos de generación, gestión, control, propagación y percepción de ruido. Entendida esta relación, tanto a nivel de las organizaciones de enseñanza universitaria, como de aplicaciones reales de control y gestión de ruido por parte de los responsables políticos y de las administraciones, ambas ramas de la acústica tienen un influencia cruzada en la misma realidad objetiva que es la protección del ser humano contra los efectos molestos de ruido.

Con estas premisas, se realizará un enfoque muy especial sobre la necesidad de hacer análisis integrados y globales, o sea de forma holística, para que se tenga un desarrollo armonioso del entorno humano y de la sociedad como un todo.

## 1. PREAMBULO

El ruido en la comunidad, considerando el ruido ambiente y el ruido establecido en el interior de las edificaciones, puede ser caracterizado como indeseado, no confortable, desagradable, excesivo, inesperado, etc. La exposición al ruido causa incomodidad, perturbaciones en el sueño, desequilibrios cognitivos, enfermedades cardiovasculares, tinnitus, disminuyendo, en general, la calidad de vida del ser humano. Los efectos adversos del ruido ocurren especialmente cuando determinadas necesidades, como son las de concentración, comunicación, descanso y sueño, son perturbadas, con consecuencias más nefastas en grupos vulnerables como los mayores y niños de cuna.

En relación con la salud pública, la polución sonora es uno de los mayores problemas de las sociedades actuales. Una parte muy significativa de la población europea se ve afectada por el ruido por encima de determinados niveles considerados legal y saludablemente aceptables en el contexto de las orientaciones establecidas por la World Health Organization (WHO).

Naturalmente que hay una cierta "cantidad" de ruido que tiene de ser inevitablemente producido como consecuencia de la vida urbana diaria. Pero hay límites intolerables los cuales no deberán ser traspasados para que no aporten consecuencias nefastas para la salud. Y estos niveles son para todo el espacio urbanístico, tanto en el exterior como en el interior del edificio.

En los edificios multifamiliares, el ruido generado tiene un impacto muy significativo en la privacidad y en el bienestar individual y familiar. Son muy comunes las quejas relacionadas con música en altos niveles, con voces audibles, conversación telefónica, utilización de la televisión y de otros aparatos de reproducción de sonido, golpeo de puertas, flujo de aguas residuales, y funcionamiento de sistemas de ventilación y de extracción. Este tipo de ruidos puede ser considerado como “neighboring noise”, o sea ruido de vecinos. En una evaluación de las condiciones residenciales en Europa, coordinada por la WHO, el ruido de vecinos ha sido considerado un problema de salud pública. Se puede destacar que, cumulativamente al expuesto, y proveniente del exterior, también los ruidos de tráfico, de las actividades de construcción, de la circulación de personas, etc., pueden ser audibles en el interior de las edificaciones y pueden causar mayor o menor molestia de acuerdo con la susceptibilidad de los residentes a esos estímulos.

## 2. INTRODUCCIÓN

La acústica, entendida en sentido lato, se basa en conceptos de naturaleza física donde se estudian las vibraciones y las ondas mecánicas en los medios materiales y que, integrando aspectos tecnológicos, corresponde a una componente del conocimiento con “incidencia” significativa en el ser humano, sea en una perspectiva de actor principal, sea en la de receptor interesado o simplemente afectado. Se considera en el primero caso el papel que las tecnologías tienen en la difusión y propagación de la información relacionada con estímulos sonoros, y en el segundo todo lo que tenga que ver con la recepción voluntaria (placer) o involuntaria (incomodidad) de contenidos sonoros.

Las varias facetas asociadas a la acústica, permiten definirla como una área del conocimiento con elevada transversalidad, en la medida en que, al tener como objeto el ser humano, incorpora todas las sensaciones, percepciones e interpretaciones que esto les confiere, además de todos los aspectos que se encuentran relacionados con las actitudes psicofisiológicas que estos estímulos despiertan y causan en el ser humano, sea en el campo cognitivo, sea en el ámbito de la salud.

