

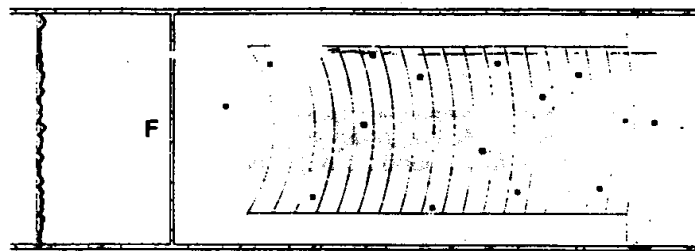
**INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA DEL AULA MAGNA DE LA UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA (UPNA) EN DIFERENTES CONDICIONES DE UTILIZACIÓN.**

Arana, M. ; Vela, A.

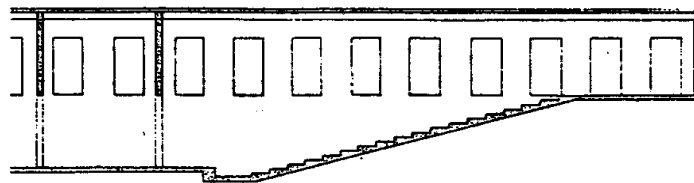
Laboratorio de Acústica. Dpto. de Física. Universidad Pública de Navarra.

**INTRODUCCION**

El Aula 4 del Edificio Aulario del Campus de Arrosadía de la Universidad Pública de Navarra (UPNA), de reciente construcción, viene haciendo el papel de Aula Magna. Dicho local es en realidad una doble aula simétrica con pendiente inclinada para los planos de los asientos y con un foso común donde se sitúa el estrado. Habitualmente solo se usa una de las dos alas, separándola de la otra mediante una cortina situada en el fondo del estrado. Todas las medidas realizadas se han hecho con esta disposición (Ver Fig. 1).



(a) Planta



(b) Alzado

Fig. 1 : (a) Planta y (b) Alzado del Aula 4

Los materiales de las superficies son los siguientes: Las paredes y techo son de hormigón, el suelo de linóleo, las mesas de melamina, las sillas de tela acolchada, la cortina de algodón y las 18 ventanas de cristal. La ventilación es forzada, estando situados los conductos de la misma en el techo y a la vista. La capacidad es de unas 400 personas.

## **MEDIDAS OBJETIVAS**

Se han realizado medidas de distribución sonora, tiempo de reverberación, ruido de fondo y RASTI en los 15 puntos marcados en la Fig.1 (a) con el local sin ocupar, estando situada la fuente sonora en el punto del estrado marcado y a un metro del suelo. El equipo utilizado ha sido:

- Fuente sonora tipo 4224 de B&K
- Sonómetro tipo 2231 y filtros tipo 1625 de B&K
- Analizador FFT 35665A de H.P.
- Micrófono de condensador tipo 7012 y preamplificador tipo 4012 de ACO Pacific
- Medidor de transmisión de la palabra tipo 3361 de B&K

Los resultados de las medidas de la distribución sonora indican que, exceptuado el punto más próximo a la fuente, la diferencia máxima de nivel de la señal entre los distintos puntos es de 3 dB(A).

El tiempo de reverberación en la banda de 500 Hz. varía en los distintos puntos de 2.1 a 2.7 s.

Tanto las medidas de ruido de fondo como de RASTI se hicieron con la ventilación en marcha y sin funcionar. El ruido de fondo con la ventilación funcionando fue de 45 dB(A) en las posiciones centrales existiendo una variación máxima de 1.5 dB(A) en los puntos del fondo y de -1.5 dB(A) en los puntos delanteros. Con la ventilación sin funcionar el ruido de fondo era del orden de 30 dB(A) en todas las posiciones.

El índice RASTI medido con la ventilación en marcha osciló de 0.42 para los puntos más próximos a la fuente a 0.22 para el punto más alejado. Estos valores corresponden a una calificación de la inteligibilidad entre pobre y mala. Con la ventilación sin funcionar los valores se situaron entre 0.48 y 0.42 y la calificación es entre regular y pobre (1).

## **MEDIDAS SUBJETIVAS**

Se han realizado 28 pruebas de inteligibilidad de la palabra mediante la emisión de logatomos fonéticamente balanceados (2). Dichas pruebas se realizaron en dos sesiones en días distintos, participando como oyentes dos grupos diferentes de 13 y 15 personas de ambos sexos y de unos 20 años de edad. El locutor se situó en el punto marcado del estrado y los oyentes en los puntos marcados del aula (Ver Fig. 1).

Las condiciones de realización de las pruebas fueron distintas, tomando como variables el ruido de fondo (ventilación funcionando o no) y el nivel de recepción de la señal del locutor en un punto central del aula:

- Nivel alto: 64 dB(A)
- Nivel medio: 57 dB(A)
- Nivel bajo: 50 dB(A)

Se realizaron 5 pruebas en cada una de las seis posibles condiciones de nivel de la señal-nivel del ruido

En el Cuadro 1 se presenta la media y la desviación media del porcentaje de inteligibilidad obtenido

	NIVEL ALTO	NIVEL MEDIO	NIVEL BAJO
SIN VENTILACION	77±4	75±5	67±6
CON VENTILACION	78±7	66±10	45±14

Cuadro 1: Porcentaje de inteligibilidad media en distintas condiciones

La calificación correspondiente a estos resultados es de satisfactoria para los valores próximos a 75, deficiente para los próximos a 65 y muy deficiente para el valor de 45 (3).

