

## Estudio del ruido producido por los autobuses urbanos de Barcelona

Virginy Nocente; Joan Luis Abenza Parera; Robert Bartí.

Departamento de Acústica Ingeniería La Salle.  
 Universidad Ramón Llull.  
 Pge. Bonanova, 8. 08026 Barcelona. e-mail: rob@els.url.es

### INTRODUCCIÓN

Hoy en día, existen numerosas fuentes de contaminación acústica, por lo que cada vez más es necesario encontrar recursos para minimizar sus efectos. Nuestro estudio ha consistido en analizar una de estas posibles fuentes, y comprobar si realmente vale la pena reducir de algún modo el grado de molestia que provoca sobre las personas. En definitiva, el trabajo ha consistido en analizar el ruido que producen los autobuses de Barcelona, para poder compararlo con el ruido de tránsito normal y el de los coches, y ver así si realmente se trata de una fuente más molesta.

### PROCEDIMIENTO

El proceso de análisis ha consistido en registrar diversos tipos de autobuses en plena calle, para diferentes localizaciones de Barcelona, y a distintas horas del día. Se ha utilizado para ello un soporte DAT. En el laboratorio se han hecho los pertinentes ajustes, y se han analizado espectralmente las grabaciones para ser luego distribuidas en diversas categorías. Esto se ha hecho con la ayuda de un analizador 2030.

A partir de los espectros obtenidos, hemos pasado a calcular el nivel de Noys que se obtiene globalmente. El procedimiento de cálculo es el siguiente:

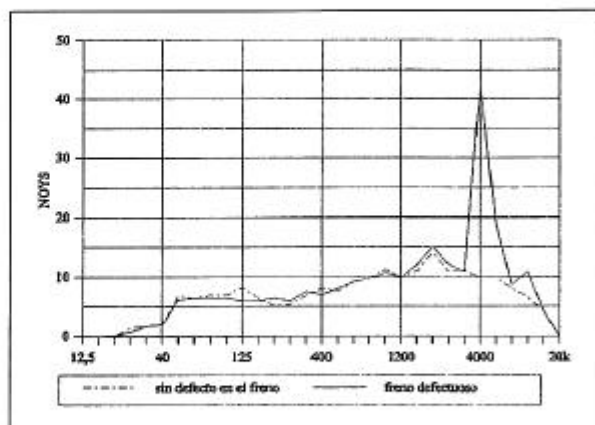
$$N_t = N_m + F (N_g - N_m)$$

donde:

- N<sub>m</sub> : valor más alto de Noys obtenido
- F : factor correspondiente a un tercio de octava ( igual a 0.15 )
- N<sub>g</sub> : suma de todos los valores de noys para cada frecuencia

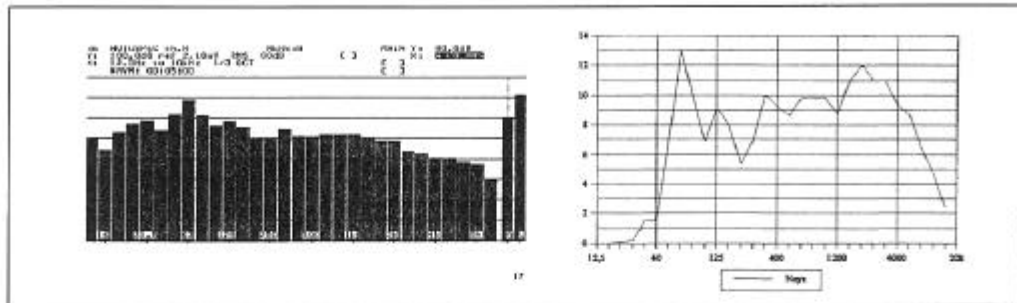
### COMPARATIVA AUTOBUSES CON / SIN DEFECTO DE FRENOS.

