

# La Acústica y el Ingeniero de Telecomunicación



Antonio Luis Flores

Ingeniero de Telecomunicación, Ingeniero en Electrónica  
Departamento Comercial – Enterprise Systems Group HP (aflores@ieee.org)

Debido a la importante migración, durante las últimas décadas, de las zonas rurales a las ciudades y del incremento del parque de vehículos en ellas durante los últimos años, así como de la evolución tecnológica, que ha conducido a la automatización de numerosos procesos productivos, el problema del ruido se constituye hoy día como uno de los asuntos de estudio por parte de las autoridades públicas. A ello se debe unir la proliferación de actividades lúdicas en zonas residenciales (bares de copas, terrazas y discotecas), que interfieren en el descanso de las personas notablemente.

Para gestionar el ruido hay diversos ayuntamientos, como los de Benidorm, Huelva y Rentería, que han instalado sonómetros en sus calles para monitorizar los niveles de ruido de las zonas más críticas y, posteriormente, poder extraer conclusiones, actuando en consecuencia.

Sin embargo, el ruido no es un problema nuevo. Ya en la

antigua Roma se establecían reglas relativas al ruido emitido por las ruedas de los carruajes, y en la Edad Media se prohibió la circulación de los mismos en algunas ciudades europeas durante la noche.

En la Fig. 1 puede verse el nivel de ruido en las ciudades de España, según estudio del INE en 2001, destacada, que las ciudades del sur de Andalucía, del Levante y las islas encabezan la lista, por encima incluso de Madrid, mientras que las ciudades de la cornisa cantábrica son, por lo general, menos ruidosas. Se puede relacionar esto con la diferencia de clima, pues:

- Las viviendas de los climas más fríos se encuentran mejor aisladas térmicamente, lo que inherentemente contribuye a un mejor aislamiento acústico.
- En los lugares más cálidos existe mayor propensión a realizar actividades al aire libre, lo que provoca un mayor ruido ambiental en las ciudades.

## RELACION ENTRE ACÚSTICA Y RADIOCOMUNICACIÓN

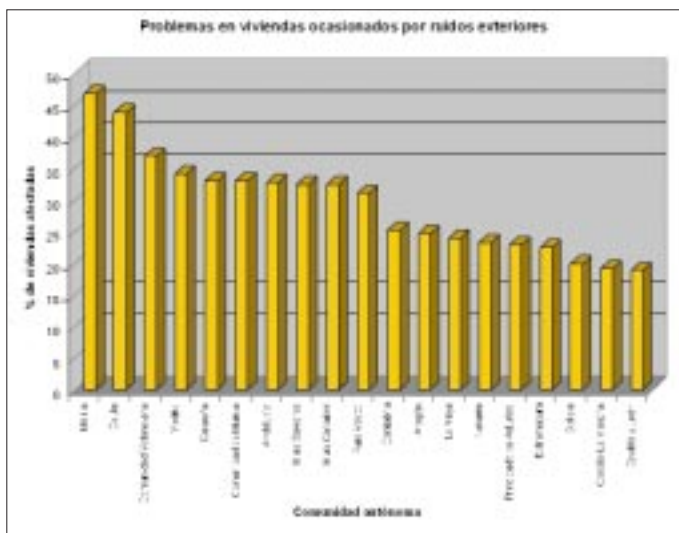


Fig. 1. Datos del INE sobre comunidades autónomas (2001)

Las ondas sonoras pueden ser transversales o longitudinales, según la dirección de vibración de las partículas que transportan su energía. Además, necesitan un medio físico para propagarse. Por lo demás, su tratamiento es similar al que se realiza con las ondas electromagnéticas en Radiocomunicación: serán tratadas como ondas planas o esféricas, según la proximidad de la fuente, se caracterizarán por su amplitud, frecuencia y velocidad de propagación, y los materiales tendrán una impedancia característica, un coeficiente de absorción y otro de reflexión, parecido a lo que sucede en el tratamiento de las microondas.

Las ondas sonoras pueden sufrir atenuación, reflexión, refracción, difracción y resonancia en las mismas condiciones físicas que las ondas electromagnéticas. También se puede dar fenómenos de interferencia y utilizar la teoría de filtros, la transformada de Fourier o las fórmulas de Fresnel.

Sin embargo, respecto al receptor, existe una gran diferencia: en Radio se dispone de un dispositivo con antena, que

capta la señal de manera aproximadamente lineal, modelada por una ganancia y nivel de ruido, mientras que, en Acústica, el órgano receptor es el oído, que no muestra la misma sensibilidad a todas las frecuencias, y tampoco se comporta de manera lineal para cada componente (ver Fig. 2). Por este motivo, surgen numerosos factores de caracterización del sonido, tablas y curvas empíricas, que permiten trabajar con mayor comodidad. Esto mismo ocurre, por otra parte, con el cálculo de radioenlaces, por lo que este escenario tampoco nos debe resultar extraño.