Toda esta multiplicidad compleja corresponde a un proceso evolutivo que debe ser debidamente comprendido e interiorizado. De hecho, en la antigüedad clásica, la estructura del conocimiento se basaba en la filosofía introspectiva, en la medicina, en la matemática y en la astrología, definiendo así las ciencias de la vida y de la reflexión Humana. En el transcurso de los años, debido al desarrollo de las metodologías de análisis y del propio pensamiento, el conocimiento científico ha empezado a dividirse en áreas cada vez más especializadas, originando ramas de conocimiento, las cuales, aun pareciendo diferentes, parten de una misma visión filosófica y científica. Y es en este nivel en el que se debe colocar la designada acústica urbana, la cual se basa en una vertiente de la acústica relacionada con el ambiente de nuestro entorno (la acústica ambiental) y las soluciones pasivas que permiten asegurar la calidad de vida necesaria en el sitio, último, de “refugio” humano, que es su “inner habitat” (la acústica de la edificación).

Este desafío es razonablemente ilustrado por resultados de encuesta realizada en Portugal, en tesis realizada en la Universidad de Ciencias y Tecnología (FCT), utilizando una herramienta *on-line*, sobre la importancia de los varios tipos de aislamiento en los edificios, en los cuales se incluyen las relaciones entre sus espacios interiores (viviendas) y la correspondiente integración con el ambiente exterior. Esta encuesta siguió los principios establecidos en la ISO/TS 15666 “*Acoustics — Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*”, adoptando, en este caso, una escala numérica de once puntos. El objetivo fue “valorar” el incómodo medio asociado a las varias tipificaciones de ruido con los criterios de aislamiento reglamentarios. Un índice asociado a un ruido más molesto tendrá necesariamente un mayor coeficiente de importancia. De hecho, las respuestas a la incomodidad de la tipificación de los tipos de ruido considerados están influenciadas por las condiciones de cada

vivienda, por la localización del edificio y por las características específicas de su entorno. La Figura 1 ilustra esos resultados, donde el parámetro  $\alpha_i$  representa el tipo de ruido/aislamiento considerado (p. ej.  $\alpha_1$  representa el aislamiento de la fachada/incomodidad exterior; al que se atribuye un peso 4 dado por la noción de incómodo y un peso 7 por la noción de aislamiento, o sea el doble. El valor LNEC representa lo obtenido por el método de clasificación portugués).

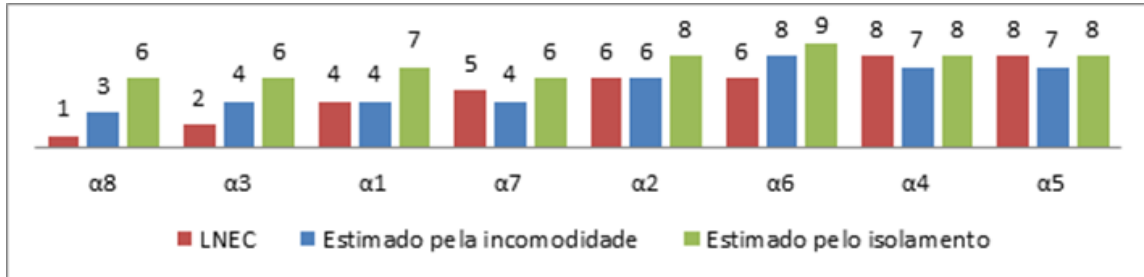


Figura 1: Magnitud de importancia de incomodidad debido al tipo de ruido/aislamiento

### 3. ACÚSTICA AMBIENTAL

La acústica ambiental es hoy asumida como una de las ramas de la acústica que estudia y evalúa la componente sonora del medio ambiente, en el sentido de gestionar, controlar y reducir, cuando fuera necesario, el ruido excesivo que pueda comprometer los criterios de sostenibilidad del ambiente. Desde un punto de vista genérico, en la mayor parte de los países de Europa, y en el caso muy particular en Portugal y España, los criterios de calidad acústica del ambiente son normalmente asociados a áreas de territorio que sean (o que prevean ser) ser, urbanizables.

