

VALIDACIÓN DE APLICACIONES DE MÓVILES PARA LA MEDICIÓN DEL RUIDO

PACS: 43.50. Yw

Rubio-García, Álvaro O.¹; Vílchez-Gómez, Rosendo¹; Méndez-Sierra, Juan A.^{1*}; Barrigón-Morillas, Juan M.¹; Prieto-Gajardo, Carlos¹; Rey-Gozalo, Guillermo²; Montes-González, David¹; Atanasio-Moraga, Pedro¹.

¹ Departamento de Física Aplicada, Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura
Avda. de la Universidad s/n, Cáceres, 10003, España
Tfno.: (+34) 927 25 71 95, Fax: (+34) 927 25 72 03
E-mail: jmendez@unex.es

² Universidad Autónoma de Chile, 5 Poniente 1670,
3460000 Talca, Región del Maule, Chile;
E-mail: greyg@uautonoma.cl

ABSTRACT

It is well known that there has been enormous growth in recent times of applications (*applets*) for *smartphones*, *tablets*, *laptops*, etc., each one with a different objective. A group of these applications allows us approximately to measure the noise as a professional sound level meter would make. The question is what level of accuracy has these applications? In this study eight current commercial applications have been selected and compared the results with those that offers a sound level meter 2250 Brüel & Kjær class 1. It has been made comparisons of pressure level measured in reverberation chamber. Also, it has been studied the directionality in open field, and the reverberation times in classrooms. The results show that not all applications are suitable for professional purposes.

RESUMEN

Es de sobra conocido el enorme incremento que ha habido en los últimos tiempos de aplicaciones (*applets*) para móviles, *iphones*, *tablets*, etc..., cada una de ellas con un objetivo diferente. Un grupo de estas aplicaciones intenta medir el ruido aproximadamente tal y como lo haría un sonómetro profesional. La cuestión es, ¿qué grado de precisión presentan estas aplicaciones? En este estudio hemos tomado ocho aplicaciones comerciales corrientes y las hemos comparado con los resultados que ofrece un sonómetro 2250 Brüel & Kjær clase 1. Hemos hecho comparativas de nivel de presión medido en cámara reverberante, estudio de la direccionalidad en campo abierto, así como experimentos de comparación de tiempos de reverberación medidos en aulas de uso docente. Los resultados señalan que no todas las aplicaciones son tan fiables como para tener un uso profesional.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos cada vez son más frecuentes los teléfonos inteligentes o tabletas que cuentan con aplicaciones que podrían, quizás en un futuro, sustituir o aproximarse a los instrumentos originales empleados en los laboratorios para las medidas técnicas, científicas, o al menos para dar una idea aproximada de éstas, por ejemplo en ruido urbano en calle, o en el interior de recintos, simplificando así la necesidad de utilizar un único aparato técnico, a veces complicado de manejar, pesado o de gran volumen, o de rápido de consumo de baterías, por señalar algunos problemas. Entre todas las múltiples aplicaciones que podemos encontrarlos, las hay capaces de medir: nivel de presión sonora, espectro en frecuencia, tiempo de reverberación, vibraciones, etc. El problema surge cuando se quiere hacer un uso técnico de dichos dispositivos. ¿Cuál es su validez? ¿Con qué confianza podemos utilizarlos para hacer una primera aproximación?

Preguntas como las anteriores han empezado a hacérselas ya los científicos y técnicos, véase Kardous y Show [1], o Nast et al. [2], en cuyos artículos se empieza a indicar, quizás por primera vez, cómo hacer valoraciones de estas aplicaciones. Nosotros vamos a intentar lo mismo con las técnicas que señalan los autores mencionados anteriormente, sobre todo en lo que se refiere a la comprobación de los niveles de presión sonora. También hemos probado a diseñar un experimento para la medida de la directividad por un lado, y por otro para la medida del tiempo de reverberación.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Criterios de Selección de las Aplicaciones a Validar.

Hemos empleado los siguientes criterios: 1º) Que la aplicación mida nivel de presión sonora en decibelios, y con ponderación nula, y muestre el resultado de forma numérica con un decimal de precisión. 2º) Que la aplicación admita calibración en función de la frecuencia y del nivel de presión sonora. 3º) Que la aplicación sea controlable vía cable USB desde el portátil. Estas tres condiciones tienen que cumplirse a la vez para que la aplicación sea escogida.

