



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL
Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

Especialidad de Tecnología e Informática

UTILIZACIÓN DE SENSORES DE BAJO COSTO PARA EL DESARROLLO DE PRACTICAS
DE LABORATORIO EN TECNOLOGIA:

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RUIDO MEDIANTE EL USO DE APLICACIONES
MÓVILES

Autor:

Dña. Margarita B. López Fernández

Tutor:

Dr. D. Miguel Ángel González Rebollo

Valladolid, 1 Septiembre de 2014

Agradecimientos

A todas aquellas personas que han contribuido para que finalmente pueda presentar y defender este Trabajo Fin de Máster, especialmente quedo agradecida:

A mi tutor académico D. Miguel Ángel González Rebollo, que con sus sabios consejos y su encomiable paciencia ha sabido reconducirme en cada paso dado de este proyecto: por sus sugerencias, correcciones, consejos y tiempo dedicado, convirtiéndose en un modelo a seguir.

A los profesores que nos han formado a lo largo de este Curso, con sus clases y experiencias, con sus lecciones académicas, profesionales y humanas.

A mis compañeros del Máster, por su disposición y mano tendida para que lo difícil fuera sencillo.

A Gerardo Abia Nieto, antiguo compañero de estudios y siempre amigo, por acudir en mi ayuda con el sonómetro.

A mi familia y amigos, por su incondicional apoyo y comprensión en mis ausencias.



Índice

A- MEMORIA

I- INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO FIN DE MASTER

1. Objetivos y justificación del trabajo
2. Estructura del trabajo

II- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. INTRODUCCIÓN A LA ACÚSTICA
 - 1.1. El sonido:
 - 1.1.1. Propagación del sonido:
 - 1.1.2. Umbral de audición
 - 1.1.3. Por qué una escala logarítmica
 - 1.1.4. Decibelio
 - 1.1.5. Presión sonora:
 - 1.1.6. Intensidad sonora:
 - 1.1.7. Potencia sonora:
 - 1.1.8. Suma de niveles sonoros:
 - 1.2. Caracterización del ruido
 - 1.2.1. Análisis espectral
 - 1.2.2. Tipos de ruidos
 - 1.2.3. Ruido Blanco
 - 1.2.4. Ruido Rosa
 - 1.2.5. Ruido Blanco y Ruido Rosa en analizadores RTA y FFT

1.2.6. Ley de ponderación A

1.2.7. Factor de directividad:

1.2.8. Emisión sonora de los focos sonoros

1.2.9. Impedancia acústica:

III- NORMATIVA

IV- MEDIOS UTILIZADOS

1. Fuente de ruido unidireccional: pc, altavoz, soft. Generador de ruido
 - 1.1. Altavoces
 - 1.2. Software generador de ruido Tone Generator
2. Sonómetro profesional PCE EM 322
3. Smartphone en España hoy.
4. Software Sonómetro de bajo costo. Aplicaciones móviles acústicas.
 - 4.1. Sonómetro - decibel BSB Mobile Solutions
 - 4.2. Sonómetro - Noise Meter JINASY
 - 4.3. Sonómetro - Sound Level meter LINE Corporation
 - 4.4. Sonómetro - Sound Meter Smart Tools co
 - 4.5. Sonómetro - Sound Meter Borce Trajkovski
 - 4.6. Sonómetro - Medidor de Decibeles TACOTY CN.
 - 4.7. Sonómetro - Sonómetro Igni Software

V- CASO PRÁCTICO

1. Medición de ruido de FONDO
2. Medición de ruido de ROSA
3. Medición de ruido de BLANCO

VI- ANÁLISIS Y RESULTADOS, CONCLUSIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS

1. RUIDO DE FONDO
2. RUIDO BLANCO

VII PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Aprender a medir con el sonómetro: Medición del ruido de varios pequeños electrodomésticos
2. Teléfonos y vasos comunicantes
3. El sonido no se transmite en el vacío.
4. Determinar la velocidad del sonido en el aire empleando el fenómeno de resonancia en un tubo

VIII CONCLUSIONES GENERALES

B- Bibliografía

C- Índice de figuras y tablas

A- MEMORIA

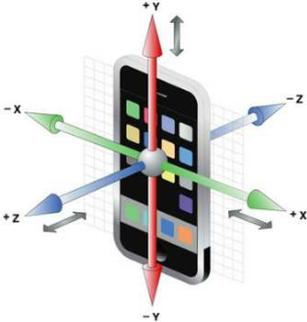
I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO FIN DE MASTER

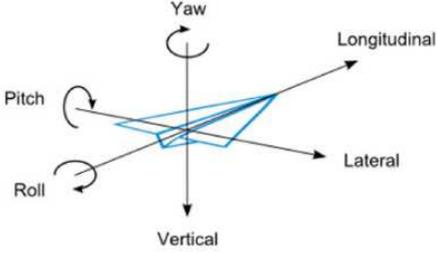
Recoger observaciones de los fenómenos físicos en el desarrollo de prácticas de laboratorio de tecnología implica el despliegue de instrumentación con los sensores adecuados cuyo coste de implantación y mantenimiento podría ser muy alto para los Centros de Enseñanza.

Por otro lado, los dispositivos móviles como los smartphones incorporan numerosos sensores como acelerómetros, giróscopos, GPS, etc.

Este conjunto de sensores convierte a los smartphones en el **núcleo protagonista de los laboratorios de tecnología** no solo por las potenciales aplicaciones de los mismos sino porque cada smartphone se convierte en un dispositivo de medición que cualquier alumno puede llevar en su bolsillo.

Los sensores de mayores utilidades para la Enseñanza pueden ser:

<p>Micrófono*</p> 	<p>*No es un sensor. Es un componente fundamental del terminal. Se encarga de recoger el sonido en nuestro Smartphone, pero puede servirnos como sonómetro para medir el sonido en dB.</p>
<p>Sensor Acelerómetro de 2D y 3D</p> 	<p>Se encarga de medir la aceleración que se está experimentando con respecto a la caída libre. Cambia la pantalla de posición horizontal a posición vertical</p>

<p>Sensor Giroscopio:</p> 	<p>Este sensor se encarga de medir el giro de un dispositivo en dirección diagonal gracias a la aceleración angular, algo de lo que no es capaz por sí solo el acelerómetro. Juntos, el acelerómetro y el giroscopio pueden detectar los cambios en la posición del dispositivo en 6 ejes.</p>
<p>Sensor Magnetómetro</p> 	<p>Es capaz de detectar campos magnéticos. También conocido como brújula, el sensor magnético funciona ubicando al equipo con respecto a los polos de la tierra. Además de indicar el norte, puede servir como detector de metales.</p>
<p>Sensor de Temperatura</p> 	<p>Normalmente se usa para controlar la temperatura en el interior del dispositivo y en su batería. Algunos terminales también lo utilizan para medir la temperatura ambiente.</p>
<p>Sensor de Humedad relativa</p> 	<p>Los teléfonos de gama alta tienen este sensor incorporado para medir la humedad del aire. Los datos proporcionados se utilizaban para decidir si el poseedor del móvil se encontraba con una temperatura y una humedad óptima.</p>
<p>Barómetro:</p> 	<p>Los teléfonos de gama alta tienen un barómetro incorporado. Se trata de un sensor que puede medir la presión atmosférica. Indica a qué altura se encuentra el dispositivo por encima del nivel del mar, lo que ayuda a mejorar la precisión del GPS.</p>

<p>Sensor de luz</p>  <p>Light</p> <p>22.0lx</p>	<p>Sensor de luz es el que mide el brillo de luz ambiental. El software del teléfono utiliza estos datos para ajustar el brillo de la pantalla automáticamente.</p>
<p>Sensor GPS:</p> 	<p>GPS significa Sistema de Posicionamiento Global, que ayuda en la localización geográfica del dispositivo de localización e interpola en el mapa mundial.</p>

Tabla 1. Tipos de sensores que incorporan los smartphones y su función

1. Objetivos

En este trabajo se presenta un estudio sobre la utilización de los smartphones como sonómetros de bajo costo y sus objetivos son:

- Proponer una guía docente práctica sencilla y rigurosa, para los profesores de tecnología que facilite la implantación de las tecnologías de bajo coste proporcionadas por los smartphones para su utilización en el laboratorio.
- Permitir realizar las prácticas de laboratorio fuera del mismo, facilitando el acercamiento de los alumnos hacia la tecnología. Asimilar las ventajas del M-learning
- Evaluar siete aplicaciones de medición del sonido para móviles y averiguar los problemas que surgen en su uso. Describir los posibles motivos.
- Bondad de las medidas de aplicaciones móviles. Determinar para qué tipo de mediciones es fiable utilizar la combinación de smartphones + aplicación gratuita o de bajo costo
- Indicar cuáles son las ventajas e inconvenientes que presentan en la educación
- Exponer algunas utilidades en la realización de prácticas de laboratorio y otras actividades en la asignatura de tecnología.

2. Estructura del trabajo

El trabajo se divide en seis bloques:

a) Fundamentos teóricos

Se trata de exponer brevemente los conceptos teóricos más importantes que puedan necesitarse para la realización de prácticas de laboratorio utilizando los smartphones como sonómetros de bajo costo.

b) Normativa

Para utilizar los smartphones en el laboratorio no hay ninguna normativa aplicable, sin embargo se incluyen las exigibles a los sonómetros profesionales pues es muy orientativa respecto a la calibración y utilización de los mismos.