Como se verifica, el ser Humano asume un papel primordial en este contexto, tanto en términos de desafíos a asumir como de objetivos a alcanzar, encontrándose posicionado como pieza determinante en las varias acciones a emprender. Tal hecho es debidamente evidenciado por la disposición del *ámbito de aplicación*, consagrada por la Directiva Europea sobre Gestión y Evaluación del Ruido Ambiente (2002/49/CE), o sea cuando el territorio no es utilizable por el hombre, entonces la noción de ruido ambiente deja de ser aspecto a considerar.

#### *Ámbito de aplicación*

*La presente directiva es aplicable al ruido ambiente a que los seres humanos se encuentran expuestos, en especial en áreas construidas, parques públicos u otras zonas tranquilas de una aglomeración, en zonas tranquilas en campo abierto, junto a las escuelas, hospitales y otros edificios en zonas de sensibilidad al ruido.*

La directiva impone a los estados miembros criterios específicos de planeamiento, gestión y control del ruido ambiente derivado de la operación de grandes infraestructuras de tráfico, así como del “funcionamiento” de las grandes aglomeraciones de poblaciones. Para ese efecto, establece la realización de mapas estratégicos de ruido y el desarrollo de planes de acción conducentes a la reducción de la población expuesta a niveles de ruido ambiente considerados lesivos para la salud. De forma análoga, contempla una vertiente de sensibilización pública con base en la cuantificación y publicación de la población que vive en edificios expuestos a

determinadas clases de ruido (se deberá tener en cuenta que el objeto directo no es la población, pero sí la vivienda donde reside, hecho que podrá dar una indicación distorsionada de la realidad de exposición al ruido).

En este contexto, se verifica que:

- 1) Al imponer estos criterios solo para las grandes infraestructuras y para las grandes aglomeraciones, se está minimizando el problema, porque podrán existir múltiples fuentes de ruido no incluidas en las referidas, y que pueden originar todos los efectos negativos que se intentan evitar.
- 2) Por otro lado, existen situaciones que no están contempladas, como son las del ruido ambiente originado por el funcionamiento de unidades comerciales y de servicios *i. e.* no cubiertas por este tipo de legislación sobre ruido ambiental.

Incluso existen países con cuadros legales complementarios al de la Directiva, en términos de ruido ambiente, como es el caso Portugués, que, para efectos de planeamiento, obliga a hacer mapas para todo el territorio urbano nacional, la versatilidad de las situaciones y la falta de actualizaciones dinámicas, no permite la existencia de una referencia sólida y efectiva para las cuestiones de exposición al ruido ambiente.

Además de lo expuesto, aunque en el contexto de la directiva, teniendo en cuenta la necesidad de regularización de situaciones de no conformidad en términos de exposición al ruido con criterios legales, o incluso con disposiciones progresistas, recorriendo a la elaboración de Planes de Acción o Planes de Reducción de Ruido, surge corrientemente la importancia de integrar los costes financieros de esas operaciones, priorizando situaciones más críticas en términos de magnitud de exposición o de cantidad de población. En este ámbito, se plantean dos posibles metodologías para tener eso en cuenta:

**Metodología A** - Se basa en los resultados obtenidos con la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido, y en la utilización de un Indicador de Desempeño Ambiental (EPI), aplicable a las secciones que componen cada gran infraestructura de tráfico (GIT).

La base conceptual de este indicador parte del trabajo desarrollado en el ámbito de la acción COST 354 "*Performance Indicators for Road Pavements*", en la cual fueron definidos indicadores de desempeño para diversos tipos de infraestructuras de circulación automóvil, y en el desarrollo del proyecto europeo consecuente EVITA "*Environmental Indicators for the Total Road Infrastructure Assets*", que tuvo como principal objetivo la definición de indicadores ambientales, EPI (*Environment Performance Indicators*) y la proposición de recomendaciones para su aplicación en la gestión y en el control de ruido de este tipo de infraestructuras.

