



## Estudio del ruido generado por los neumáticos en campo cercano

Robert Barti. Begoña Rubio  
Departamento de Acústica Ingeniería La Salle.  
Universidad Ramón Llull. Pg. Bonanova, 8. 08026 Barcelona.

### Introducción

Nowadays, we can see how people's preoccupation for environment problems is increasing. It's also obvious that one of the most important contaminants that involves us, is vehicles noise emissions. It's for this reason that it has been necessary for manufacturers of vehicles and tyres to work together, in order to reduce the sound levels emitted. Due to the enormous number of parameters that take part in, they should study every part alone. In this work, we have studied noise levels into the mudguard, and also at a distance about 20 cm from the tyre. Having obtained some results, we have introduced little variations, such as adding porous absorbent into the mudguard's vehicle, so we have been able to see its influence in interior and exterior noise levels.

### Procedimiento

Desde el punto de vista de contaminación ambiental, el factor más importante como contaminante es el ruido, al ser omnipresente en el espacio y ser fácilmente detectable por el oído humano. Este problema se incrementa en las grandes concentraciones urbanas, donde el 85 % del ruido que nos rodea proviene únicamente del tránsito rodado, y donde se comprueba como el intervalo horario durante el cual este ruido disminuye cada vez tiende a ser menor. Debido al gran número de fuentes generadoras de ruido en un vehículo, es necesario diferenciar dos situaciones en las que, el vehículo, tendrá un comportamiento completamente distinto:

- a) Si consideramos al vehículo formando parte de una situación de tráfico urbano, donde se ve sometido a aceleraciones y frenadas bruscas, y suele utilizar una relación de marchas corta, hallamos un predominio del ruido provocado por la propia mecánica del automóvil, especialmente en vehículos de tipo Diesel.
- b) Por contra, considerando tráfico por carretera, o la circulación urbana "tranquila", predomina el ruido provocado por la interacción neumático-asfalto, y si la velocidad es elevada, también el ruido aerodinámico. En general se observa como cada vez que doblamos la velocidad, se incrementa el nivel de ruido en unos 9 dBA. De todos modos, se observa como en igualdad de condiciones de medida, y con el mismo vehículo, los resultados obtenidos cambian radicalmente al cambiar de tipo de neumático.

Los neumáticos son pues, una de las principales fuentes generadoras de ruido en el vehículo. Por esta razón resulta indicado dedicar una especial atención a los factores que influyen directamente en esta interacción. Este contacto depende básicamente del tipo de superficie por la que circulamos, de la velocidad, de las condiciones ambientales, de la geometría del neumático y, evidentemente, del dibujo de la banda de rodadura, siendo éste último uno de los puntos más difíciles a tratar, debido a que es necesario establecer un compromiso entre seguridad y ruido generado. No se puede pretender atenuar el nivel de ruido sin mantener unos mínimos de seguridad en el vehículo. En general, los neumáticos con dibujo transversal, generan más ruido que los que tienen dibujo longitudinal. Por contra, estos últimos ofrecen menor seguridad. Actualmente se tiende a trabajar con neumáticos de paso variable.

La metodología utilizada en estas medidas, ha sido la propuesta por la ISO en enero de 1997, ya que en ella se especifica detalladamente las condiciones de medida pero con una ligera variante. Las pruebas se han efectuado siguiendo la metodología "Coast-Down", es decir, se tomaban las muestras cuando el vehículo se hallaba en la línea de paso frente a los micrófonos, con el motor parado el cambio de marcahs en punto muerto y circulando a velocidad constante. El margen de velocidades estudiado, abarca desde los 50 Km/h hasta los 120 Km/h. Se han estudiado dos tipos de llantas, llanta de aluminio y llanta de chapa, y dos tipos de pista, ISO y STANDARD tipo MACADAM. Las medidas se han efectuado para 10 tipos de neumáticos distintos a los que hemos llamado PR-i, entre los cuales se ha estudiado el comportamiento de un tipo de neumático que carece de dibujo de rodadura, que intenta simular el comportamiento de los neumáticos normales a medida que se van desgastando, y van perdiendo sus propiedades. Todas las medidas se han efectuado con el mismo vehículo, al que se le han ido introduciendo pequeñas modificaciones para poder observar posibles variaciones en su comportamiento. El proceso de análisis se ha realizado mediante un soporte DAT multicanal, y posteriormente en el laboratorio, se han analizado espectralmente las grabaciones con la ayuda del analizador 2035.