Se resumen las normativas aplicables a sonómetros profesionales. Especificaciones, calibración, ensayos de evaluación de modelo, ensayos periódicos. Norma transposición dB a dBA.

c) Medios utilizados

En este bloque se definen todos los programas y equipos usados para realizar las medidas.

d) Caso práctico

Este bloque es fundamental en el trabajo ya que se realizan todos los estudios y cálculos necesarios para llevar a cabo este documento.

e) Ejemplos de prácticas de laboratorio

Se enumeran algunas posibles prácticas a realizar con los smartphones como sonómetros.

f) Conclusiones

Hay una serie de conclusiones específicas después de cada caso de estudio donde se analizan los resultados obtenidos y se indican cuáles son las aplicaciones más fiables y con qué terminal.

También se desarrollan una serie de conclusiones generales donde se enumeran ventajas e inconvenientes de la utilización de conjunto smartphones + programas de bajo costo en la medición de sonido.

II- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. INTRODUCCIÓN A LA ACÚSTICA

La acústica es una rama de la física que estudia el sonido, infrasonido y ultrasonido, es decir ondas mecánicas que se propagan a través de la materia por medio de modelos físicos y matemáticos. A efectos prácticos, la acústica estudia la producción, transmisión, almacenamiento, percepción o reproducción del sonido.

1. El sonido:

El sonido es un fenómeno físico que consiste en una perturbación que se propaga a través de un fluido. Esta perturbación puede ser debida a cambios de presión p , velocidad vibratoria v , o densidad ρ . Estas vibraciones se transmiten en un medio elástico generalmente en el aire, en forma de ondas sonoras, y puede ser percibida por el ser humano en frecuencias comprendidas entre 20 Hz y 20 KHz. Las componentes frecuenciales que quedan por debajo del límite inferior reciben el nombre de Infrasonidos y aquellas que superan el umbral superior se denominan Ultrasonidos.

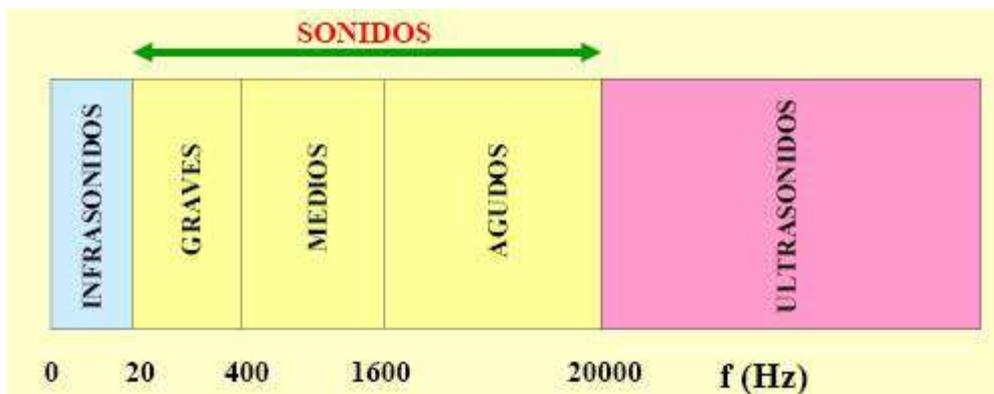


Fig. 1 Frecuencias del sonido.

Para el análisis del sonido se suele dividir el rango de frecuencias audibles en bandas de diferentes anchuras (octava, tercios de octava...). Una octava es un intervalo de frecuencia (de f_1 a f_2) en el que la máxima frecuencia del intervalo es dos veces la mínima ($f_2=2 f_1$). Cuando en octavas no se aporta suficiente información, se divide cada octava en tres partes y se obtienen los 1/3 de octava.

Las bandas son nombradas convenientemente por sus frecuencias centrales, de acuerdo con los estándares de la industria acústica. En la tabla siguiente se identifica las bandas de octava y de tercios de octava exactamente por sus frecuencias centrales y sus correspondientes nombres estandarizados.

OCTAVAS en Hz	1/3 OCTAVAS en Hz	OCTAVAS en Hz	1/3 OCTAVAS en Hz
31,5	25	1000	800
	31,5		1000
	40		1250
63	50	2000	1600
	63		2000
	80		2500
125	100	4000	3150
	125		4000
	160		5000
250	200	8000	6300
	250		8000
	315		10000
500	400	16000	12500
	500		16000
	630		20000

Tabla 2 Frecuencias de octava y de tercio de octava.

Más adelante se profundizará en el análisis del sonido a través del análisis espectral.

1.1.1. Propagación del sonido:

Inicialmente el sonido emitido por una fuente se propaga hasta que choca con las paredes límite y otros objetos que obstaculizan su camino. Como consecuencia se producen los siguientes fenómenos: reflexión, absorción y transmisión.

En el siguiente gráfico podemos observar como la energía inicial (E_i) choca con un obstáculo y se divide en tres energías, energía reflejada (E_r), energía absorbida (E_a) y energía transmitida (E_t).

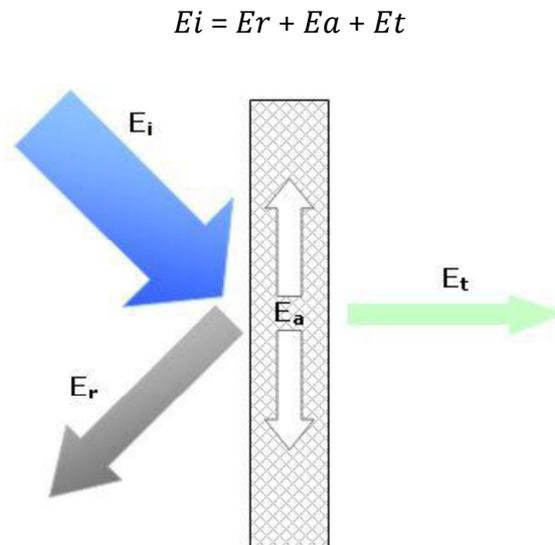


Fig. 2. Descomposición de la energía sonora. Fuente: Climablock

Energía reflejada:

Se produce cuando la onda acústica choca con el material, parte de ella rebota y se refleja cambiando la dirección de propagación, esto se produce cuando la superficie es dura y lisa. Por ejemplo: ladrillos, vidrio, hormigón, etc.

Energía absorbida:

Consiste en la disminución de la energía sonora, al ser absorbida por el medio que atraviesa. Dicha variación de energía dependerá de la intensidad de la onda sonora, de la distancia recorrida y de las características del medio. Así, tendremos la absorción debida al aire, a los materiales usados en las paredes y en los objetos presentes en el recinto, y a las personas que se encuentren dentro de la sala.

Energía transmitida:

Se produce cuando la energía incidente traspasa el obstáculo, y se propaga en otro medio.

1.1.2. Umbral de audición

Se define como umbral de audición a la intensidad mínima de sonido capaz de impresionar el oído humano. Aunque no siempre este umbral sea el mismo para todas las frecuencias que es capaz de percibir el oído humano, es el nivel mínimo de un sonido para que logre ser percibido. El valor normal se sitúa entre 0 dB audiométrico (equivalentes a 20 micropascales = $2 \cdot 10^{-5} Pa$)

1.1.3. Por qué una escala logarítmica

El comportamiento del oído humano está más cerca de una función logarítmica que de una lineal. Un oído humano es capaz de percibir y soportar sonidos correspondientes a niveles de presión sonora entre $2 \cdot 10^{-5}$ y 100Pa, un rango muy amplio y poco manejable, por lo que en vez de esta escala se usa la de decibelios, una escala logarítmica que va sólo de 0dB y 130dB. Este último nivel de ruido marca aproximadamente lo que se llama umbral del dolor. Más adelante en el apartado 1.2 Caracterización del ruido se explica con más amplitud.

1.1.4. Decibelio

El decibelio es una unidad logarítmica, adimensional y matemáticamente escalar. Es la décima parte de un belio, que es el logaritmo de la relación entre la magnitud estudiada y la de referencia (presión, intensidad o potencia), pero no se utiliza por ser demasiado grande en la práctica, y por eso se utiliza el decibelio.

Un belio equivale a 10 decibelios y representa un aumento de potencia de 10 veces sobre la magnitud de referencia (presión, intensidad o potencia). Cero belios es el valor de la magnitud de referencia (P_{ref} , I_{ref} o W_{ref}).

Así, dos belios representan un aumento de cien veces en la potencia, tres belios equivalen a un aumento de mil veces y así sucesivamente. Dicho de otra manera, un lavavajillas que emite un ruido de 50 dB, es 10 veces más ruidoso que uno que emita 40 dB y 100 veces más que uno de 30 dB.

1.1.5. Presión sonora:

Cuando se propaga una onda sonora en un medio elástico como el aire, se crea una variación de presión sobre la presión ambiental existente. (Se expresa en Pa). El nivel de presión sonora (L_p ó SPL, Sound Pressure Level) se utiliza para expresar la presión sonora en decibelios, se determina mediante la siguiente expresión:

$$L_p = 20 \log P / P_{ref} \quad (dB)$$

Siendo, P_{ref} la presión de referencia asociada al umbral de audición ($2 \cdot 10^{-5} Pa$).

1.1.6. Intensidad sonora:

La intensidad acústica (I) se define como la cantidad de energía sonora transmitida en una dirección determinada por unidad de área. Permite determinar la cantidad de energía sonora que radia una fuente dentro de un ambiente ruidoso. (Se expresa en W/m^2).

El nivel de intensidad sonora es la intensidad acústica expresada en decibelios, se determina mediante la siguiente expresión:

$$L_I = 10 \log I / I_{ref} \quad (dB)$$

Siendo, I_{ref} la Intensidad de referencia asociada al umbral de audición ($10^{-12} \text{ wat}/m^2$).

1.1.7. Potencia sonora:

La potencia acústica (W) es la cantidad de energía radiada por una fuente determinada. (Se expresa en vatios)

La potencia acústica de un foco sonoro es constante y no depende del lugar donde se halle, solo depende de las características de la fuente. En cambio, la intensidad y la presión varían de forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

El nivel de potencia acústica es la potencia acústica expresada en decibelios, se determina mediante la expresión:

$$L_W = 10 \log W / W_{ref} \text{ (dB)}$$

Siendo, W_{ref} la Potencia de referencia asociada al umbral de audición (10^{-12} w).