### ÁMBITO DE TRABAJO DEL INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN

Es posible establecer distintas áreas dentro de la Acústica:

- Acústica Física: estudia las leyes que gobiernan la producción y desplazamiento del sonido a través de los medios.
- Acústica Fisiológica: se basa en los elementos fisiológicos y psicológicos que influyen en la percepción humana del sonido.
- Acústica Arquitectónica: estudia el comportamiento acústico de los recintos, tanto desde el punto de vista de su acondicionamiento para una buena percepción acústica como de su aislamiento sonoro con el exterior.
- Acústica Industrial: trata sobre los ruidos producidos en entornos industriales, con el fin de salvaguardar la salud de los trabajadores.
- Acústica ambiental: su cometido es asegurar un mínimo de calidad acústica en el exterior, mediante mecanismos de control y gestión adecuados.

El ingeniero de telecomunicación está plenamente capacitado para acometer tareas dentro de cualquiera de estas áreas, pudiendo realizar proyectos de acondicionamiento o insonorización, medidas, estudios, etc.

El dominio de la Acústica puede significar un éxito en el mercado, relativamente fácil de conseguir. Ello se debe a varios factores:

- Amplio y exhaustivo conocimiento del tratamiento de ondas, su naturaleza y su comportamiento.
- Plena capacidad de proyectar de manera integral salas de espectáculos, tanto por la parte acústica como por el trazado de infraestructuras de imagen, sonido y comunicaciones asociado.

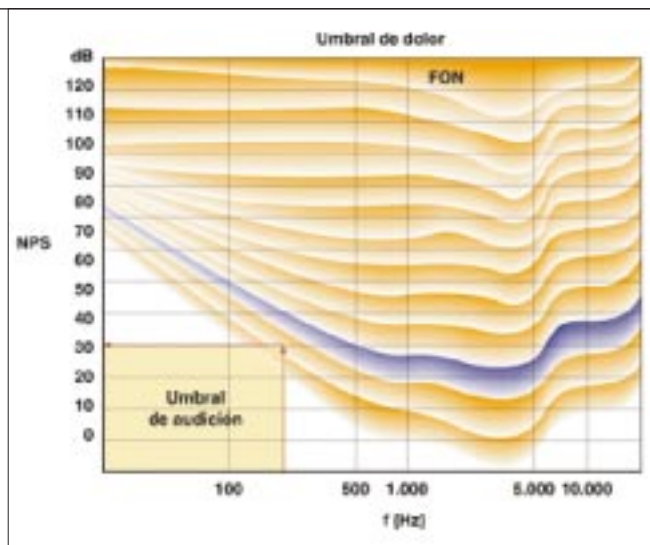


Fig. 2. Curvas isofónicas: un nivel similar de percepción para el oído significa una señal de diferente potencia para cada frecuencia

- Fácil captación de clientes a partir del ejercicio libre mediante la realización de proyectos de I.C.T.
- Posibilidad de ampliar la cartera de servicios proporcionados a la industria, ofreciendo la protección acústica y la infraestructura de comunicaciones de manera integral.
- Valor diferencial en diseño y dimensionado de oficinas, ofreciendo un estudio de la acústica unido al proyecto de cableado estructurado.

### NORMATIVA DEL SECTOR

En materia de acústica, existe normativa nacional, autonómica y local, así como normas internacionales de estandarización para equipos y materiales. Merece destacar las siguientes: →

140 dB	Umbral del dolor
130 dB	En una discoteca
80 dB	Hay que gritar para hablar
60 dB	Automóvil a 30m a 100 Km/h
30 dB	Susurro suave a 2m
0 dB	Umbral de audición

Tabla 2. Niveles de sonido que percibimos

A	Orientada a sonidos de baja intensidad, hoy día se utiliza mucho, pues es la referencia que toman las leyes y reglamentos. El nivel resultante ponderado se expresa en dBA.
B	Ideada para sonidos de media intensidad, no se usa actualmente.
C	Utilizada para sonidos de gran intensidad. Se utiliza con ruidos de baja frecuencia.
D	Destinada al análisis de ruidos de aviones.
U	La más reciente, utilizada para medir sonidos combinados con ultrasonidos.

Tabla 1. Redes de ponderación

**CONOCIMIENTOS NECESARIOS**

El oído percibe el sonido de manera no lineal (casi logarítmica) tanto en frecuencia como en amplitud. Por ello se utilizan las denominadas redes de ponderación, que podemos observar en la Fig. 3. No son más que un filtro ecualizador que compensa la respuesta del oído. Se han definido varias, identificadas por una letra, como se puede ver en la tabla 1.

