

INFLUENCIA DE LA GEOMETRIA DEL TUDEL DE OBOE EN LA CALIDAD TIMBRICA

PACS: 43.75.Ef

Castiñeira-Ibáñez, Sergio¹; Rubio, Constanza², Sánchez-Pérez, Juan Vicente², Fuster Palmer, J³

¹Departamento de Física Aplicada, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 València, Spain, EU, sercasib@mat.upv.es

² Centro de Tecnologías Físicas: Acústica, Materiales y Astrofísica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 València, Spain EU, crubiom@fis.upv.es, jusanc@fis.upv.es

³Conservatorio Superior de Música de Valencia "Joaquín Rodrigo", Valencia, Spain EU, oboefuster@hotmail.com

ABSTRACT

Oboe is a musical instrument with a conical bore, whose sound is produced by the vibration of a double reed which is traditionally called oboe. The oboe's reed consists of two distinct parts: the shank, usually made of brass, and the shovel, made of reed. This paper presents a comparative study of the tone quality efficiency of different bocal tuning designs for the reed of the oboe. Several notes from different records were analysed and the reason of the improvement produced by using one shank or other regarding the tone quality were physically checked.

RESUMEN

El oboe es un instrumento musical de taladro cónico, cuyo sonido se emite mediante la vibración de una lengüeta doble, denominada tradicionalmente caña de oboe. La caña de oboe está formada por dos partes bien diferenciadas: el tudel, normalmente de latón, y la pala, de caña. En este trabajo se realiza un estudio comparativo de la eficiencia tímbrica de diferentes diseños del tudel de la caña de oboe. Se han analizado varias notas pertenecientes a diferentes registros y se ha comprobado físicamente la razón de la mejora en la calidad tímbrica que produce la utilización de un tudel u otro.

INTRODUCCION

El oboe es un instrumento musical formado por tres partes: (i) el cuerpo superior o cabeza, que es donde se introduce la caña de oboe. Es la parte más estrecha del instrumento y donde se coloca la mano izquierda, localizándose las llaves de octava.; (ii) la parte central, donde se coloca la mano derecha y donde se localizan la mayoría de las notas graves y (iii) la campana o pabellón, que es la prolongación de la parte central. En la Figura 1, se puede ver un oboe moderno, modelo francés.



Figura 1: La figura muestra un oboe profesional, modelo francés. La caña de oboe se sitúa en el orificio que posee el oboe en su parte superior. En el recuadro se ve con más detalle esta parte, así como la caña completa.

El tudel modelo francés (para oboes Lorée y Marigaux) de la marca comercial Chiarugi 47 2 que se puede ver en la Figura 2(a), tiene las siguientes medidas: óvalo 1.95/2.55 a 47 mm 4.70 espesor de 0.20 a 0.30 mm [1]. Es un tubo de latón con forma troncocónica de 47.00 mm (Figura 2(b)), presentando la parte más estrecha una cierta elipticidad (óvalo) y terminando en la parte más ancha con forma circular. El espesor de la chapa de latón, también cambia, pasando de 0.20 mm en el óvalo a 0.30 mm en la base. Por último, los 29.00 mm de la base del tudel están rodeados de una capa de corcho. Este corcho se utiliza para que la caña quede perfectamente acoplada al oboe.

El tudel prototipo, se ha diseñado a partir del comercial, cambiando la forma geométrica de parte del mismo. Así, como se puede ver en la Figura 2(d), los 18.00 mm medidos desde la base circular del tudel comercial, se han fabricado de forma cilíndrica y los milímetros restantes hasta completar los 47.00 mm, siguiendo la forma cónica tradicional de estos tudeles. En la Figura 2(c) se puede observar el tudel prototipo.