1.1.8. Suma de niveles sonoros:

Al sumar varios niveles de presión, no se puede realizar de forma aritmética, se usa la siguiente expresión:

$$L_{Total} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

También existe *un método gráfico* que permite sumar niveles sonoros de dos en dos, primero se halla la diferencia entre ambos, y este valor se introduce en el eje de las abscisas del gráfico siguiente. El valor donde se cruza con la curva es el incremento de dB que hay que sumar al valor más alto.

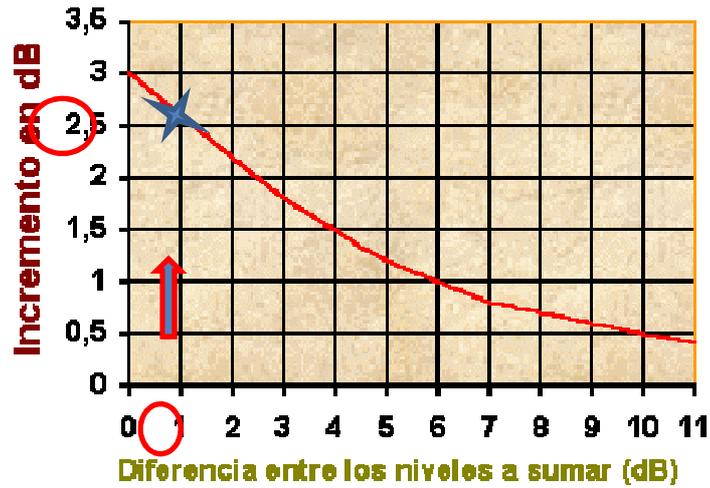


Fig. 3. Gráfica para sumar pares de niveles sonoros

Ejemplo:

Tenemos dos fuentes de ruido, $L_1=70$ dB y $L_2=71$ dB,

$$L_2 - L_1 = 1 \text{ dB}$$

A partir de la gráfica obtenemos que $\Delta L \approx 2,5$ dB

$$L_{Total} = 71 + 2,5 = 73,5 \text{ dB}$$

Lo comprobamos con la expresión

$$L_{Total} = 10 \log (10^{70/10} + 10^{71/10}) = 73,54 \text{ dB}$$

2. Caracterización del ruido

El ruido es un caso particular del sonido, se define como aquel sonido no deseado. Para que un sonido sea ruidoso, no tiene que ser necesariamente fuerte, ya que muchos ruidos suaves nos molestan y nos distraen impidiendo concentrarnos, por ejemplo una gotera o un mosquito. Pero sin duda los ruidos más fuertes son más perjudiciales.

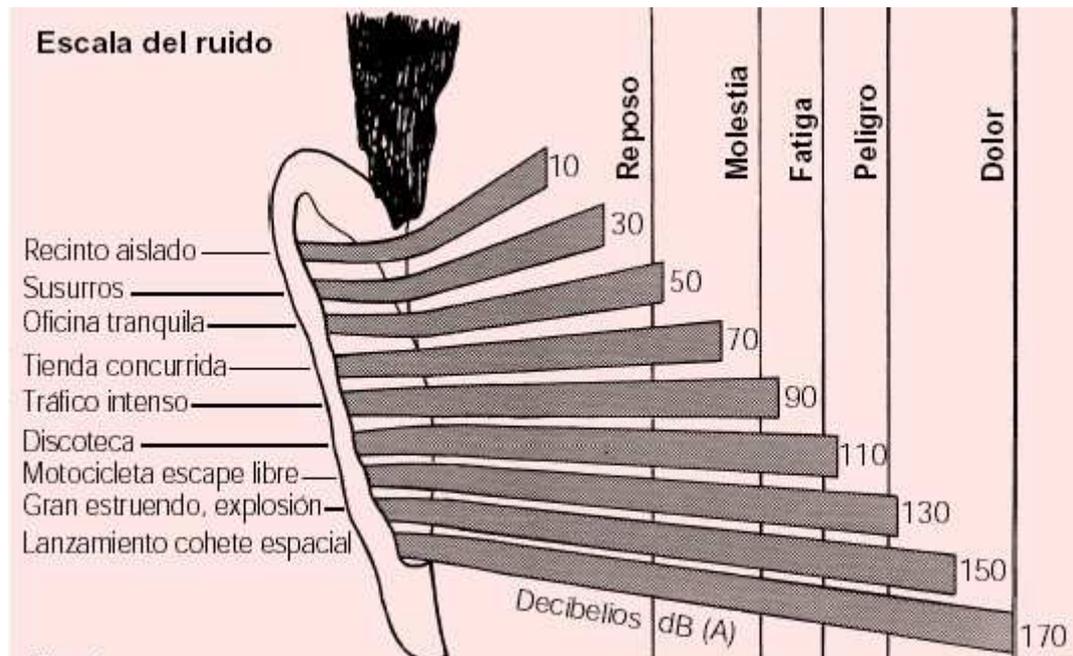


Fig. 4. Percepción humana a diferentes niveles de ruido.

El comportamiento del oído humano está más cerca de una función logarítmica que de una lineal. Un oído humano es capaz de percibir y soportar sonidos correspondientes a niveles de presión sonora entre 0dB y 120dB. Este último nivel de ruido marca aproximadamente lo que se llama umbral del dolor. A niveles de ruido altos se pueden producir determinadas dolencias que se verán después, y si se está expuesto a niveles superiores a ese umbral de dolor pueden producirse daños físicos como rotura del tímpano

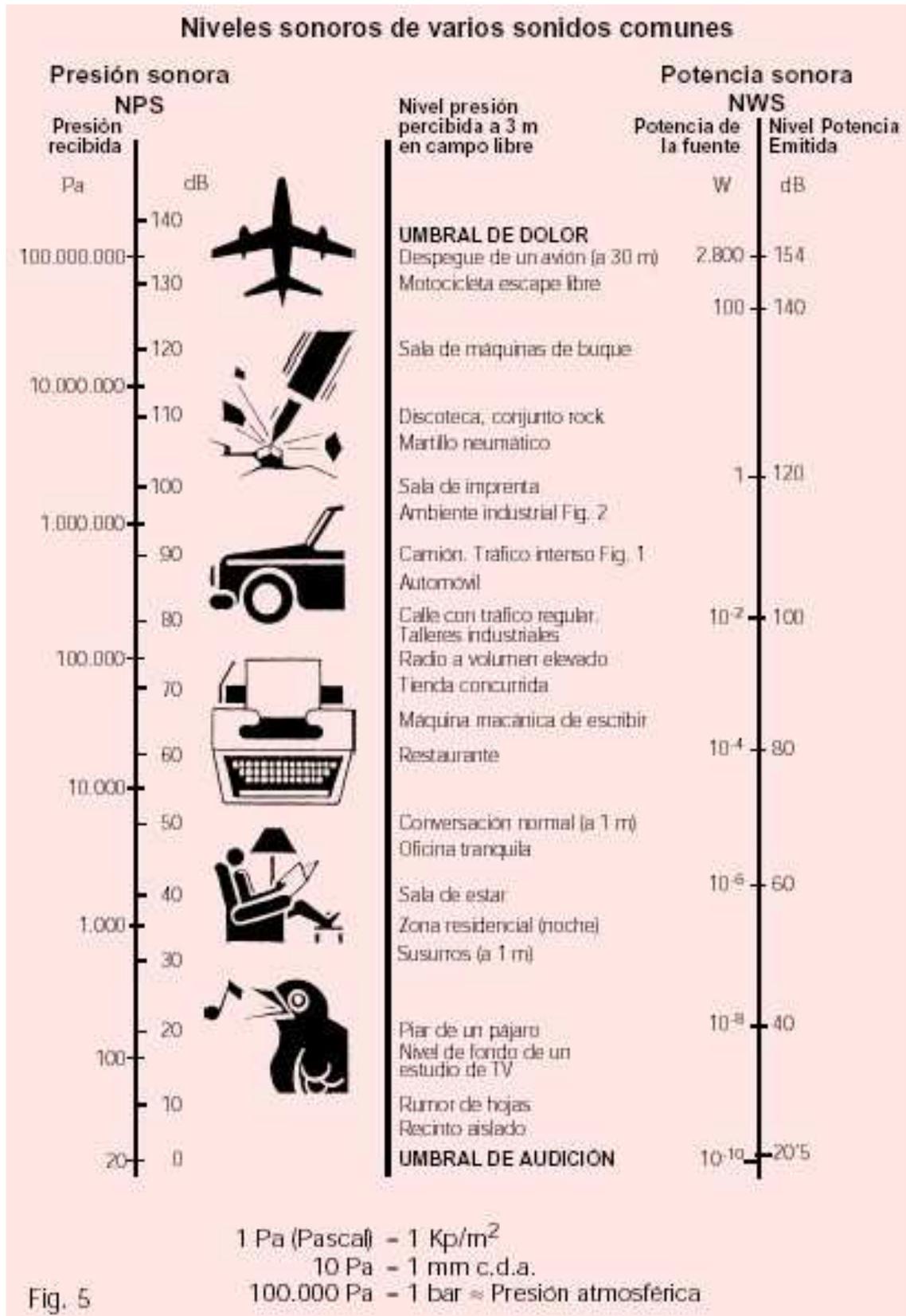


Fig. 5. Ejemplos de diferentes niveles de presión.

1.2.1. Análisis espectral

El análisis espectral tiene por objeto descomponer una serie de tiempo estacionaria en una suma, de componentes senoidales de diversas frecuencias y amplitudes.