Este indicador, aplicable al período reglamentario ( $L_{pri}$ ), y para cada sección  $j$ , se traduce en lo siguiente:

- i) **EPI** del indicador de exposición del parámetro  $L_{pri}$  (**EPI<sub>pri</sub>**) - Porcentaje, convertida en una escala de 1 a 5 intervalos, del número de personas expuestas a niveles de ruido ambiente superiores a los límites establecidos por los reglamentos aplicables (en Portugal: Regulamento Geral do Ruído), expresado en términos de  $L_{pri}$ , en relación con el número total de personas expuestas a esos niveles de ruido, como sigue:

$TP_{pri} = 100 \times (\text{N}^\circ \text{ de personas expuestas a niveles sonoros superiores al límite de exposición, } L_{den}, \text{ del Reglamento} / \text{N}^\circ \text{ total de personas expuestas al ruido de tráfico en la GIT, en términos de } L_{pri}).$

$EPI_{pri} = 0,05 \times TP_{pri}.$



**Metodología B** – Presentada recientemente en tesis desarrollada en la Universidad de Granada por Alejandro Ruiz Padillo “*Desarrollo de una metodología de toma de decisiones para el establecimiento de prioridades de actuación contra el ruido de tráfico en carreteras*”, y que se basa en un análisis multi-criterio, utilizando un método de lógica difusa y un modelo lingüístico integrado en una herramienta específica; está basado en un sistema de toma de decisiones, a saber: análisis multi-criterio, jerarquía analítica y suma ponderada. La metodología usa los métodos ELECTRE (Eliminación et Choix Traduisant Réalité) y TOPSIS (Technics for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), consultando a un panel de especialistas en ruido, decisores administrativos, y proyectistas. Estos métodos son aplicados corrientemente en análisis de marketing. A efectos de su aplicación y de las estrategias de opción de toma de decisiones sobre tramos de vía donde se vayan a introducir Planes de Reducción de Ruido, fueron estudiados los principales factores tales como la generación, propagación y atenuación del ruido de tráfico, así como las técnicas de mitigación correspondientes, efectuando también un análisis integrado entre ellos, y seleccionando a continuación los parámetros más influyentes para los problemas de toma de decisión.

Debido a la gran gama de parámetros que tienen influencia en el método y al respectivo criterio (por ejemplo económico, de salud, etc.), se tuvo especial cuidado en la atribución de los correspondientes pesos de influencia en la decisión. En este sentido, fue aplicada una metodología de jerarquía de números difusos con resultados obtenidos de las encuestas enviadas al referido panel de especialistas.

La metodología desarrollada fue testada en la zona sur de España, y puede ser extendida con alguna razonabilidad al resto del territorio español, así como a países como Portugal, en la medida en que los conceptos, cultura y órdenes de prioridad son naturalmente muy parecidos.

#### 4. ACÚSTICA EN LA EDIFICACIÓN

La acústica de los edificios comprende estudiar y proyectar una unidad edificada en la cual se aseguren condiciones de calidad acústica tales que la vida del ciudadano pueda ser lo más saludable y confortable posible, atendiendo a las restricciones que el desarrollo social y urbano intrínsecamente proporcionan.

En las exigencias esenciales a considerar en el ámbito de la calidad acústica de los edificios se consideran fundamentalmente los siguientes aspectos: integración urbanística; aislamiento a ruido aéreo; aislamiento a ruido de impacto; ruido de maquinaria y de instalaciones; y calidad acústica de espacios interiores. Sin embargo, se debe tener siempre presente que el edificio es una unidad física integrada en un contexto urbanístico, lo que torna imperativa la existencia de coherencia legal y normativa en el ámbito de los procedimientos y de las evaluaciones consecuentes, de forma que el confort acústico sea una realidad soportada por una estructura marco, no ambigua y armonizada en sus múltiples valencias. Tal hecho está patente en las introducciones legislativas de los cuadros legales portugués y español, como se expone:

**España: Artículo 14.** Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR). El objetivo del requisito básico “Protección frente al ruido” consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico “DB HR Protección frente al ruido” especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y

la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido

**Portugal: Regulamento dos Requisitos Acústicos: 1** — O presente Regulamento estabelece os requisitos acústicos dos edifícios, com vista a melhorar as condições de qualidade acústica desses edifícios.