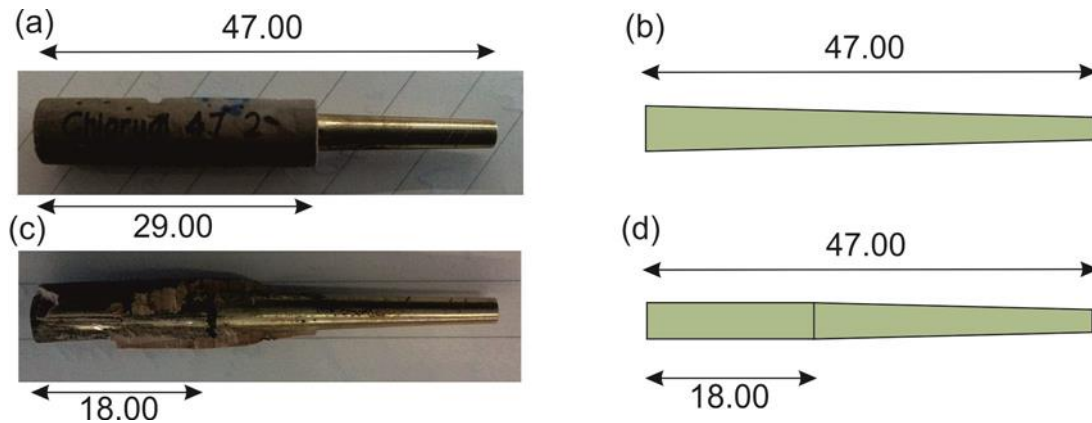


Figura 2: La figura (a) muestra un tudel Chiarugi 47 2. En la figura (b) se representa una sección longitudinal que muestra la forma troncocónica de la pieza de latón que forma la estructura del tudel. La figura (c) muestra el prototipo de tudel diseñado de forma que una parte es troncocónica y otra cilíndrica. En la figura (d) se muestra la sección longitudinal de la estructura de latón para el prototipo diseñado indicando las medidas (mm) más importantes.

El volumen de aire que aproximadamente ocupa el interior del tudel, mostrado en la Figura 2(a), se puede calcular mediante la expresión correspondiente a una figura troncocónica:

$$V = \frac{h\pi}{3}(r_1^2 + r_2^2 + r_1r_2)$$

mientras que en el tudel prototipo, como el de la Figura 2(b), el volumen de aire en su interior será, aproximadamente:

$$V = \frac{h_1\pi}{3}(r_1^2 + r_2^2 + r_1r_2) + h_2\pi r_1^2$$

que corresponde a la suma del volumen de un tronco de cono de altura h_1 y un cilindro de altura h_2 .

Con estas expresiones y teniendo en cuenta las medidas geométricas mostradas en la Figura 3, se obtiene para el tudel comercial un volumen de aire ocupado en su interior de 372.28 mm^3 y para el tudel prototipo 467.35 mm^3 , siendo pues el volumen de aire ocupado en el tudel prototipo un 25.54% mayor que el comercial. Este dato es relevante con vistas a los resultados experimentales obtenidos, como se verá más adelante. Las dimensiones exteriores, el tipo de material de caña utilizado y el raspado, han sido realizados de igual forma para que estos parámetros no influyan en los resultados de las medidas.

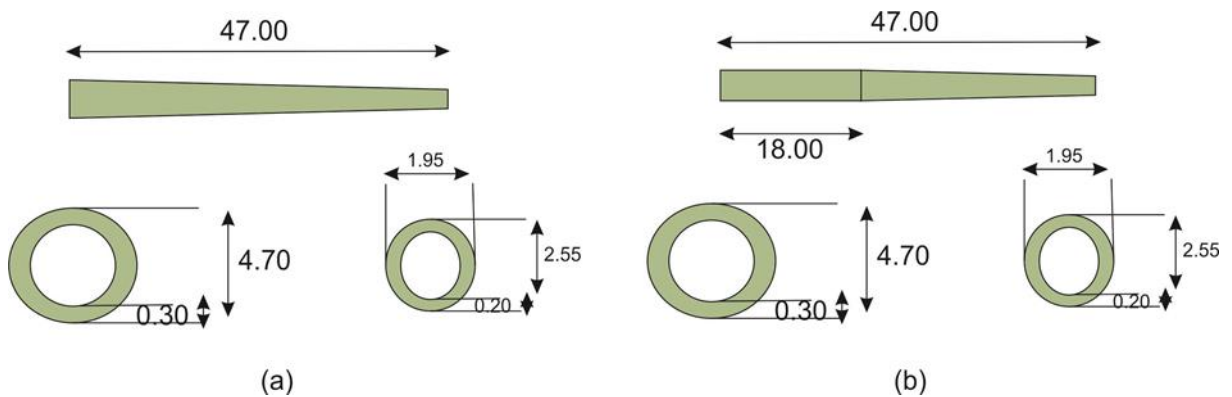


Figura 3: La figura (a) muestra las dimensiones, en mm, de la pieza de latón del tudel comercial Chiarugi 47 2 y la figura (b) las dimensiones de la pieza de latón del tudel prototipo

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Las medidas experimentales de este trabajo se han realizado en condiciones controladas, en una cámara anecoica perteneciente al Centro de Tecnologías Físicas de la Universitat Politècnica de València [2], [3]. Una cámara anecoica es una sala de medidas acústicas donde se pretende que el campo creado en su interior sea lo más parecido al campo acústico libre, evitando asimismo, las posibles interferencias sonoras provenientes del exterior que podrían distorsionar los resultados. En este caso, la cámara tiene unas dimensiones de $8 \times 6 \times 3 \text{ m}^3$. En la Figura 4 se muestra un esquema de la cámara y la disposición de los distintos elementos utilizados para llevar a cabo las medidas. Un micrófono se encuentra conectado a un analizador donde se registra la señal temporal. El analizador que está conectado a un ordenador (PC), trata la señal obteniendo su Transformada Rápida de Fourier (FFT) para representar por pantalla los resultados y en su caso comparar unos con otros mediante el programa comercial Matlab. El análisis de esta señal se realiza mediante espectros, donde se representa el nivel de presión sonora en decibelios (dB) frente a la frecuencia en Hercios (Hz).