### Resultados obtenidos

Tomando como espectro base el obtenido con el neumático Pr-5, observamos como éste permanece constante entre 23,4 Hz y 250 Hz (Fig. 1). A partir de este punto el nivel de ruido muestra unas resonancias debidas a las diferentes cavidades. En el espectro se ponen de manifiesto la presencia clara de un pico, situado a 800 Hz cuya amplitud destaca del resto de niveles obtenidos. Las diferencias observadas entre la llanta de aluminio y la de chapa son inapreciables. Una vez obtenido el espectro base, se introdujo absorbente en el interior del guardabarros del vehículo. Se ha utilizado un absorbente poroso muy utilizado industrialmente. Este absorbente no se puede considerar que sea una solución práctica, sino una solución a efectos de investigación para ver como se puede reducir el ruido generado por los neumáticos. Nuestra idea era absorber el ruido de los neumáticos muy cerca de ellos, para de esta manera ver cómo se reduce en el interior y exterior del vehículo. Con el absorbente poroso, el nivel de ruido queda entonces atenuado a partir de la banda de 250 Hz, y las curvas obtenidas son más suaves. Gracias a la colocación del absorbente, se consigue eliminar el pico correspondiente a la frecuencia de resonancia del soporte del amortiguador situado sobre los 800 Hz, como se puede observar comparando las figura 1 y 2. En la tabla 1 se resumen las atenuaciones conseguidas para todas las velocidades y las dos pistas de prueba.

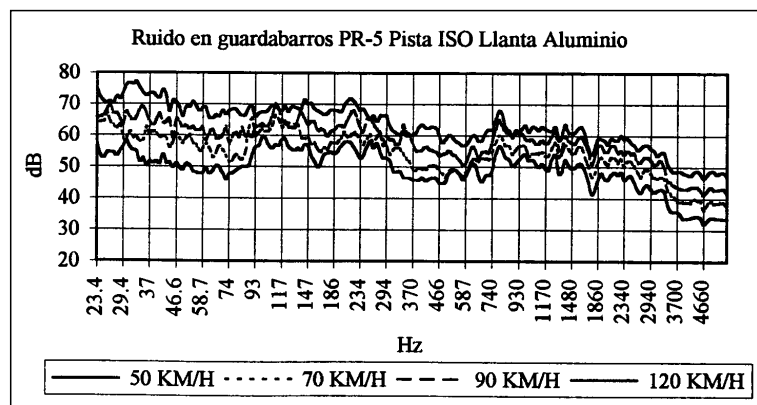


Fig 1.

### Atenuación conseguida poniendo el absorbente

	50	60	70	80	90	120
ISO	6dB	5,7dB	5dB	5,3dB	5,2dB	4dB
STANDARD	4dB	4,7dB	5dB	5,6dB	4,6dB	5dB

Tabla 1

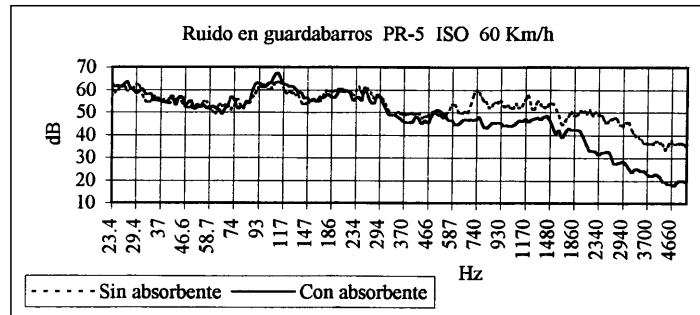


Fig 2.

Las pruebas realizadas con el neumático de tipo slick, es decir, el neumático que carece de dibujo en la banda de rodadura, nos muestran un espectro muy similar a los anteriores. De todos modos, se observa un nuevo pico situado a 210 Hz, debido a la frecuencia de resonancia del propio donut. Este pico ya existía en los neumáticos anteriores, pero quedaba enmascarado debido al alto nivel de ruido existente al impactar los tacos del neumático con la superficie. Al añadir absorbente se observa, de nuevo, una fuerte atenuación. Esta atenuación puede llegar a 7 dB en la zona de alta frecuencia, mientras que en la llanta de chapa se mantiene en los 5 dB.

Las medidas con el acelerómetro en el semieje posterior del vehículo nos dieron una información muy interesante sobre las vibraciones generadas por el neumático cuando éste circula. En la gráfica 3 podemos ver comparativamente las vibraciones generadas por los tres neumáticos. Se observa que la zona entre los 500 Hz y los 1.000 Hz es donde hay más diferencias de comportamiento entre un neumático y otro. Esta zona corresponde a la frecuencia de los "ribs", y cada neumático en función de su dibujo presentará un valor u otro. Las diferencias estructurales de cada neumático justifican los diferentes niveles de vibración.

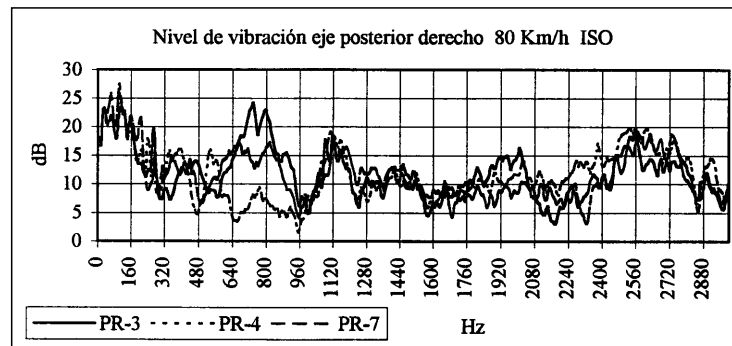


Fig 3.