Lo mismo se pasa a nivel de la legislación Europea, en la medida en que el reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de Marzo de 2011, publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea de 4 de Abril, conocido como «Reglamento de los Productos de Construcción» (RPC), determina condiciones armonizadas para la comercialización de los productos de construcción donde, en su *The Basic Requirement BR 5 – Protection against noise – establishes: The construction works must be designed and built in such a way that noise perceived by the occupants or people nearby is kept down to a level that will not threaten their health and will allow them to sleep, rest and work in satisfactory conditions*. Este requisito básico, a la vez que la seguridad estructural, el acondicionamiento térmico, la reacción al fuego y la liberación de materias peligrosas, constituye uno de los aspectos importantes para la autorización de circulación de productos en el espacio Europeo.

Análogamente a lo que ocurre en términos ambientales, también en el campo de la acústica de la edificación existe una gran preocupación e interés en integrar múltiples aspectos en la previsión del desempeño acústico del edificio, o de la solución constructiva aplicada. Esto puede ser deducido de la necesidad de extender la evaluación del desempeño acústico de los sistemas en laboratorio, también en las bandas de bajas frecuencias, “desciendo” hasta la banda de 50 Hz, tanto para los ruidos aéreos como de impacto. El mismo concepto empieza a ser aplicable al ruido de maquinaria e instalaciones, con extensión tanto en las bandas de bajas frecuencias como de altas frecuencias, y con la integración de componentes particulares de ruido como son la impulsividad o la tonalidad, o incluso valores de pico.

Además del proceso referido, hay otros que derivan de la revisión de las normas ISO y que inciden fundamentalmente en el tipo de espectro de excitación de los sistemas, tanto a ruidos aéreos como de impacto, los cuales originan diferentes valores de desempeño acústico para un mismo sistema constructivo, como se deducirá de los espectros tipo siguientes, cuya configuración consta en la Figura 2 (Scholl, W.; et al. – *Rating of sound insulation at present and in future. The revision of ISO 717*):

- a) Espectro de ruido de tráfico “traffic” (ruido aéreo), a aplicar a la caracterización del desempeño acústico de soluciones y sistemas exteriores del edificio (fachadas, ventanas);
- b) Espectro de ruido de estancia “living” (ruido aéreo), a aplicar a la caracterización del desempeño acústico de soluciones de compartimentación interior (paredes y pisos);
- c) Espectro de ruido de conversación “speech” (ruido aéreo), a aplicar a la caracterización del desempeño acústico de soluciones de compartimentación interior (paredes e pisos, todavía más dirigido para las primeras);
- d) Espectro de ruido de impacto, a la caracterización del desempeño acústico de pisos.

Además del hecho de que estos espectros procuren traducir más fielmente la realidad física presente en el ejercicio diario del usufructo residencial, pretenden también contemplar otros aspectos, como son la cada vez mayor utilización de soluciones de partición ligeras, las cuales son extremadamente sensibles desde un punto de vista de desempeño acústico en las bajas frecuencias (muy presentes, hoy en día, en el uso de nuevos sistemas HiFi y de “home cinema”; con gran riqueza espectral en esta gama de frecuencias), y también la utilización de la residencia como zona de disfrute, lo que puede originar ruido de conversación más asiduamente.