Para la adquisición de datos se ha utilizado la tarjeta PCI-4474 de National Instruments. Está diseñada para el análisis, tanto de señales de ruido aéreo como de vibración, consiguiendo

poca distorsión y bajo ruido de fondo. Las tarjetas de National Instruments, PCI-4474 y PCI-7334, se utilizan de manera conjunta con dos paquetes de LabVIEW para la adquisición de datos. Se ha utilizado un micrófono pre-polarizado de 1/2" tipo 4189 B&K con una sensibilidad de 49.5 mV/Pa, que permite analizar un amplio rango de frecuencias. En este trabajo se ha analizado el rango de 0 Hz a 5000 Hz.

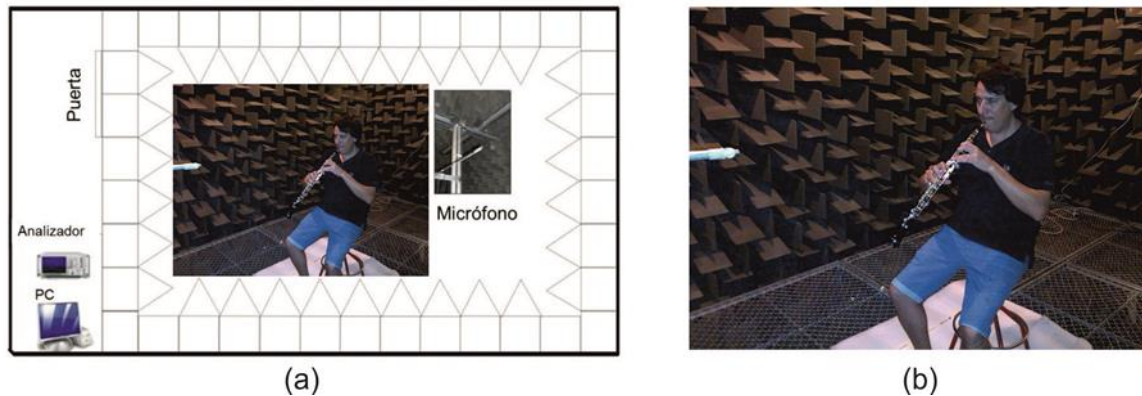


Figura 4: (a) Conjunto experimental utilizado para las medidas. (b) Posición relativa oboe-micrófono en el momento de la medida. Músico D. Jesús Fuster Palmer.

Las medidas se han realizado en dos fases, una por cada tudel de oboe. En ambos casos la posición del corcho en el oboe fue la misma, para no influir en los resultados, debido al cambio de longitud del tubo. La emisión y afinación del sonido también se cuidó, por el mismo motivo. Las notas utilizadas para el análisis fueron tres, una por cada registro: *Re* del registro grave (*Re* 2), *La* del registro medio (*La* 3) y *Sol* del registro agudo del oboe (*Sol* 4).

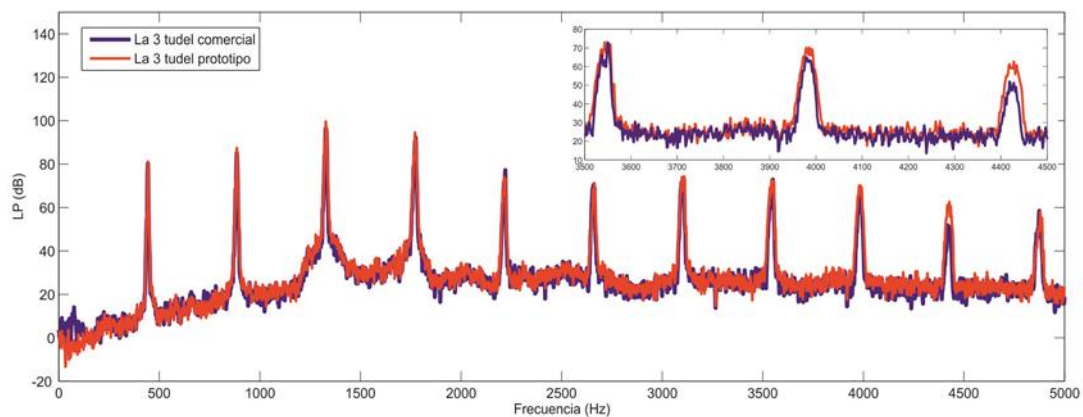


Figura 5: Espectro de nivel de presión en decibelios, de 0 a 5000 Hz para los dos tudeles de oboe analizados. En color azul se representa el espectro de frecuencia para el tudel comercial y en color rojo para el tudel prototipo. Se han obtenido para la nota *La* del registro medio del oboe (*La* 3). En el recuadro se muestra el rango de frecuencias 3500 - 4500 Hz ampliado. Se pueden ver la posición y tamaño de los armónicos más alejados, respecto al fundamental, para los dos tudeles analizados.