Una de las partes del estudio ha consistido en analizar por separado los autobuses que producen ruido al frenar y los que no. Este ruido, de alta frecuencia, es muy molesto al oído de las personas. El análisis nos ha demostrado que los autobuses con freno defectuoso alcanzan un nivel de 72Noys, mientras que los demás tan sólo llegan a los 43Noys. Las grabaciones se han hecho para casos de frenada-parada-aceleración. A continuación podemos ver una gráfica de comparación donde puede verse claramente esta diferencia, básicamente debido al pico que se produce en los 4KHz.



### ANÁLISIS A VELOCIDAD CONSTANTE

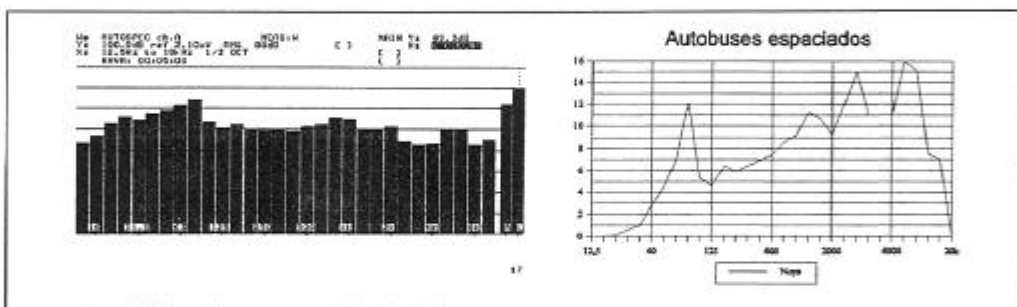
Ha consistido en registrar autobuses que van a velocidad constante ( $\approx 30\text{Km/h}$ ), y luego realizar un espectro que nos dará el número total de Noys.



El nivel total de molestia ha sido de 43Noys.

### COMPARATIVA AUTOBUSES ESPACIADOS / SEGUIDOS

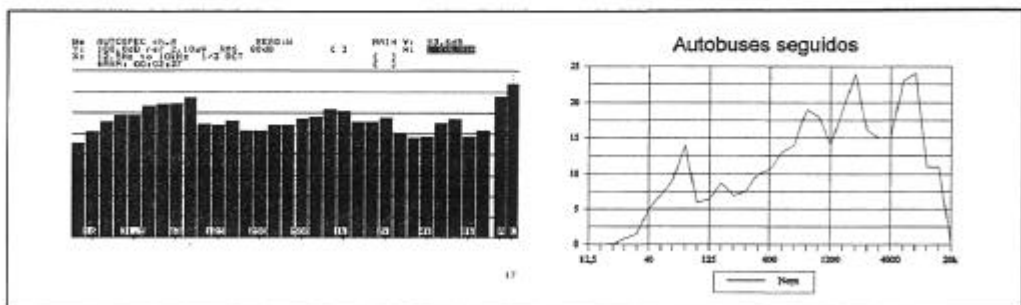
Hemos querido comparar el caso de varios autobuses que llegan a una misma parada, y con poco tráfico durante el tiempo que hay entre cada llegada, con el caso extremo en que pudieran llegar un grupo de autobuses seguidos, sin espacio entre ellos. Es decir, para el primer caso nos encontramos con un ruido producido por un autobús, y a continuación con un rato de silencio por lo que se refiere al autobús en sí. Espectralmente, y pasando estos valores a nivel de molestia encontramos:



A partir de lo cual encontramos el nivel total de Noys:

$$N_t = 47 \text{ Noys}$$

Para el segundo caso encontramos un máximo de ruido producido por los autobuses. El espectro resultante ha sido el que viene a continuación:



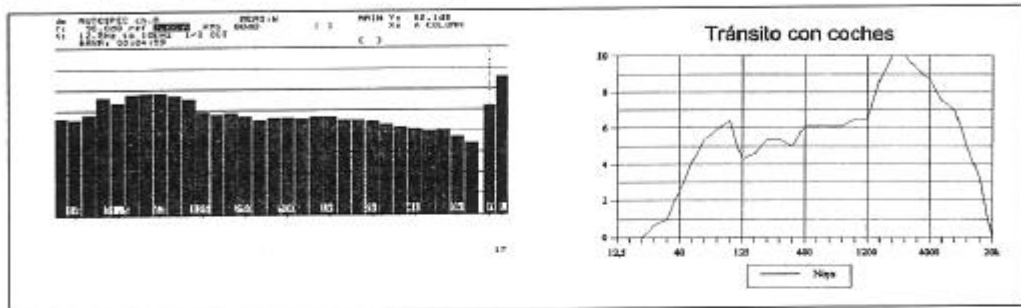
Y convirtiendo los datos a nivel de molestia encontramos que

$$N_t = 70 \text{ Noys}$$

Podemos observar que las dos gráficas de nivel de molestia referentes a autobuses espaciados y a autobuses continuados tienen una forma muy similar, aunque esta segunda posee niveles más altos de Noys. Los picos se encuentran en las mismas frecuencias, y se corresponden al ruido del motor para los 80Hz y al ruido de los frenos para los 2KHz y 6KHz. De lo anterior se podría deducir que el ruido del tráfico de autobuses hace disminuir considerablemente el nivel de molestia total, cosa que sería muy interesante para disminuir el ruido a veces insoportable del tráfico urbano.

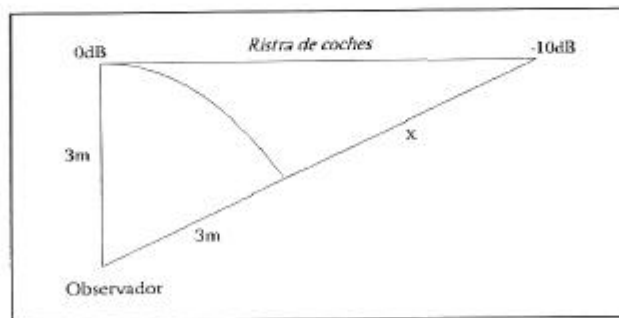
### COMPARATIVA RUIDO DE AUTOBÚS / RUIDO DE COCHE

Hemos considerado interesante el hecho de comparar el ruido que hemos estado analizando hasta ahora con el ruido habitual del tránsito. Para ello, hemos comenzado analizando ruido de automóviles. El espectro obtenido para un grupo de coches ha sido el siguiente:



El nivel global de Noys de los automóviles ( sin ningún autobús ) resulta en 32Noys. Esto nos demuestra que globalmente, el autobús es más ruidoso. Pero tenemos que averiguar hasta que punto lo es, ya que el tamaño de un autobús es mayor que el de un coche. Así pues, presentamos a continuación un estudio que nos llevará a descubrir si realmente los autobuses resultan más molestos que las agrupaciones de coches.

Individualmente, un autobús produce un ruido medio de 84dBA. Por otro lado, un coche de gama media produce un ruido de 62dBA en las mismas condiciones de funcionamiento. Eso significa que para un observador, el ruido del autobús es equivalente al de unos 170 coches, ya que se trata de fuentes incoherentes. Pero en la calle nos encontramos con que el observador dispone de un campo de visión acústico limitado, y que evidentemente no pueda abarcar a 170 coches. Así pues, vamos a buscar cuántos coches puede escuchar el observador a un tiempo. Consideraremos que los coches son un objeto de longitud 5 metros, teniendo en cuenta un espacio vacío tanto en su parte frontal como en su parte posterior. Este caso es el más desfavorable, ya que en realidad los coches no van pegados unos con otros. Fijémonos en el siguiente esquema:



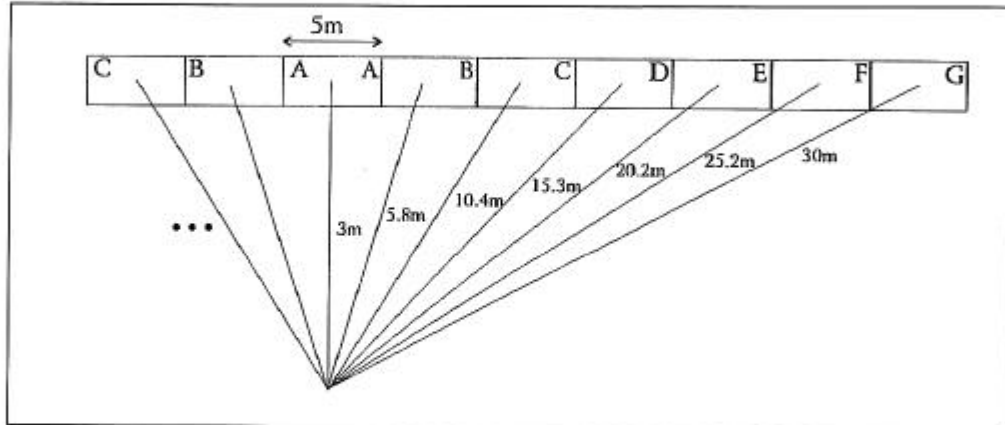
Hemos considerado que para una diferencia de presión acústica mayor a 10dB, la nueva fuente no aportará nivel significativo al oyente. Por tanto nos interesa descubrir a qué distancia esto sucede, y así ver el total de coches que el oyente puede realmente percibir.

Para que haya -10dB en el punto más alejado, x ha de tener un valor de 29m. Según esto, podemos buscar la distancia de la ristra de coches.

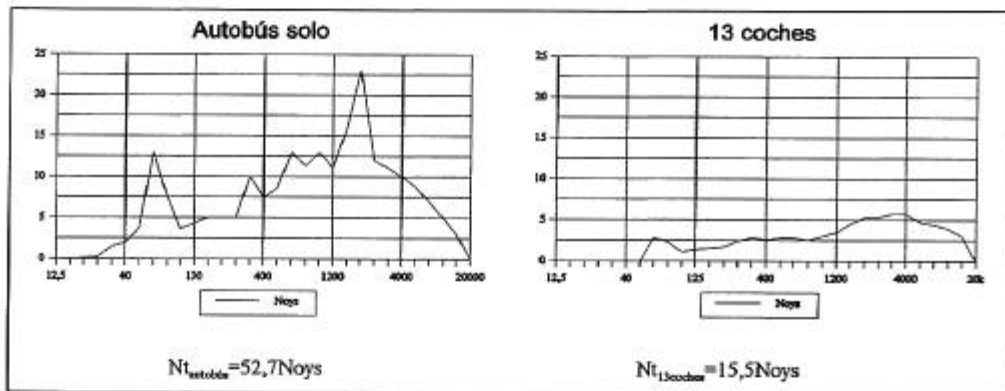
Esta viene a ser:

$$d_{\text{coches}} = (32^2 - 3^2)^{1/2} = 31.86\text{m}$$

En el esquema siguiente podemos ver reflejado el número de coches que el observador percibe así como las distancias correspondientes.



El nivel total de ruido en el receptor es pues de 66dBA. Si ahora dibujamos las gráficas de nivel de Noy para el autobús solo y para el grupo de 13 coches, obtenemos:



La conclusión que podemos sacar de lo anteriormente expuesto es que si bien aparentemente un autobus puede producir menos ruido que el equivalente en coches, la realidad es que el tráfico de automoviles resulta mucho mas silencioso que el de los autobuses, y por lo tanto éstos, no son la solución al problema del ruido en las ciudades. Hay que reducir mucho mas el ruido producido por los vehiculos pesados, si queremos que realmente el transporte urbano sea la solución para reducir el gran ruido a que estamos sometidos en las grandes ciudades.