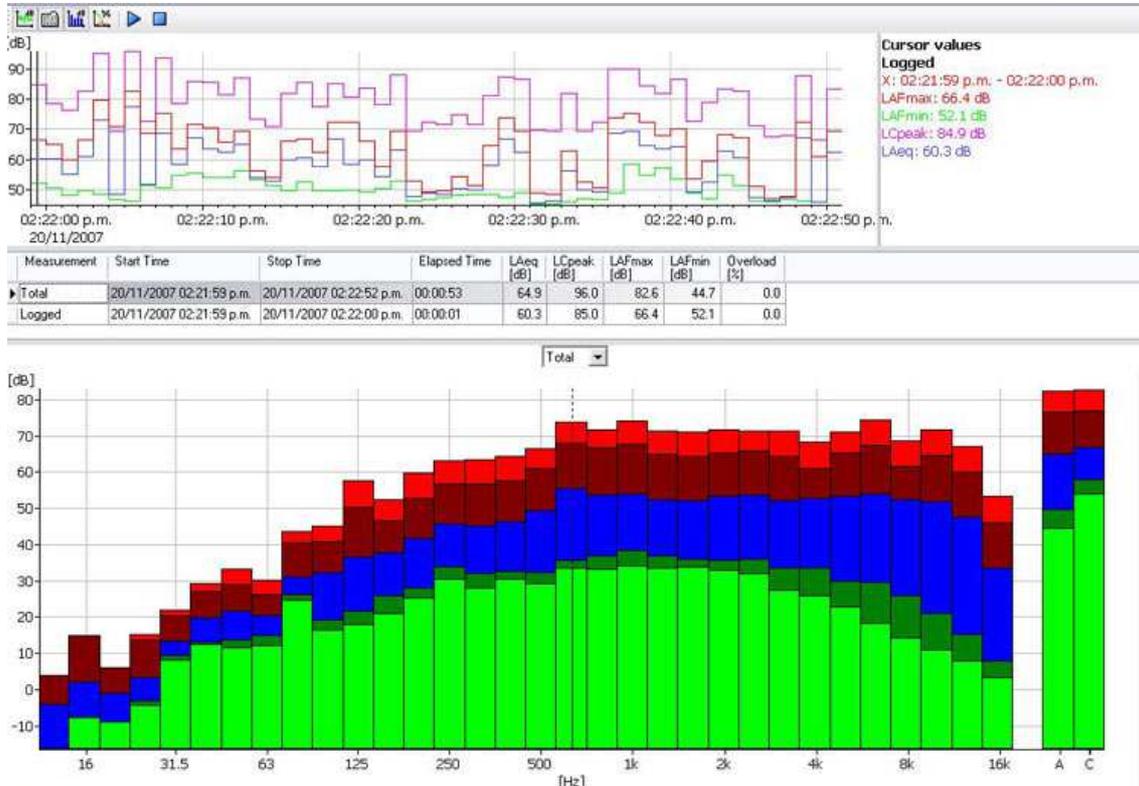


Fig. 6. Descomposición espectral del ruido en varias frecuencias

El análisis espectral se puede realizar mediante

- Un analizador RTA (*analizador de tiempo real*) generalmente utiliza bandas de tercio de octava, pues trata el triple de datos que sólo las octavas y proporciona un resultado más completo.
- Un analizador de FFT (*transformada rápida de Fourier*), lo que hace es convertir una señal digital al dominio de la frecuencia. Es decir, descompone dicha señal en sus diversas componentes dentro del *dominio frecuencial*. Este análisis, es el que llevan a efecto las aplicaciones testadas en este trabajo.

Es una técnica ampliamente utilizada en varias especialidades de ingeniería, ciencias aplicadas, y procesamiento de datos. Una tarea muy común en el análisis espectral es tratar de encontrar una determinada señal que está contaminada por otras, como es el ruido.

1.2.2. Tipos de ruidos

Existen multitud de variables que permiten diferenciar unos ruidos de otros: su composición en frecuencia, su intensidad, su variación temporal, su cadencia y ritmo, etc.

Para los tipos de ruido hay dos divisiones, una en cuanto al **tiempo** y otra en cuanto a la **frecuencia**, a lo cual se han asociado colores.

En cuanto al tiempo, el ruido puede ser continuo, fluctuante o impulsivo.

Ruido continuo o estacionario es aquel en el que los niveles de presión acústica y el espectro de frecuencias varían en función del tiempo lentamente sobre pequeños márgenes. Este tipo de ruidos suelen ser originados por máquinas con cargas estables, tales como motores eléctricos o bombas de agua.

Ruido fluctuante es aquel en el que los niveles de presión acústica varían (sube o baja) de forma aleatoria en función del tiempo sobre un margen más o menos grande como sucede con el ruido producido por el tráfico.

Ruido impulsivo es aquel en el que se produce un aumento brusco y de corta duración en el nivel de presión acústica, como el ruido producido por un golpe de un martillo.

En las siguientes figuras se puede observar la representación gráfica de los niveles sonoros de un ruido estacionario, fluctuante e impulsivo:

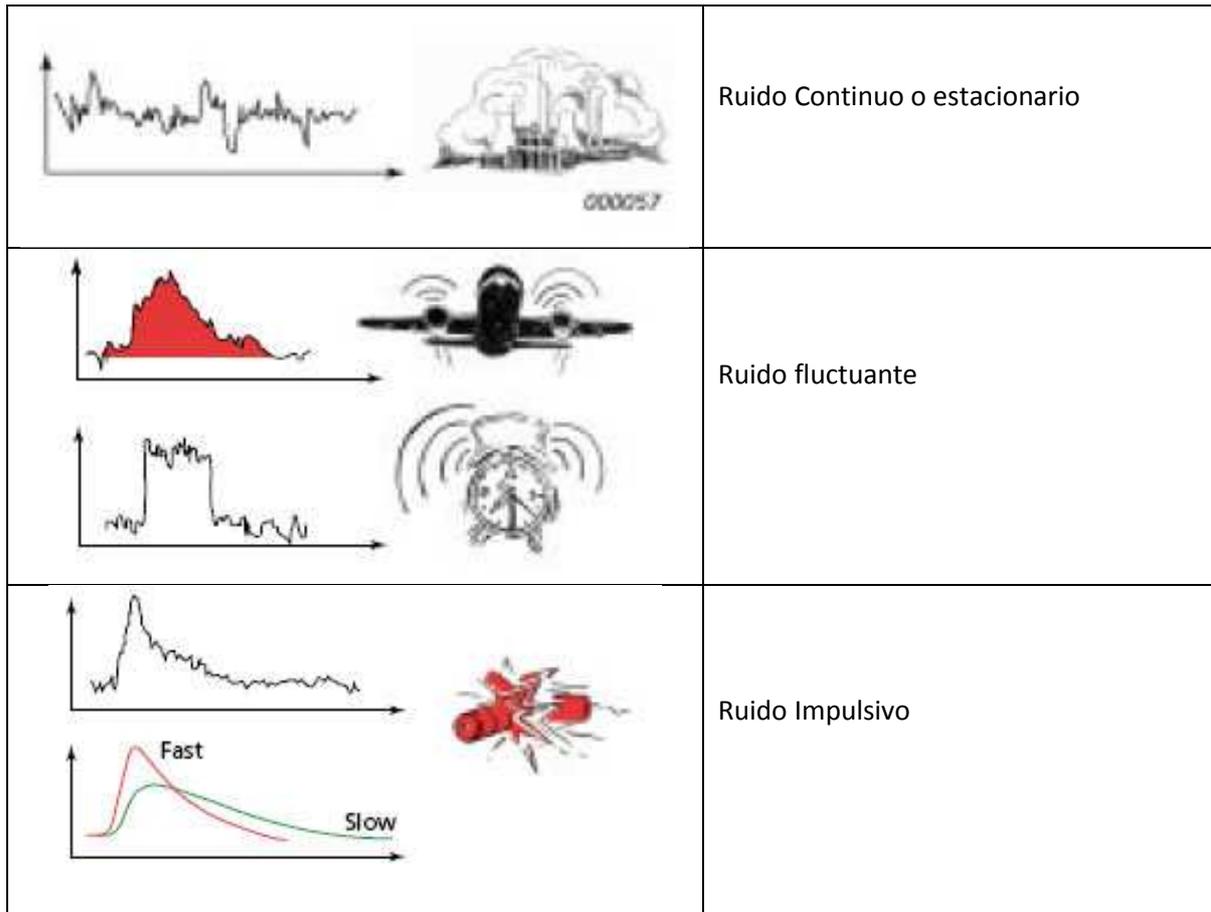


Fig. 7. Gráficas de nivel sonoro de tipos de ruidos.

En cuanto a la frecuencia, el ruido puede ser blanco o rosa.

1.2.3. Ruido Blanco

Ruido blanco es aquel que tiene la misma energía en todas las frecuencias.

Se utiliza en acústica como señal de referencia para medir determinadas características de sistemas acústicos. Los analizadores de espectro FFT (Transformada rápida de Fourier) no utilizan descomposición espectral mediante bancos de filtros de octava o tercio de octava, sino que calculan el espectro de la señal que se desea estudiar realizando la DFT (Transformada discreta de Fourier).

Si se representa de forma gráfica el resultado es una gráfica plana. Posee la misma intensidad en cada una de sus frecuencias espectrales.