Imagen	Nombre	Fabricante	Gratis	Valoración del usuario	Experimento en el que se ha empleado
	decibel Pro	BSB Mobile Solutions	No	4.3	a) Nivel Sonoro b) Directividad
	Noise Meter	Jinasys	Sí	4.2	a) Nivel Sonoro b) Directividad
	Sonómetro	Trila droid	Sí	4.1	a) Nivel Sonoro
	Sound Meter	Borce Trajkovski	Sí	3.8	a) Nivel Sonoro
	SPL Meter	Kewlsoft	Sí	4.2	a) Nivel Sonoro b) Directividad
	RT	AppAcoustiC	Sí	3.9	c) Tiempo Reverberación
	Nachhallzeit	Kröber	No	4.4	c) Tiempo Reverberación
	Tiempo de reverberación	BeatApp Studio	Sí	3.3	c) Tiempo Reverberación

Tabla 1: Aplicaciones seleccionadas para las mediciones a realizar.
(La valoración de los usuarios iba de 0 a 5 máximos)

A su vez se han considerado tres posibles experimentos de comprobación: a) Comprobación del nivel sonoro en cámara reverberante, b) Directividad en campo libre, y c) Tiempo de Reverberación en aula docente.

Una vez tenidos en cuenta los criterios anteriores hemos seleccionado las aplicaciones mencionadas en la Tabla 1.

Mediciones de Nivel de Presión Sonora en Cámara Reverberante

La Imagen 1 muestra el montaje experimental en la Cámara Reverberante de la Universidad de Extremadura, para la comparación de niveles de presión sonora emitidos por el altavoz omnidireccional. En

cuanto a montaje y distancias se han procurado seguir las recomendaciones de la norma ISO 1996-1,2 [3].



Imagen 1: Interior de la cámara reverberante de la Universidad de Extremadura (Escuela Politécnica, Cáceres) con los instrumentos empleados en la medición.

Montaje experimental: Pre-amplificador conectado a altavoz omnidireccional Brüel & Kjær para emitir tonos de frecuencia controlada, o bien ruido rosa o blanco. Smartphone Motorola Moto G Segunda Generación y Sonómetro 2250 completo Brüel & Kjær clase 1, montados ambos sobre trípodes a una altura de 1,5 metros sobre el suelo, y una misma distancia de separación respecto al altavoz de 2 metros. Ordenador portátil desde el que controlar altavoz, Smartphone y sonómetro. Cascos insonorizantes para el operador. Termómetro-psicrómetro digital para conocer la temperatura y humedad del aire. La distancia de los emisores o receptores ha sido siempre superior a 1,5 m respecto de cualquier objeto reflectante o pared.

Mediciones de la Directividad de las Aplicaciones

Lo comentado en el apartado anterior puede aplicarse también en las mediciones de directividad, véase montaje en Imagen 2. El montaje experimental es igual al de la cámara reverberante, pero en campo libre, evitando en la medida de lo posible toda reflexión [3]. En cada medida el sonómetro y el Smartphone giran paralelamente ángulos de 45°. Las mediciones fueron realizadas a partir del horario de cierre de las instalaciones (22:00 horas), para evitar fuentes de ruido ajenas a las medidas



Imagen 2: Vista exterior, para la realización de los experimentos de directividad, con igual equipamiento que en el apartado anterior.