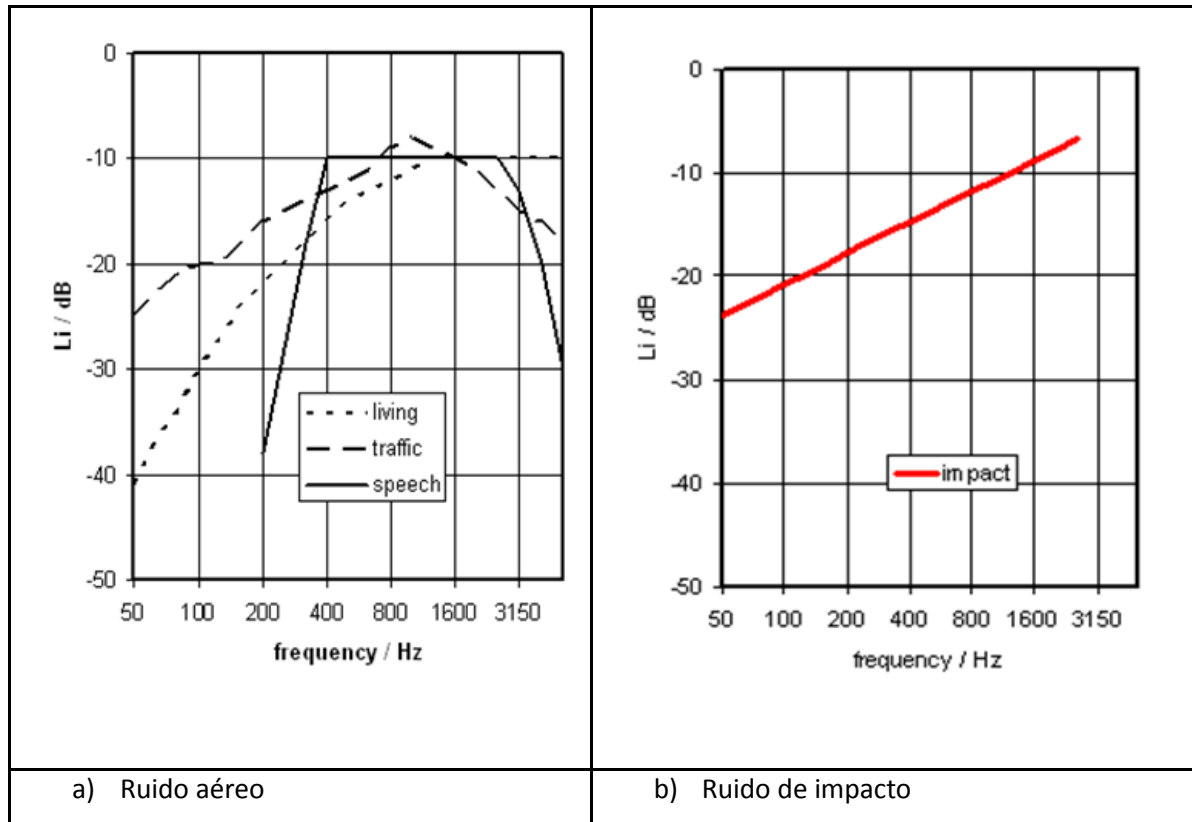


Figura 2: Espectros propuestos en estudios de revisión de las normas 717 (partes 1 e 2).

No se debe dejar de referir otro aspecto importante que tiene a ver con una mayor comprensión por parte de la comunidad técnica relativamente al índice de desempeño acústico a ruido de impacto. Actualmente, y de acuerdo con los procedimientos normativos vigentes, esto es tanto mejor cuanto menor valor tuviere, al contrario que el índice de aislamiento a ruido aéreo que sigue un proceso inverso. Por ejemplo, de hecho, desde un punto de vista de propagación no es fácilmente entendible que un mismo sistema (piso) proporcione un razonable aislamiento a ruido aéreo traducido por un índice de valor elevado y que asegure un razonable aislamiento a ruido de impacto con un valor muy bajo.

## 5. ACCIONES FUTURAS

En razón de lo que ha sido expuesto se considera fundamental desarrollar acciones en el sentido de tener una cuantificación real de la exposición al ruido, no solamente desde un punto de vista del “*número de personas en centenas viviendo en residencias expuestas a niveles de ruido por encima de...*”, pero en términos globales, se deberá tener en cuenta la exposición al ruido ambiente y también la referente al designado ruido de vecinos en las viviendas, evaluando esa exposición en términos de dosis de ruido total durante un año (o una década), e integrando aspectos de impacto en las capacidades cognitivas, bien-estar, contribución para estados de *stress* y salud, para tener una percepción global del ruido.