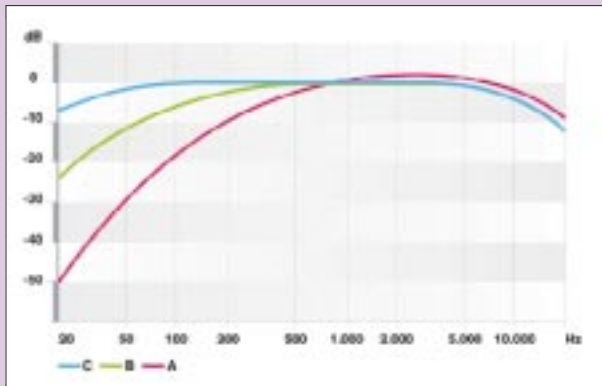


Fig. 3. Redes de ponderación

Desde el punto de vista del proyectista es necesario conocer que existen dos tipos de ruido: el aéreo y el de impacto. El primero se emite al aire y se transmite por diferentes vías a los recintos colindantes, mientras que el segundo se transmite directamente a través de la estructura del edificio, y es mucho más difícil de atenuar.

Respecto al acondicionamiento acústico, se puede decir que las principales variables a considerar son, por un lado, el nivel de presión sonora en un determinado punto del recinto y, por el otro, la reverberación, es decir, las múltiples reflexiones de la onda sonora dentro de un recinto, que se caracteriza por el tiempo de reverberación, transcurrido el cual la energía sonora del recinto ha caído 60 dB.

Puede ser conveniente permitir el nivel de reverberación existente para determinadas frecuencias, mediante la geometría del recinto o elementos adaptadores (baffles, techo acústico, paneles de lanas minerales, etc.) de tal forma que potencie la calidez de la música o la intensidad de la palabra, pero sin ser excesivo, ya que esto provocaría la ininteligibilidad del mensaje o un eco excesivo de la música.

- Norma UNE-EN ISO 1996, donde se definen distintos tipos de medidas, en función de la utilidad del sonido a medir, útil para el cálculo de espacios acústicos concretos (aulas, salas de espectáculos, bibliotecas, etc.).

- Normas básicas de edificación NBE-CA-88, que establece los requisitos para edificios residenciales, de oficinas, de uso sanitario y docente, y NBE-CD-88, aplicable a la industria, imprescindibles para el proyectista de acústica de edificios.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, donde se establecen las competencias del Estado en esta materia y sus mecanismos de intervención.

**SITUACIÓN DEL MERCADO**

Los trabajos sobre Acústica han sido tradicionalmente realizado por personas cualificadas, como Físicos, aunque la demanda existente actualmente permite que nuestro colectivo, igualmente capacitado, pueda introducirse en el mercado con bastante facilidad.

Existe software especializado en cálculos de Acústica para recintos, como ODEON, del Dpto. de Tecnología Acústica de la Universidad Técnica de Dinamarca, que permite realizar simulaciones sobre modelos 3D, e incluso escuchar lo que se podría oír en un determinado punto de la futura edificación, habiendo situado las fuentes en los lugares correspondientes.

Por último, para adentrarnos correctamente en la Acústica, es vital conocer los fabricantes de materiales aislantes, pantallas acústicas y todo un sinfín de productos que existen hoy en el mercado. Podemos mencionar a Isover y Uralita, por citar algunos.

**CONCLUSIONES**

La capacidad del ingeniero de telecomunicación en materia de tratamiento de la señal es una ventaja sustancial para ubicarlo como el mejor profesional en el terreno de la Acústica, unido a que esta ciencia que, en el pasado, podía considerarse un arte hoy, gracias al avance tecnológico, se construye sobre técnicas y algoritmos computacionales, redes inalámbricas de sensores, procesadores digitales de señal y, en definitiva, todo aquello que hemos creado y que hace que el mundo actual no se parezca en nada al de hace dos décadas. Es nuestra ventaja, nuestra oportunidad y nuestro destino.

<a href="http://www.isover.net">www.isover.net</a>	Fabricantes de aislantes sonoros
<a href="http://www.uralita.com">www.uralita.com</a>	Fabricantes de aislantes sonoros
<a href="http://www.01db-stell.com">www.01db-stell.com</a>	Equipos de medida
<a href="http://www.acoustics-engineering.com">www.acoustics-engineering.com</a>	Equipos de medida
<a href="http://www.elruido.com">www.elruido.com</a>	Web divulgativa sobre Acústica
<a href="http://www.ruidos.org">www.ruidos.org</a>	Web sobre el ruido en las ciudades

Tabla 3. Direcciones de interés