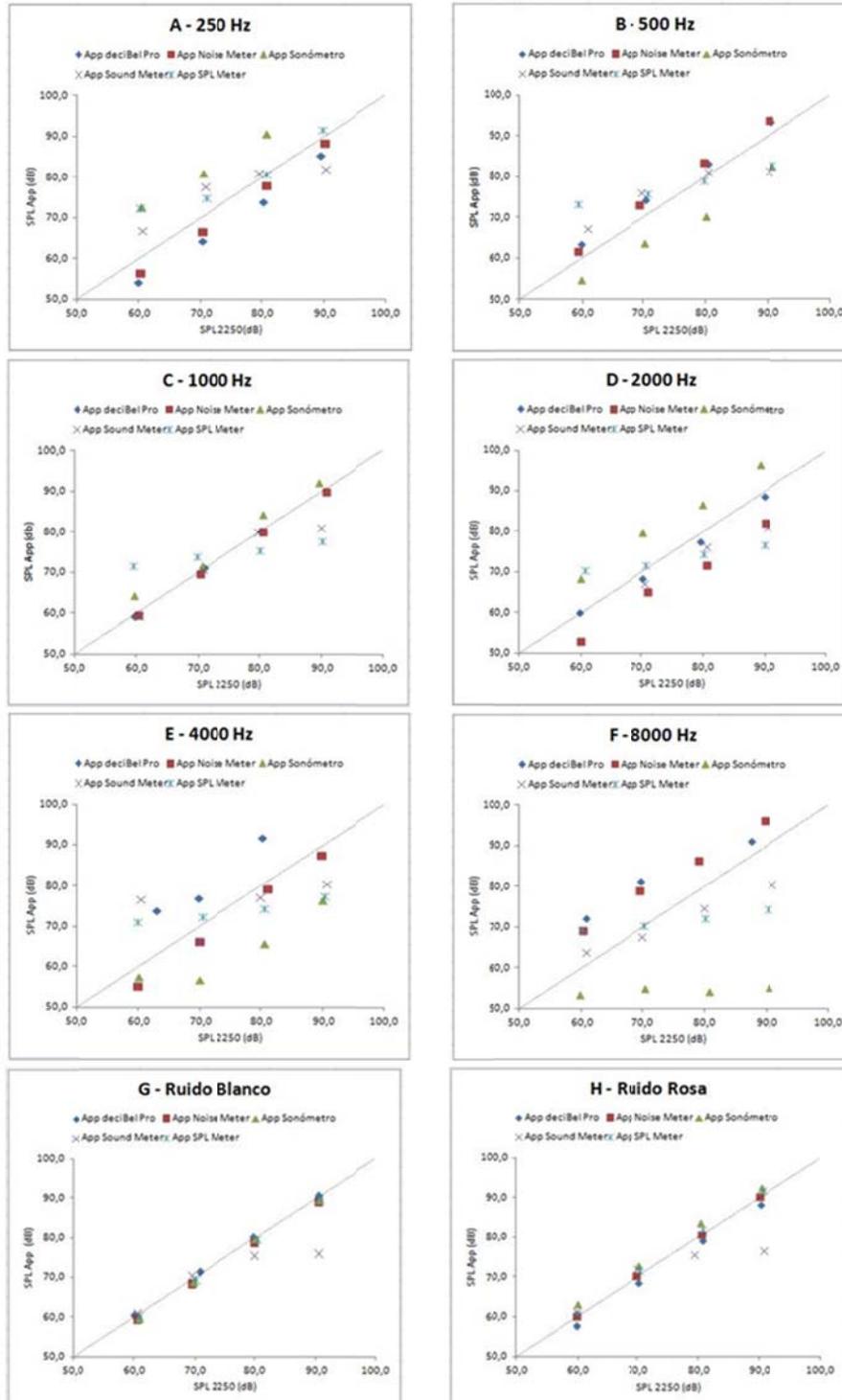
Medición del Tiempo de Reverberación en Aulas

Hemos medido el tiempo de reverberación en un aula normal de la Escuela Politécnica (UEx) mediante el sistema Symphonie a la vez que con cada una de las aplicaciones mencionadas en la Tabla 1. Por cada aplicación se han realizado quince mediciones del Tiempo de Reverberación (T60).