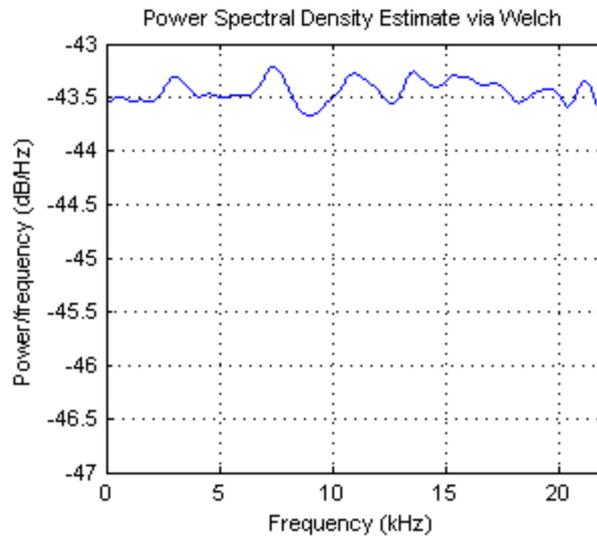


Fig. 7.1. Gráficas Ruido blanco Welch

Densidad espectral de potencia (PSD) del ruido blanco estimada con el método de Welch. Eje de las ordenadas (y): potencia/frecuencia (dB/Hz); eje de las abscisas (x): frecuencia (KHz). Es una señal no correlativa, es decir, en el eje del tiempo la señal toma valores sin ninguna relación unos con otros.

1.2.4. Ruido Rosa

El ruido rosa es un ruido cuyo nivel sonoro está caracterizado por una densidad espectral inversamente proporcional a la frecuencia. Ruido rosa es aquel que tiene la misma energía en todas las octavas y el nivel de energía desciende a 3 dB/octava.

Se utiliza como señal de referencia para la realización de todas las medidas acústicas en las que se debe realizar una descomposición de la señal en bandas de octava o fracción de octava: medidas de aislamiento acústico, potencia sonora, absorción acústica, realización

de ecualización de salas, etc. Es un sonido parecido al que se oye cuando no se sintoniza ninguna emisora en la radio.

Cuando el ruido rosa se visualiza en un analizador con filtros de octava, se ve que todas las bandas de octava tienen el mismo nivel sonoro, lo cual es cierto dado que el ancho de banda de las bandas superiores es mayor que el de las inferiores. Esto ocurre porque los filtros de octava, tercio etc., son filtros proporcionales y, por tanto, cada vez que bajamos una octava, duplicamos el ancho de banda y por ese motivo el ruido rosa decrece 3 dB por octava, justo la proporción en que aumenta el ancho de banda, el doble. De esta forma visualizamos el ruido rosa como un ruido de nivel constante en todas las bandas de octava.

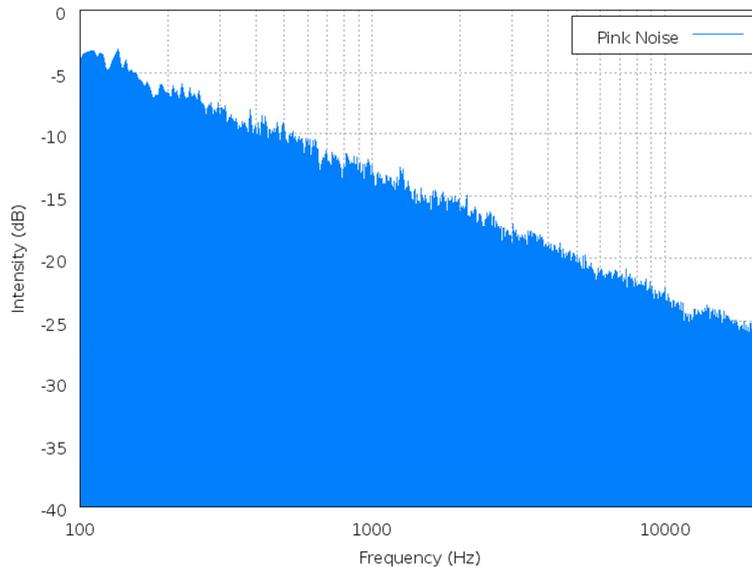


Fig. 7.2. Gráficas Ruido Rosa

1.2.5. Ruido Blanco y Ruido Rosa en analizadores RTA y FFT

En un analizador de tiempo real (RTA) de tercio de octava, **el ruido rosa** muestra un espectro plano, si se mide en un analizador de ancho de banda porcentual constante, mientras que el ruido blanco exhibe una pendiente positiva de 3 dB octava. Como se ve en la siguiente gráfica:

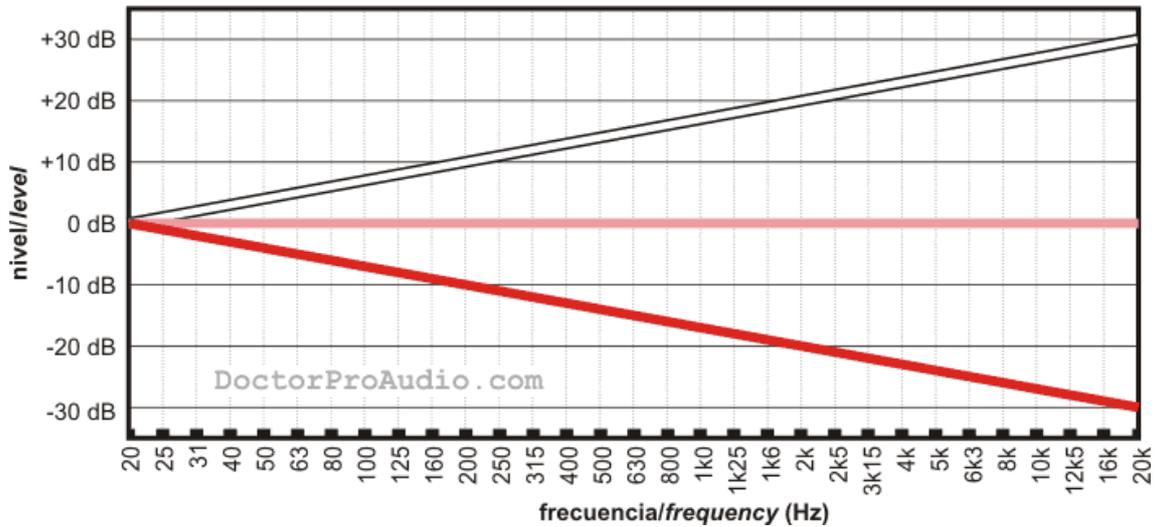


Fig. 8. Gráfica Frecuencias-dB con analizador de tiempo real RTA de un ruido blanco, rosa y rojo

En un analizador de FFT, sin embargo, el ruido blanco es plano y el rosa tiene una pendiente de -3 dB/octava porque la FFT descompone en bandas de frecuencia que tienen igual número de Hercios, como se ve en la siguiente gráfica:

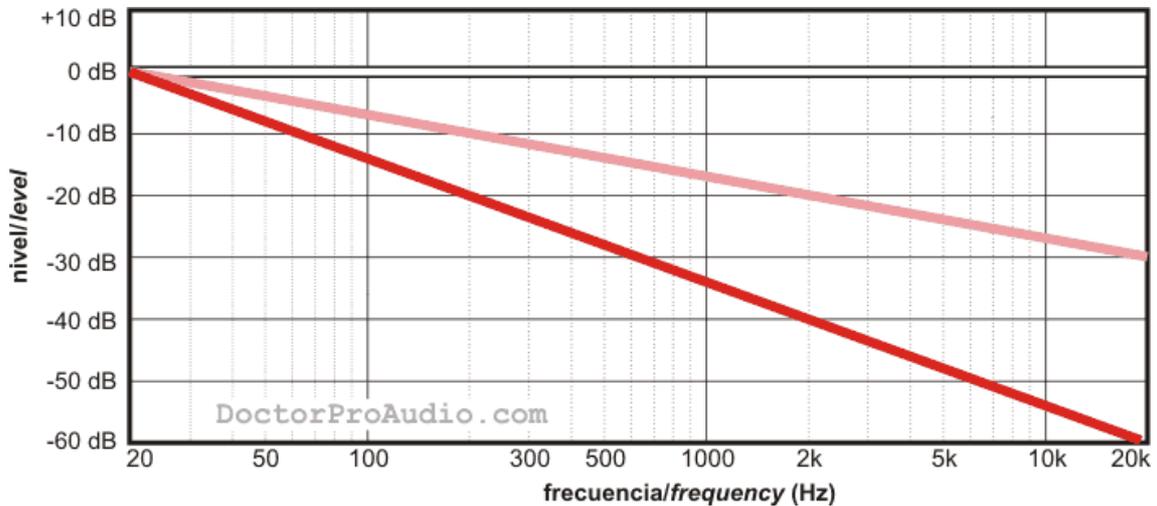


Fig. 9. Gráfica Frecuencias-dB con analizador FFT de un ruido blanco, rosa y rojo

1.2.6. Ley de ponderación A

El conocimiento sobre el oído humano es importante en el diseño acústico y de medición de sonido. Para compensar, medidores de sonido están normalmente equipados con filtros de adaptación de la respuesta de sonido medido para el sentido humano del sonido. Los filtros más comunes son, dB (A), dB (B) y dB (C)

Una medida ponderada A representa cómo oír el oído humano una señal sin ponderar de niveles cercanos al umbral de audición. En general es el método más usado que ajusta las mediciones para que coincidan con el umbral de sensibilidad del oído humano, ya que la sensibilidad no es la misma para todas las frecuencias.

La siguiente Tabla muestra los valores que hay que añadir a una medida en dB para obtener el correspondiente valor en dB A-B-C.

Respuesta relativa (dB)	Frecuencia (Hz)								
	31.25	62.5	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB (A)	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1
dB (B)	-17	-9	-4	-1	0	0	0	-1	-3
dB (C)	-3	-0,8	-0,2	0	0	0	-0,2	-0,8	-3

Tabla 3. Comparación de filtros de decibelios A, B y C.

La "B" es la menos utilizada, se usa para sonidos moderados, es similar a la curva A excepto en bajas frecuencias, mientras la ponderación C se planteó para la evaluación de ruidos de alto nivel, es similar a la B en agudos y apenas aporta atenuación de las frecuencias graves.