Para las tres notas analizadas, los resultados fueron análogos. Como ejemplo, en la Figura 5 se representa el espectro de nivel de presión sonora, para los dos tudeles y para la nota La del registro medio del oboe (La 3). El nivel de presión sonora (eje de ordenadas) se representa como $LP \left(20 \log \frac{p_{rms}}{p_0} \right) (dB)$ frente a la frecuencia en Hz (eje de abscisas).

En el estado estacionario de un sonido el timbre depende de la distribución de potencia sonora en función de la frecuencia, es decir, de cómo se distribuye la potencia sonora entre el modo fundamental y sus armónicos. Para un espectro de potencias con componentes $P_i(f_i)$, el centroide espectral f_c , es una frecuencia que se define como:

$$f_c = \frac{\sum f_i P_i}{\sum P_i}$$

En la Figura 5 se puede observar que, cuando se utiliza el tudel prototipo, los armónicos hacia altas frecuencias aumentan de tamaño, es decir, tienen más nivel de presión, lo que provoca un cambio de timbre en el sonido. Se ha calculado la posición del centroide para este espectro [2], [3]. Como se observa en la tabla mostrada en la Figura 6, para el caso de la nota La del registro medio con el tudel comercial, el centroide se localiza a $f_c = 2438$ Hz, mientras que para el tudel prototipo, el centroide se localiza a $f_c = 2471$ Hz. La calidad tímbrica o brillantez del sonido ha mejorado, para el tudel prototipo, debido al desplazamiento de la posición del centroide espectral, f_c , hacia altas frecuencias, tal y como predice la teoría [4], [5].

La 3 Oboe	Tudel comercial		Tudel prototipo	
	f(Hz)	LP (dB)	f(Hz)	LP (dB)
	442	79,28	442	81,17
	884	82,98	884	87,39
	1326	96,44	1326	99,65
	1768	90,30	1768	94,57
	2210	75,03	2210	73,99
	2652	68,46	2652	71,23
	3094	73,24	3094	74,41
	3536	68,24	3536	73,00
	3978	64,80	3978	70,09
	4420	49,90	4420	62,63
	4862	56,31	4862	58,27
f_c (Hz)		2438		2471

Figura 6: Tabla de resultados para los diferentes armónicos de la nota La del registro medio del oboe y para los dos tudeles de corcho utilizados. Se muestra el resultado del centroide f_c (Hz) para cada caso.

CONCLUSIONES

Las sensaciones de mejor sonoridad que el instrumentista percibe cuando utiliza diferentes tudeles de caña de oboe no son infundadas y se resumen en una mejora de la calidad tímbrica. El tudel prototipo, tiene un 25.54 % más de capacidad volumétrica de aire que el comercial. La afinación del instrumento se mantiene mientras que la sensación que el instrumentista dice notar cuando emite mejora. Físicamente se ha comprobado que el espectro armónico cambia con la utilización de un tudel u otro. Se ha comprobado que la utilización del tudel diseñado desplaza el centroide espectral hacia altas frecuencias. Este parámetro permite cuantificar pues, de manera objetiva, la mejora subjetiva apreciada por el instrumentista.

REFERENCIAS

- [1] www.Chiarugi.net
- [2] Benade A. H. Fundamentals of Musical Acoustics, Oxford Univ. Press, NY (1976)
- [3] S. Castiñeira-Ibáñez, C. Rubio, J.V. Sánchez-Pérez, R. Pérez Hernández, *Diseño de un tapón de corcho de flauta travesera. Influencia en su calidad tímbrica*. Editorial Sociedad Española de Acústica, TECNIACÚSTICA 2014, 45º Congreso Español de Acústica. 8º Encuentro Ibérico de Acústica. European Symposium on Smart Cities and Environmental Acoustics, Murcia (2014)
- [4] L.Knopoff, An index for the relative quality among musical instruments, *Ethnomusicology* 7(3), 229-233, (1963)
- [5] J.W.Beauchamp, Analysis, Synthesis, and Perception of Musical Sounds: The Sound of Music, Springer, NY (2007)