No obstante se observa una frecuencia sobre los 1.120 Hz que permanece constante para todos los neumáticos. La presencia de este pico demuestra claramente que el pico máximo de ruido de cualquier neumático no es debido exclusivamente al "horn effect" sino que hay algo más.

El estudio del ruido en campo próximo, a unos 20 cm aproximadamente del neumático, muestra un alto nivel de energía por debajo de 100 Hz, debido a las turbulencias del aire. Se observa un nuevo pico, que permanece invariable con la velocidad, tipo de pista y de llanta, situado a unos 1120 Hz aproximadamente, que coincide en frecuencia con el hallado a una distancia superior en campo libre. El absorbente no tiene ningún efecto visible en las mediciones sobre la pista Standard. Sobre pista ISO hay una ligera diferencia, como se puede apreciar en la figura 4. El micrófono ubicado cerca del neumático por la parte exterior, tenía un cono de protección aerodinámico, con el fin de reducir el impacto del aire sobre el mismo. No deja de ser curioso que el ruido en el interior de la cavidad del guardabarros, no se propague hacia el exterior. Parece pues evidente, que para reducir el ruido de los neumáticos, no hay que atacar las proximidades de éste, como se probó en Porsche hace un tiempo sin éxito, sino que hay que atacar directamente a la interacción entre neumático y asfalto. Conocer mejor éste fenómeno nos puede ayudar a reducir el ruido.

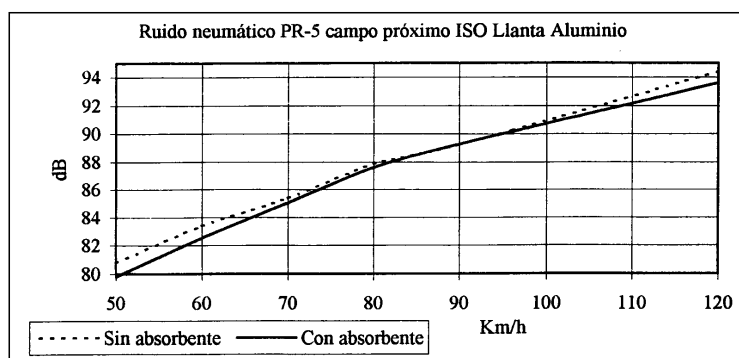


Fig. 4.

El ruido en el interior del vehículo en las diferentes configuraciones de asfalto, neumático, etc. no nos ha dado mucha información que añadir. Podemos destacar que el ruido es, como era previsible, principalmente de baja frecuencia (véase la fig. 5). La presencia de absorbente en el guardabarros, se pensó en un principio que pudiera reducir el ruido en el interior. Realmente esto no es así.

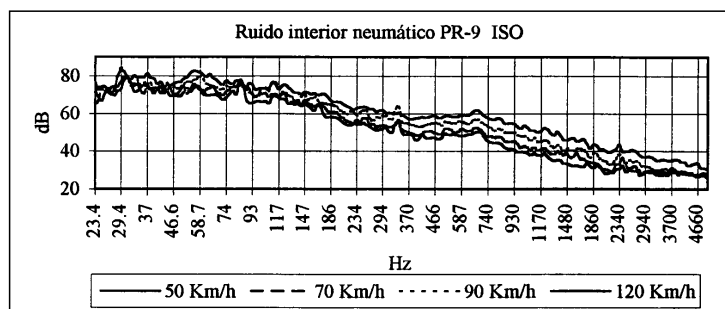


Fig. 5

## Conclusiones

El hecho de añadir absorbente sólo ha supuesto una atenuación del nivel en el propio guardabarros pero no en el interior del vehículo. No se observa ninguna variación ni en el ruido exterior ni en el interior. Por lo tanto, deducimos que el ruido interior procede del exterior a través de las superficies acristaladas, y de la misma estructura del vehículo. El ruido interior de rodadura, tiene su contenido principalmente de baja frecuencia. Si realmente se quiere reducir el nivel de ruido provocado por los vehículos es necesario atacar directamente las fuentes generadoras de ruido, y no a otras partes de los automóviles. Los diseños con mayor abundancia de secciones longitudinales resultan menos ruidosos. Las diferentes estructuras internas, también repercuten en un mayor o menor ruido. De todos los neumáticos analizados, el PR-9 resulta el más silencioso, mientras que el PR-5 es el más ruidoso.

## Bibliografía

- Effect of Tyre Noise Limits on Traffic Noise. Dr.G.J.Van Blokland,Ir.D.F. der Graaff . 1996.
- Experimental Study of the Temperature Effects on Tyre/Road Noise in Japan. 1995.
- Noise Emissions of Road Vehicles. Ulf Sandberg. 1995.
- Correlation of Tyre Intensity Levels and Passby Sound Pressure Levels. J. Stuart Botton. 1995
- Diagnosis of Pass-by Noise of Road Vehicles. P.J.G Van der Linden.
- Tyre noise. The villain? K. Hardy SP tyres.
- Report of the joint ETRTO/ACEA meeting.
- Proposta de modificació de la normativa ISO R-362. R. Barti. 1995
- Ruido en los vehiculos. F. Jurado 1986