A continuación se pueden ver las curvas de ponderación que establece la corrección:

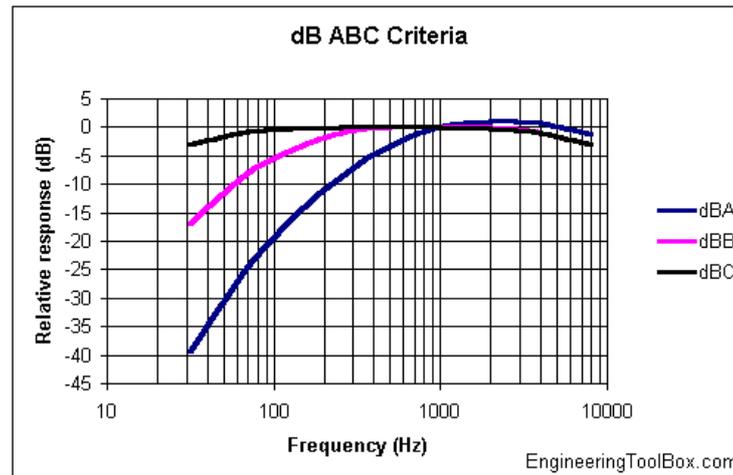


Fig. 10. Curvas de ponderación A-B-C.

Por ejemplo si en una frecuencia de 100 Hz hemos medido 80 dB, al ponderarlo pasarán a ser 60,9 dBA, esto quiere decir que un nivel de presión sonora de 80 dB en una frecuencia de 100 Hz es oído por nuestro sistema de audición como si realmente tuviese 60,6 dBA y no 80 dB.

Muchas de las medidas que habitualmente se realizan del sonido es conveniente realizarlas en dBA pues el objeto último al que afectan es el oído humano. Por ejemplo, la Ley 37/2003 de Protección Contra la Contaminación Acústica como el Real Decreto 1316/1989, especifican que los niveles de ruido deberán medirse en dBA. Es decir, en el sonómetro se debe seleccionar esta ponderación y como resultado la medida vendrá expresada en dBA.

Para describir el efecto de la ponderación con la Ley A, se incluye a continuación una gráfica que permite comparar una medida realizada en dB y en dBA:

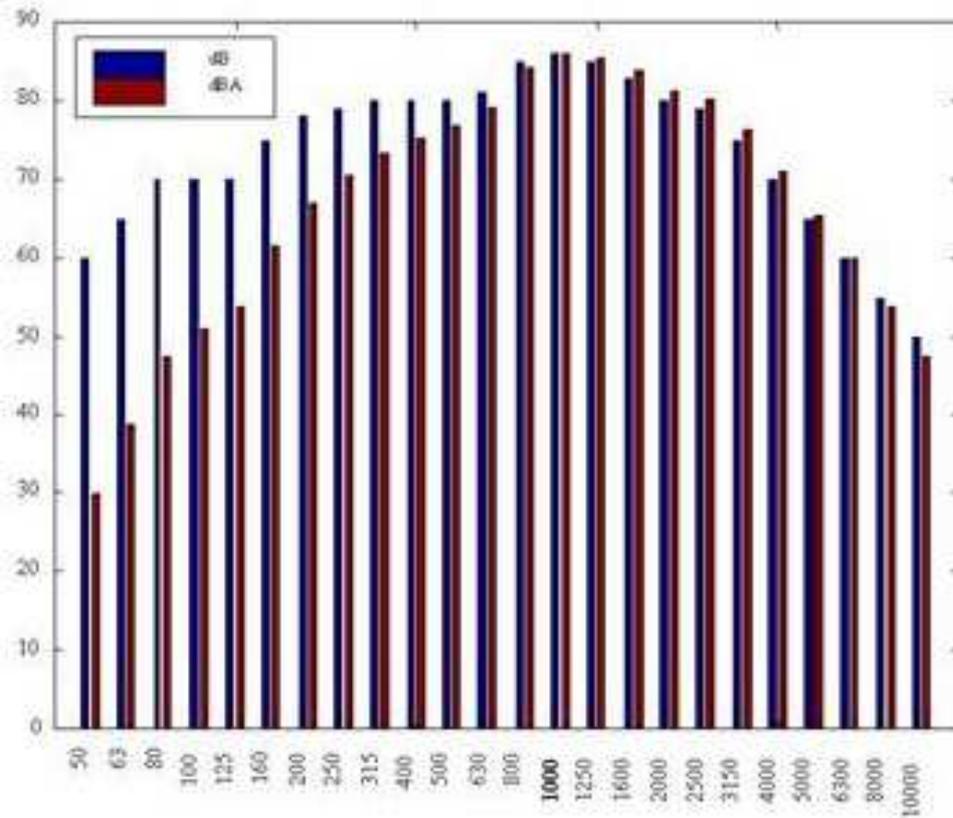


Fig. 11. Gráfica comparativa entre niveles en dB y en dBA

Se puede observar claramente que en bajas frecuencias los valores ponderados en A (rojos) son sensiblemente inferiores a los valores sin ponderar (azules).

1.2.7. Factor de directividad:

Para que los resultados obtenidos durante la realización de las mediciones sonoras, sean fiables es importante definir el factor de directividad del micrófono hacia la fuente emisora.

Es la medida del grado en el que la energía sonora se concentra en una determinada dirección del espacio y se expresa por Q.

Si la fuente sonora está suspendida en el espacio abierto, radia su energía en todas las direcciones Q=1 .	Q=1 RADIACION ESFERICA	Q=2 RADIACION SEM.ESFERICA
Si está sobre un plano, todo el ruido se radia a través de una semiesfera Q=2 .	Q=4 RADIACION CUARTOESFERICA	Q=8 RADIACION 1/8 ESFERICA
Si está en dos planos, por ejemplo en el suelo y apoyada a una pared, radia un cuarto Q=4 .		
Si está en tres planos, radia un octavo Q=8 .		

Tabla 4. Factor de directividad

Así mismo los patrones de captación de los micrófonos de captación del ruido siguen los siguientes patrones:

Características de diferentes patrones de directividad de micrófono						
	omnidireccional	subcardioid	cardioid	supercardioid	hipercardioid	bi-direccional
Patrón						
Ángulo de -3 dB	360°	164°	131°	116°	105°	90°
Ángulo de -6 dB	360°	236°	180°	157°	141°	120°
Ángulo de -10 dB	360°	360°	223°	191°	170°	143°
Nivel relativo a 90°	0 dB	-3,6 dB	-6 dB	-8,5 dB	-12 dB	- inf
Nivel relativo a 180°	0 dB	-9,9 dB	- inf	-12,0 dB	-6 dB	0 dB
Ángulo de mínima captación	-	180°	180°	+/- 127°	+/- 110°	90°
Factor de directividad Q (DI)	1,0 (0 dB)	2,1 (3,2 dB)	3,0 (4,8 dB)	3,7 (5,7 dB)	4,0 (6 dB)	3,0 (4,8 dB)
Índice de unidireccionalidad	0 dB	4,5 dB	8,5 dB	11,4 dB	8.5 dB	0 dB
Factor de distancia	1	1,4	1,7	1,9	2	1,7

Tabla 5. Patrones de directividad de un micrófono Fuente: Doctorproaudio

1.2.8. Emisión sonora de los focos sonoros

Los focos sonoros emiten ruido, pero no tienen que pasar el límite permitido, para ello se calcula el nivel de presión acústica a una distancia, usando la siguiente expresión:

$$L_p = L_w - 10 (4\pi r^2/Q)$$

Donde r es la distancia de la máquina al micrófono y Q es el factor de directividad

1.2.9. Impedancia acústica:

Cada medio (sólido, líquido o gaseoso) ofrece una resistencia más o menos grande para la propagación del sonido. Se dice que el medio posee una impedancia acústica. Se define como el cociente entre la presión acústica (P) y la velocidad del sonido (v): $Z = P/v$

III- NORMATIVA

En este apartado se enumera parte de la normativa que afecta a los sonómetros profesionales, especificaciones, ensayos a realizar, y que puede servir de orientación a la hora de extrapolar la metodología a seguir con los sonómetros “low cost”.

Orden ITC/2845/2007. Regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.