Para este objetivo - y con la finalidad de tener una panorámica de la situación europea en términos de exposición efectiva al ruido, teniendo en cuenta las diferentes culturas y hábitos de vida que son naturalmente diferenciados en todo el territorio europeo (p. ej., Oeste en relación al Este, Sur en relación al Norte, etc.), se entiende que es importante la creación de plataforma



o Proyecto de Desarrollo Europeo, con países participantes que representen las varias regiones implicadas, Norte, Centro, Sur, Este y Oeste de Europa, en el sentido de que desarrollen acciones coordinadas, y de eso deducir estrategias integradas para alcanzar ese desafío.

Para la consecución de este objetivo sería importante tener en cuenta los varios tipos de edificios, los diferentes sistemas de construcción, la cultura y los hábitos de la población de las regiones, y su sensibilidad al ruido, así como el tipo de ruido de vecinos que pueden generar. Y todo esto sin olvidar la educación cívica de los ciudadanos!

## 6. CONCLUSIONES

El campo de la acústica ambiental y de la edificación se encuentra en gran desarrollo, atendiendo, por un lado, las necesidades de calidad de vida de las poblaciones, y, por otro, el desarrollo tecnológico, en una perspectiva de ganancias económicas en el marco de un mercado de libre circulación de personas y productos. A eso contribuyen las Acciones COST – Redes europeas; los Comités de ISO – International Standardisation Organization y de CEN – Comité Europeo de Normalización; los Proyectos de I&D Europeos y Transnacionales; y las colaboraciones entre Universidades, Centros de Investigación y Tejido Empresarial, denominados SME “Small and Medium Enterprises”.

La publicación de Normas sobre la sostenibilidad en la construcción (EN 15643-3:2012 - Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 3: Framework for the assessment of social performance do CEN TC 350), donde se eligen las características acústicas que forman parte del indicador de descripción de impactos sociales, designado por “Salud y Confort”, han venido también a contribuir a la necesidad de una visión más global del cuadro de exposición urbana al ruido, y como último beneficiario el interior de las residencias. Además de eso, en los casos en que el ruido ambiente exterior se reduce, la percepción del ruido de vecinos pasa a ser naturalmente mayor.

Las alteraciones de corrientes de toda la ola y tendencia de armonización, simplificación y contemplación de desempeños acústicos, científicamente más ajustados a la sensibilidad (o vivencia) humana, tendrán reflejo en revisiones legales y cuadros procedimentales de los diferentes países implicados, reforzando la importancia de la calidad acústica en el interior de los edificios, como fin último a alcanzar (en el caso de Portugal, siendo notorias, no dejan de ser menos significativas que en otros países, dado que la legislación portuguesa, procedente de 2008, ya contempla algunos de los principios y conceptos expuestos, además del hecho de ser una legislación razonablemente bien estructurada).

Nuevas herramientas de previsión y evaluación, de entre las cuales se destaca la utilización de la Auralización, tendrán también un papel fundamental en la concreción de este desafío.

También, en el campo de la investigación y desarrollo tecnológico, se esperan grandes desafíos, porque apuntando al futuro, en términos de reducción de ruido ambiente, para el estudio de nuevos materiales y sistemas, tales como Meta Materials, Meta Surfaces o Sonic Crystals, para la producción de vehículos eléctricos y de sistemas de pavimentación de carreteras y de rodados más silenciosos, se está contribuyendo a una inter-relación sustentada en esto mismo dominio, con reflejos en el ambiente global, en lo cual las edificaciones están incluidas.

En lo que respecta a la edificación, la implementación de acciones de rehabilitación del parque construido y de aplicación de nuevos sistemas tecnológicos en la edificación nueva, para lo cual se exigirán ahora soluciones de partición innovadoras y que cumplan criterios de sostenibilidad vigentes, obliga a que las unidades de I&D, en colaboración con el tejido empresarial, tengan que involucrarse en un papel extremadamente importante en la “procura” de



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

nuevos materiales, composiciones y soluciones constructivas para cumplimiento de estos requisitos.

Por consiguiente, de todo lo expuesto, se considera que una visión holística del sistema de producción, transmisión-recepción de ruido, y la forma como el ciudadano lo percibe, es fundamental para que las evaluaciones consecuentes sean sustentadas, equilibradas y creíbles.