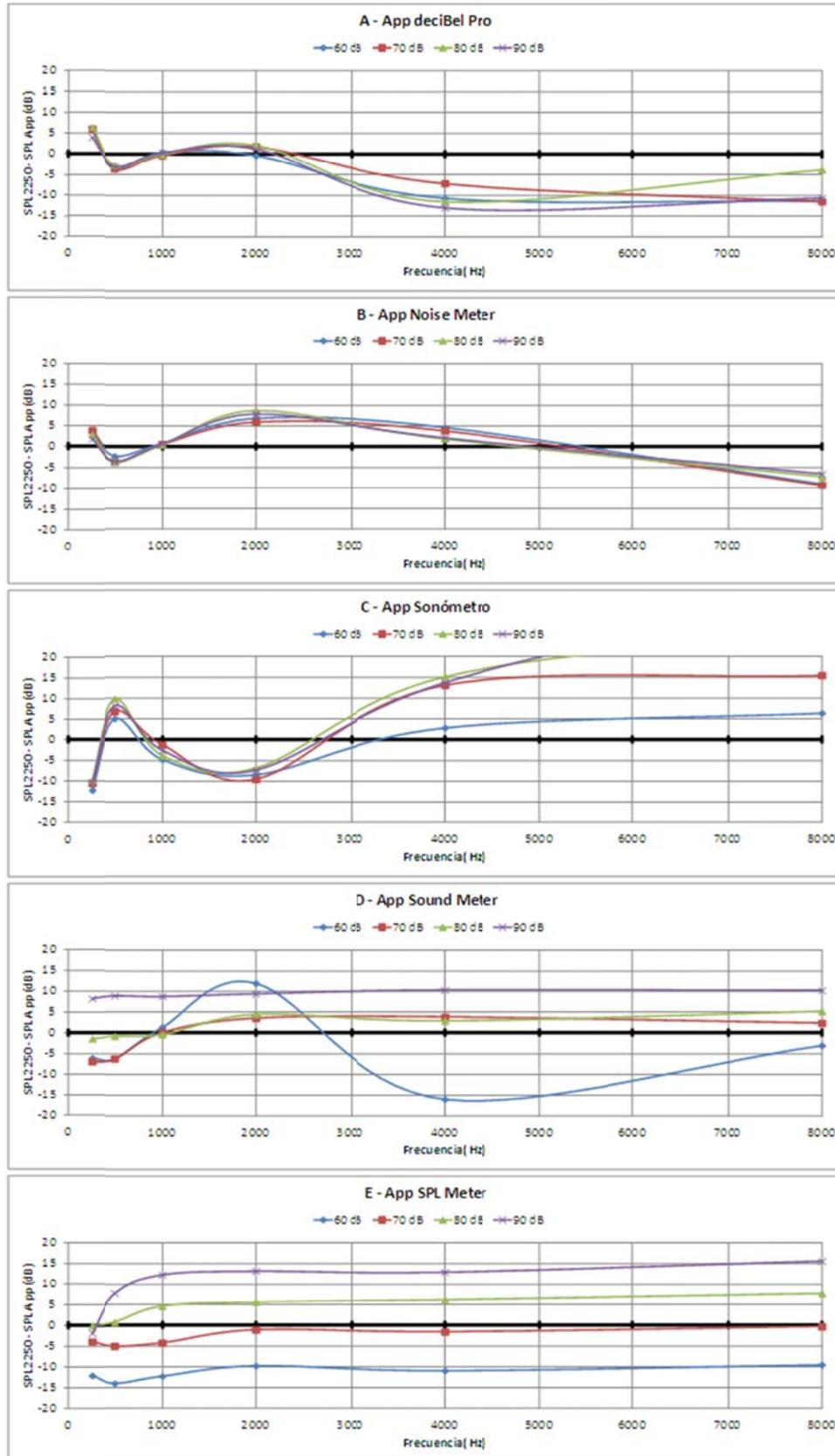
RESULTADOS

Medidas en Función de la Frecuencia y del Nivel

Los gráficos 1-A al 1-H muestran la media aritmética de 10 medidas por cada punto.