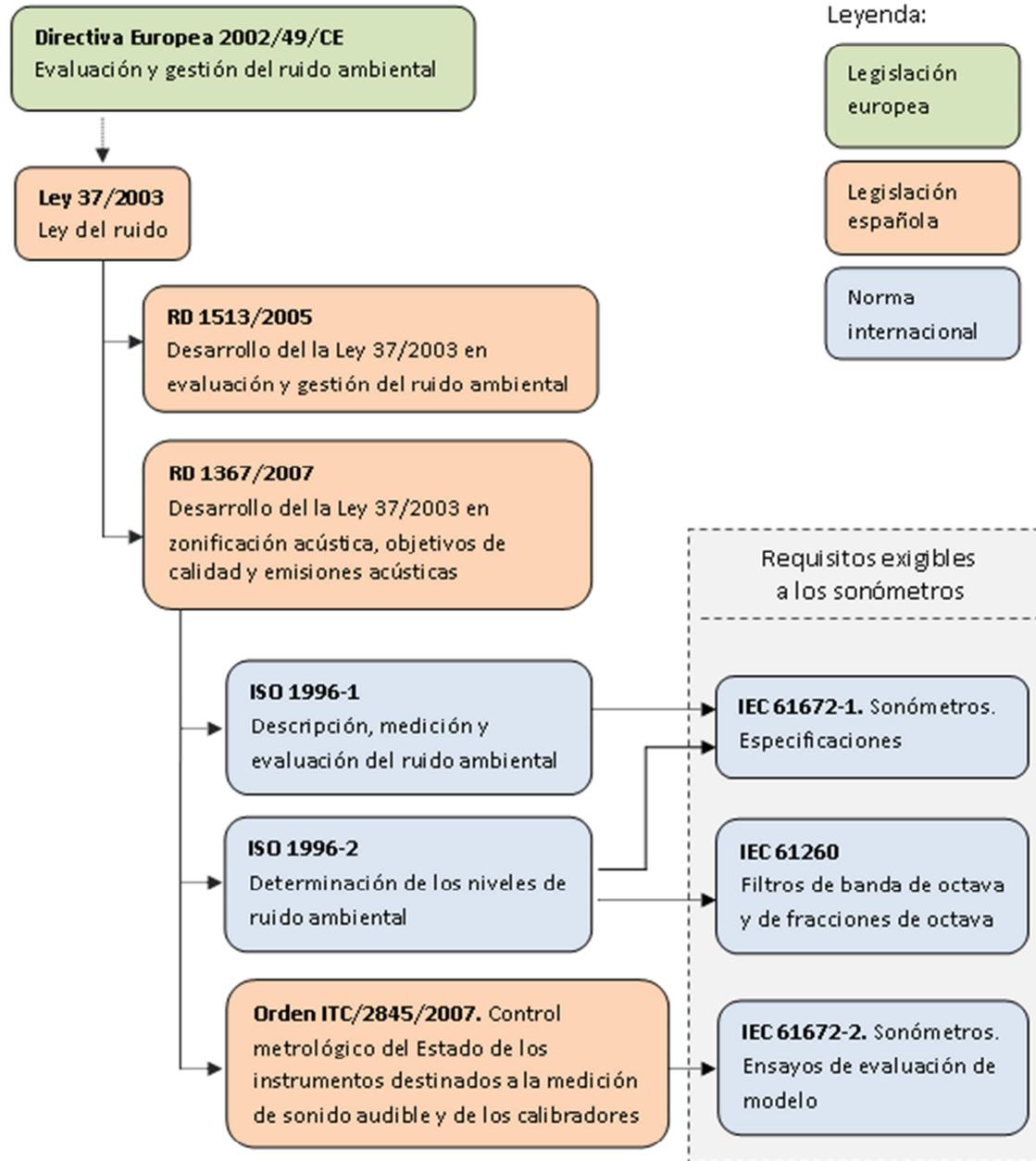
Norma UNE-EN 61672-1:2005 Título español Electroacústica. Sonómetros. Parte 1: Especificaciones.

Norma UNE-EN 61672-2:2005 Título español Electroacústica. Sonómetros. Parte 2: Ensayos de evaluación de modelo.

Norma UNE-EN 61672-3:2009 Título español Electroacústica. Sonómetros. Parte 3: Ensayos periódicos.

Norma UNE-EN 61672 normativa conversión dB a dBA

Se adjunta un cuadro muy completo con normativa interesante sobre medición de ruido ambiental en la que se incluye la normativa específica sobre los requerimientos



Fuente: www.acusticayvibraciones.com

Fig. 12. Cuadro con Normativa aplicable a medición de ruido ambiental y sonómetros

IV- MEDIOS UTILIZADOS

Para la realización de este trabajo ha sido necesario el uso de determinados equipos y materiales de medida.

1. Fuente de ruido unidireccional: pc + altavoz + software generador de ruido
2. Sonómetro PCE 322
3. Smartphone en España hoy
4. Software Sonómetro de bajo costo

1. Fuente de ruido unidireccional: pc + altavoz + software generador de ruido

Se usa para generar señales acústicas de ruido para realizar mediciones acústicas. La fuente está compuesta por pc y dos altavoz que radian en una dirección, pero permitiendo hacer mediciones con dos fuentes sonoras separadas también.

1.1 Altavoces

Características:

Creative SBS 250 Speaker System

Especificaciones

- Capacidad de Potencia RMS total: 2,5 W RMS (1,25 W x 2)
- Capacidad de potencia Pico : 10 W
- Respuesta de frecuencia (-10dB): 50 Hz - 20 kHz
- Longitud de cable de alimentación de CA: 1,5 m
- Cable entre altavoces satélite: 1,2 m
- Toma de auriculares: 3,5 mm



Fig. 13 Imagen Altavoces Creative SBS 250

1.2 Software generador de ruido Tone Generator



Tone Generator es un programa muy fácil de utilizar que puede ser usado como un generador de onda sinusoidal, generador de frecuencia de sonido o generador de señal que puede crear tonos de prueba de audio, formas de ondas de ruido o barridos.

Aplicaciones de Tone Generator

- Genera tonos de prueba para alineación de los niveles de audio radiales
- Calibración y prueba de equipos de sonido o altavoces
- Demostración de principios de audio a los estudiantes
- Creación de armonías con la generación de múltiples frecuencias de sonido
- Ecuilización y pruebas acústicas
- Generador de ruido blanco
- Señalización de banda de audio
- Pruebas de audición (bajo supervisión médica)

Características de Tone Generator

- Generar onda sinusoidal, ondas cuadradas, ondas triangulares, ondas de sierra y onda acústica de impulso
- Generador de ruido blanco o generador de ruido rosa
- Generador de sonido admite frecuencias desde 1Hz hasta 22kHz (sujeto a la capacidad de salida de la tarjeta de sonido)
- Generación de tono en simultáneo de hasta 16 tonos a la vez
- Operación mono o estéreo independiente para tonos duales o beats (solo versión de pago)
- Generación de tono de barrido lineal o logarítmico
- Reproducción de tonos generados o guardar tonos como un archivo wav

Requisitos del sistema

Funciona en Windows 7, XP, Vista y 8

Funciona en Windows de 64 bits

Mac OS X 10.3 o superior

Tarjeta de sonido

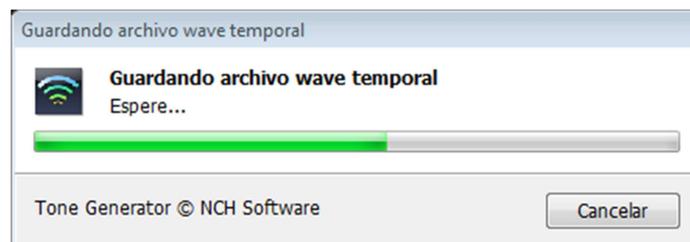
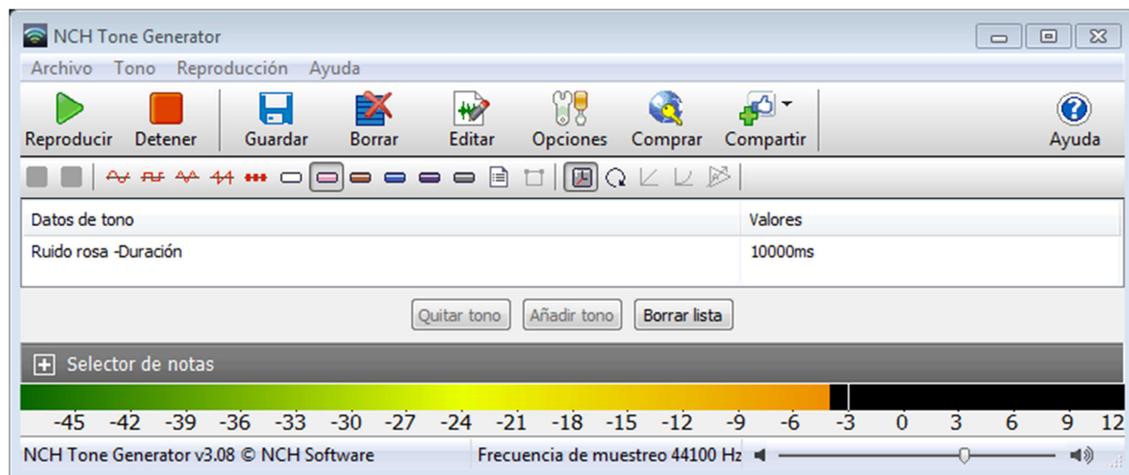
La descarga es gratuita, si bien la versión es a prueba.

No hay representación gráfica del sonido ni exporta a Mp3.

En enlace de la web oficial es:

<http://www.nch.com.au/tonegen/es/index.html?gclid=CKSMhua1tsACFesBwwodrGcA1w>

A continuación se muestran diferentes capturas de pantalla de la aplicación en funcionamiento