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En primer lugar vamos a comparar la calificación de la inteligibilidad obtenida mediante pruebas subjetivas y el RASTI. Para que esta comparación sea válida se deben tomar los resultados de las pruebas subjetivas efectuadas con el mismo nivel de emisión que el RASTI, que es de 60 dB(A) a un metro de distancia (1); las pruebas correspondientes son las de nivel bajo. En la Fig. 2 están representados los valores de la inteligibilidad subjetiva frente a los valores medidos con el RASTI en los mismos puntos e idénticas condiciones. El trazo continuo es la curva propuesta por Steeneken y Houtgast (4) para relacionar el porcentaje de inteligibilidad subjetiva obtenido mediante pruebas de emisión de palabras fonéticamente balanceadas (PB-word) en idioma alemán y el STI, este último asimilable al RASTI. Se observa un excelente ajuste con los datos obtenidos, en concordancia por lo esperado por los autores citados respecto a la validez de dicha curva para otros idiomas.

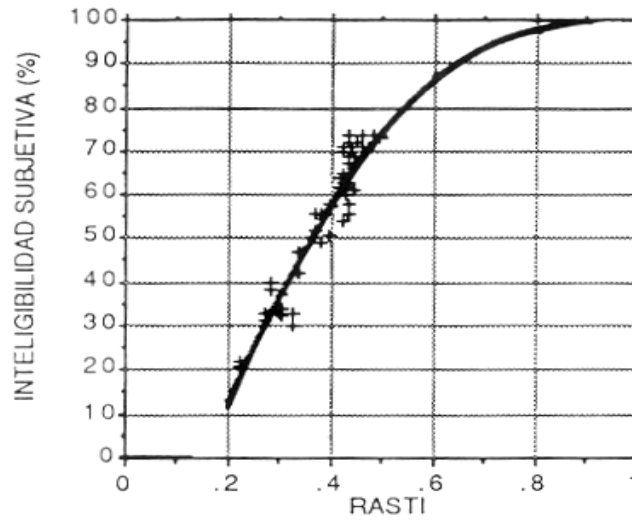


Fig. 2 : Representación del porcentaje de inteligibilidad subjetiva en función del RASTI

Del cuadro 1 se puede deducir que la presencia de ruido de fondo no altera la inteligibilidad para niveles altos de la señal y, por el contrario, lo hace de manera importante en los casos de nivel medio y bajo. La representación de la inteligibilidad subjetiva media en función de la relación señal/ruido para las seis condiciones se muestra en la gráfica de la Fig.3 en donde se observa que para valores de la relación señal/ruido inferiores a 1.4 la inteligibilidad decae apreciablemente.

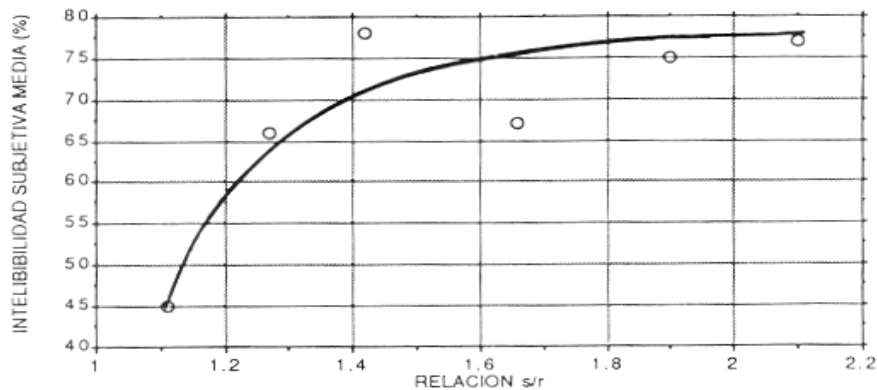


Fig. 3: Dependencia de la inteligibilidad subjetiva con la relación señal/ruido

Es también de destacar el aumento de la desviación media de los valores de la inteligibilidad subjetiva en el caso de la presencia del ruido de la ventilación, lo que es debido a que la pérdida de inteligibilidad, tal como se ha señalado en el apartado anterior, aumenta al decrecer la relación señal/ruido, siendo esta relación significativamente menor en los puntos más alejados de la fuente.

## **CONCLUSIONES**

- 1.- Se valora la inteligibilidad del local estudiado entre deficiente y muy deficiente.
- 2.- La distribución sonora medida es muy uniforme y los tiempos de reverberación algo elevados para un local con funciones de auditorio. La causa de los dos hechos anteriores es la calidad muy reverberante de los materiales y la elevada altura del techo.
- 3.- El ruido de fondo es aceptable en ausencia de ventilación y excesivo en presencia de la misma, sobre todo en la parte posterior del aula. La causa de esta disfunción es la presencia de los conductos de ventilación en el techo del local, a la vista y sin ningún tipo de aislamiento.
- 4.- Se constata que la relación P.B. word-STI presentada por Steeneken y Houtgast (4) para el idioma alemán también es válida para el idioma castellano.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Manual de instrucciones del medidor de inteligibilidad de la voz Modelo 3361  
Bruel & Kjaer Iberica S.A.
- 2.- J. Pérez Miñana. Compendio práctico de acústica aplicada.  
Ed. Labor S.A.. Barcelona (1.969)
- 3.- M. Recuero López. Características acústicas de recintos para grabación sonora. Tomo I.  
Instituto oficial de radio y televisión. Madrid (1.984)
- 4.- H. Steeneken and T. Houtgast. " A Physical Method for Measuring Speech Transmission Quality". J. Acoust. Soc. Am., vol 67 (1.980)