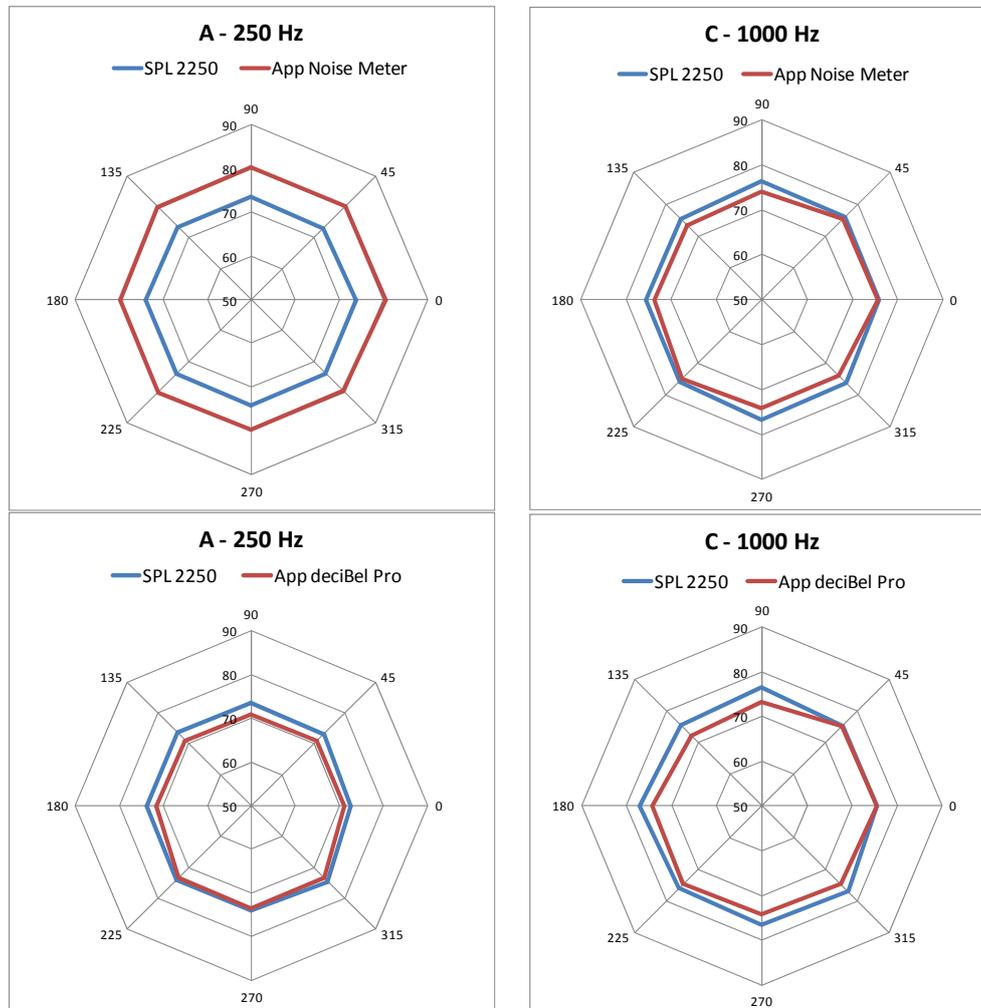
Gráficos 1: Medias aritméticas del nivel de presión sonora, habiendo calibrado cada aplicación a 1KHz y 75 dB. Cada punto de los gráficos anteriores representa sobre el eje horizontal el nivel de presión sonora medido por el sonómetro, y sobre el vertical el que mide la aplicación señalada.



Gráficos 2: Media aritmética de diez diferencias entre niveles medidos por sonómetro y aplicación para cada frecuencia y nivel. (Las líneas continuas se han puesto entre puntos experimentales únicamente como ayuda visual)

Medidas de la Directividad

Los Gráficos 3 muestran las directividades obtenidas a dos frecuencias: 250 y 1000 Hz, para un nivel de emisión de 75 dB de la fuente.



Gráficos 3: Directividades medidas para frecuencias de 250 y 1000 Hz, 75 dB de emisión y dos aplicaciones distintas (Noise Meter, y decibel Pro) confrontadas con el sonómetro 2250.

El calibrado de cada aplicación se realizó justo a 1KHz, 75 dB y 0º de posición, en donde veremos que coinciden sonómetro y aplicación (gráficos 1C).

Podemos observar además como para las aplicaciones mencionadas en los gráficos anteriores, la directividad tiene un comportamiento aproximadamente circular con pequeñas diferencias entre el valor medido por sonómetro y aplicación.

No obstante en el gráfico 3A, para la aplicación Noise Meter, a 250 Hz, aunque la circularidad se mantiene, las diferencias han resultado algo mayores.

Para la aplicación SPL Meter en la que obtuvimos también los gráficos de directividad hemos detectado medidas anómalas que se alejan bastante de los valores dados por el sonómetro de referencia, por lo que pensamos que esta aplicación debe ser estudiada de nuevo con más detalle.

Medida de los Tiempos de Reverberación

En la Tabla 2 podemos ver los resultados obtenidos para el tiempo de reverberación según el sistema Symphonie y tres aplicaciones para Smartphone: Acoustic RT, Tiempo de reverberación y Nachhallzeit. Estas aplicaciones son incapaces de medir tiempos largos de reverberación, por lo que tuvimos que cambiar de medir en la cámara reverberante a un aula con bajo TR.

Aplicación usada	Acoustic RT		Tiempo de reverberación		Nachhallzeit	
Sistema de medida	Symphonie	Applet	Symphonie	Applet	Symphonie	Applet
TR(s) Medio	1,37	0,49	1,22	1,23	1,29	1,27
Desviación típica (s)	0,13	0,08	0,04	0,04	0,05	0,08

Tabla 2: Valores medios obtenidos, junto con su desviación típica, para los tiempos de reverberación medidos según el sistema Symphonie y tres aplicaciones para smartphone distintas.

ANÁLISIS

El método que emplean Kardous and Shaw [1] es un método muy potente y automatizado: Básicamente en una cámara de aislamiento, un dispositivo automático lanza un tono aleatorio en frecuencia y nivel de presión sonora, que es medido simultáneamente por el sistema con la aplicación y el sonómetro de referencia. La diferencia entre ambas queda almacenada automáticamente. Con el tiempo van construyendo una serie aleatoria de valores de diferencias bastante amplia (hasta 168 valores para cada aplicación), lo que luego le permite establecer una estadística bastante potente para evaluar aplicaciones y dispositivos.

La estrategia que emplean Nast, Speer, y Le Prell [2], que es la que hemos empleado nosotros en los Gráficos 1 y 2, es una estrategia más visual, aunque quizás más difícil en cuanto a la hora de evaluar estadísticamente.

En los Gráficos 1 podemos observar el buen comportamiento en general de todas las aplicaciones (exceptuando Sound Meter) en las mediciones de Ruido Blanco y Rosa. Sin embargo en el resto de gráficos a diferentes frecuencias el comportamiento es muy disperso y variado, aunque algunas aplicaciones ya apuntan a menores desviaciones (decibel Pro y Noise Meter).

A partir de los Gráficos 2 es más sencillo obtener valores numéricos absolutos sobre las diferencias entre sonómetro y aplicación. Podemos verlo en la Tabla 2:

Aplicación/NPS sonora (dB)	60 (dB)	70 (dB)	80 (dB)	90 (dB)	TOTAL (dB)
Noise Meter	27,6	27,2	24,9	22,8	102,5
decibel Pro	32,3	30,3	26,7	32,2	121,4
Sound Meter	44,5	23,0	15,0	55,7	138,2
SPL Meter	68,5	16,1	25,0	63,6	173,1
Sonómetro	39,8	56,6	71,9	77,2	245,4

Tabla 3: Suma aritmética total de las diferencias absolutas (dB) obtenidas para todas las frecuencias a cada nivel de emisión del tono de referencia

A partir de los Gráficos 3, podemos realizar un cálculo parecido al anterior obteniendo el siguiente ranking: decibel Pro (199,2 dB), Noise Meter (243,0 dB), y SPL Meter (740,8 dB), indicando el término entre paréntesis la suma total para todos los ángulos y frecuencias (incluidos ruidos blanco y rosa) de todas las diferencias en valor absoluto entre el sonómetro de referencia y la aplicación empleada.

CONCLUSIONES

El trabajo anterior muestra una serie de resultados experimentales para validar aplicaciones de móviles (en función del nivel de presión sonora, de la frecuencia, de la directividad, e incluso para algunas aplicaciones que miden tiempo de reverberación).

A lo largo del estudio se han mostrado diferentes procedimientos gráficos para ver la funcionalidad de las distintas aplicaciones, y así poder establecer algún tipo de clasificación o ranking.

Entre las aplicaciones que hemos encontrado que responden mejor a estas validaciones tenemos: deciBel Pro y Noise Meter. En cambio entre las que han respondido peor: SPL Meter. Resultados que parecen coincidir con los que muestran los autores ya mencionados en la bibliografía [1-2].

Aunque pensamos que menos fiables, también las valoraciones dadas por el público han coincidido con la tendencia que señalan nuestros resultados experimentales.

Obviamente sería deseable poder ampliar este estudio no sólo a un mayor número de aplicaciones, sino también a diferentes dispositivos tipo *iphones* y *tablets*, por ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Consejería de Empleo, Empresa e Innovación - Gobierno de Extremadura (GR10175), Fondo Social Europeo y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).



GOBIERNO DE EXTREMADURA
Consejería de Empleo, Empresa e Innovación

GOBIERNO DE EXTREMADURA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Chucrí A. Kardous and Peter B. Shaw, "Evaluation of smartphone sound measurement applications"; *EL186 J. Acoust. Soc. Am.* 135 (4), (April 2014)
- [2] Daniel R Nast, William S Speer, Colleen G Le Prell, "Sound level measurements using smartphone "apps": Useful or inaccurate?"; *Noise & Health*; 16(72), 251-256, (2014).
- [3] UNE-ISO 1996-1:2005 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación. UNE-ISO 1996-2:2009 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.