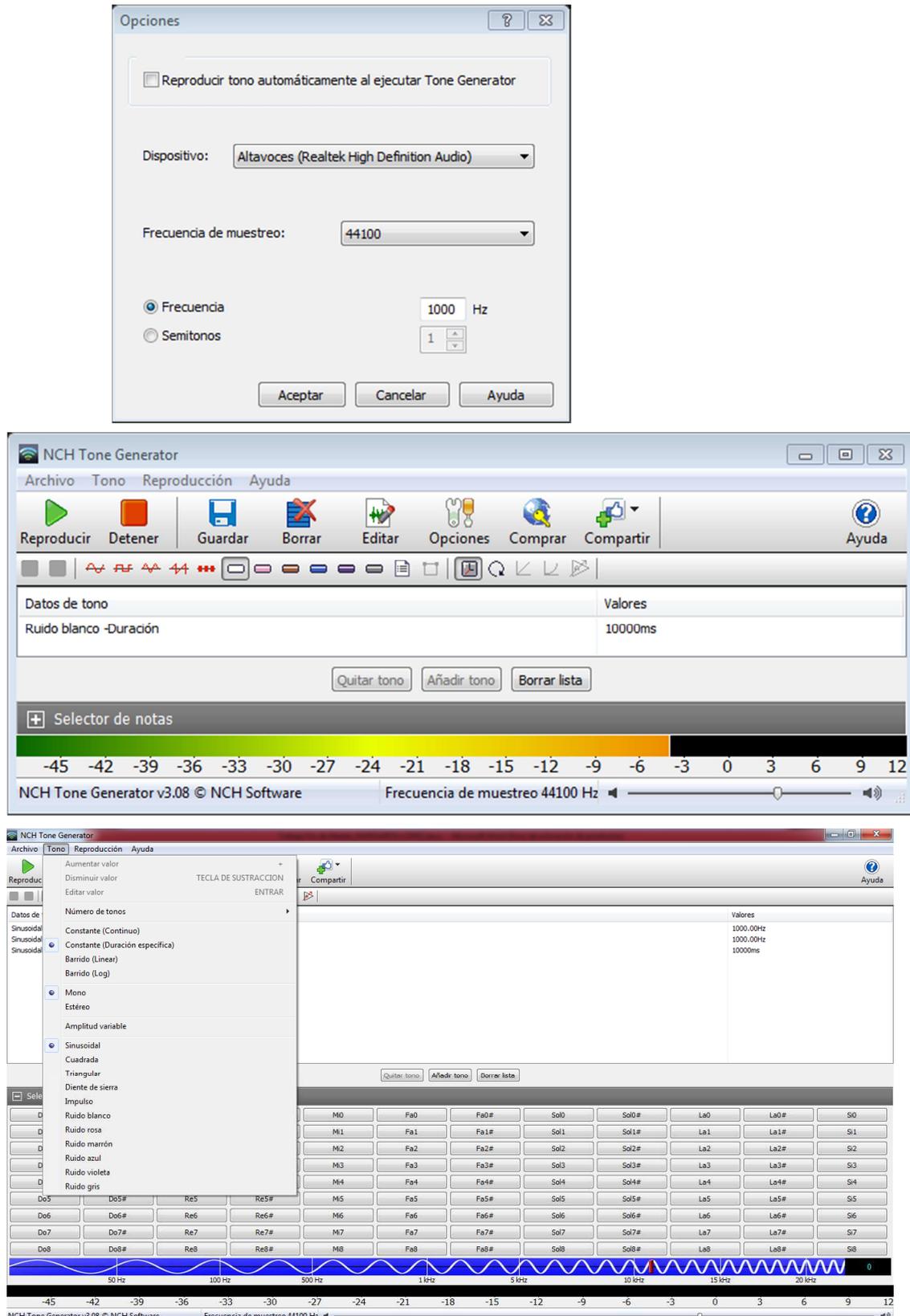


Fig. 14. Capturas de pantalla de la aplicación Tone Generator

2. Sonómetro PCE EM 322

El sonómetro profesional PCE-EM 322 se adecua muy bien para realizar mediciones en el sector de la industria, la sanidad, la seguridad y el control del entorno ambiental, así como para entornos con contaminación acústica.

Este sonómetro tiene memoria de datos para 32.000 valores, lo que hace posible utilizar este sonómetro para grabaciones de larga duración. Los valores medidos con el sonómetro pueden ser transferidos a su portátil o a su PC por medio de un cable USB.

El software del sonómetro le ofrece una visualización de datos en forma de tablas y gráficos. La función de zoom le proporciona unas analíticas más detalladas de los valores de medición de sonido. El sonómetro también puede traspasar los valores de medición memorizados a programas de cálculo, como por ejemplo, MS Excel. Sus características de equipamiento, como el mini trípode, la salida analógica integrada, hacen que este sonómetro sea único en su clase.



Fig. 15 Imagen sonómetro PCE EM 322

Características

Interface	RS-322
Software	Entorno Windows
Memoria	Datalogging para 32.000 mediciones
Gráficos	Indicación barra gráfica
Función máx/mín	Si
Función selección automática del rango	Si, 30 ~ 130dB
Visualización de la hora	Si
Resolución	0.1 dB
Visualización rango de mediciones	Si
Conexión de salida de la señal AC/DC	Si
Auto apagado	Si
Rango de medición	Lo : 30-80dB
	Med : 50-100dB
	Hi : 80-130dB
Precisión	± 1.5dB (ref 94dB @ 1KHz)
Ponderación de frecuencias	A, C
Ponderación de tiempo	fast, slow (rápida, lenta)
Rango dinámico	50dB
Rango de frecuencia	de 31.5Hz a 8KHz
Micrófono	condensador electret
Salidas auxiliares	salidas AC y DC
Alimentación :	pila de 9V (no incl.)
Autonomía	50 horas (con pila alcalina)
Dimensiones :	275 x 64 x 30mm
Peso :	± 280g

Tabla 6. Características técnicas del sonómetro PCE EM 322

Antes de proceder a medir conviene asegurar que los niveles de presión medidos por el sonómetro son correctos. Para ello se utiliza un calibrador acústico o pistófono que se aplica directamente sobre el micrófono del equipo de medida. El pistófono proporciona una señal de nivel de presión sonora conocido (nivel de referencia). En general, los pistófonos suelen proporcionar un tono puro, de frecuencia 1 kHz. Con un SPL de 94 dB (1Pa).

Para garantizar que los pistófonos emiten la señal requerida o que el equipo mide adecuadamente en todo el margen de frecuencias, debe enviarse periódicamente el equipo a un laboratorio certificado para la realización de calibraciones acústicas. En España, la entidad certificadora de laboratorios es ENAC (Entidad Nacional de Certificación). Cuando se solicita una medición acústica debe solicitarse que los equipos utilizados estén dentro de un programa de calibración externa, lo que garantizará que las medidas se realizan adecuadamente.

El número del certificado de calibración deberá figurar en los informes resultantes de las medidas.

3. Smartphone en España hoy.

Un Smartphone o también llamado teléfono inteligente es un teléfono construido sobre una plataforma informática móvil o sistema operativo, con una gran capacidad de almacenar datos y realizar actividades semejantes a un pequeño ordenador y la conectividad de un teléfono móvil convencional. El término inteligente hace referencia a la capacidad de usarse como un ordenador de bolsillo, llegando incluso a remplazar a uno de ellos en algunos casos.

La característica más destacable de casi todos los teléfonos inteligentes es que permiten la instalación de **programas (aplicaciones)** para incrementar el procesamiento de datos y la conectividad. Estas aplicaciones pueden ser desarrolladas por el fabricante del dispositivo, por el operador o por un tercero.

Entre otras características comunes está el acceso a Internet vía WiFi o red 3G-4G, la función multimedia (cámara y reproductor de videos/mp3), los programas de agenda, administración de contactos, acelerómetros, GPS y algunos programas o aplicaciones de navegación así como ocasionalmente la habilidad de leer documentos en diferentes variedades de formatos como PDF y Microsoft Office.

Dichas aplicaciones o programas abren un horizonte nuevo del cual se puede sacar un gran rendimiento con infinidad de programas destinados a las más diversas tareas, en este caso de medición sonora.

Algunos ejemplos de teléfonos denominados inteligentes son: iPhone 5, Nokia series E, N y Lumia, BlackBerry, y todos los que tienen el sistema operativo Android como por ejemplo **Sony Xperia P y Samsung Galaxy SII** (ambos utilizados en este trabajo).

Según el informe Spain Digital Future in Focus 2013 de comScore, España es el país líder en Europa en uso de smartphones con un 66% de penetración, mientras que la media en EU5 (Inglaterra, Francia, Italia, Alemania y España) es del. 7%.

En España somos de Android. Según el mismo informe de comScore, España se sitúa como el segundo país, después de Japón, en el ranking de uso de la plataforma para móviles Android, con casi un 60 por ciento del mercado de dispositivos móviles en nuestro país. El segundo puesto en España es para Symbian (Nokia, Siemens, Samsung...). Curiosamente la plataforma iOS de Apple ocupa en España el tercer puesto con poco más del 10 por ciento de la cuota de mercado.

Samsung se coloca como el mayor fabricante de Smartphone en España, con 7 millones de usuarios y una cuota de mercado de casi el 32% desbancando el liderazgo mantenido por Nokia, que ha mostrado la mayor caída respecto al año anterior perdiendo 19,1 puntos porcentuales. Apple se sitúa en tercer lugar con una cuota del 11% seguido por Sony con un 10,7%.

4. Software Sonómetro de bajo costo. Aplicaciones móviles acústicas.

Se han seleccionado un total de siete aplicaciones atendiendo a tres criterios:

- 1- Son aplicaciones para Android, por ser el sistema operativo más extendido en España.
- 2- Ser gratuitas, por tanto accesibles completamente a cualquier usuario de Android.
- 3- Son las 7 aplicaciones más descargadas de Google Play a fecha de 15 de mayo de 2014.

El listado de las 7 aplicaciones estudiadas y evaluadas es:

APLICACION	Sistema Operativo	Comparte Información
1. deciBel	Android	No
2. Noise Meter	Android	No
3. Sound Level Meter	Android	Si
4. Sonómetro-Sound Meter	Android	No
5. Sound Meter	Android	No
6. Medidor de Decibels	Android	No
7. Sonómetro	Android	No

Tabla 7. Listado de aplicaciones estudiadas

4.1 Sonómetro - decibel BSB Mobile Solutions



DeciBel es una aplicación para Android desarrollada por BSB Mobile Solutions que está destinada a funcionar como un medidor del nivel de presión sonora. Descrita por el desarrollador como “lo más cercano a un dispositivo de nivel profesional como las limitaciones de hardware de telefonía permitan”.

Utiliza el algoritmo de Transformada Rápida de Fourier (reduce el número de operaciones a realizar) para implementar técnicas de procesamiento de señales digitales de alta precisión, usando un filtro de ponderación de decibelios A y lograr lecturas del

nivel de presión sonora desde un Smartphone o Tablet Android. Muestra el nivel de exposición sonora acumulada de forma gráfica (dosímetro). Además guarda las capturas de pantalla de gráficos a la tarjeta SD y da una visualización de la frecuencia dominante. Trabaja en un ancho de banda de 22Khz en la entrada del filtro de ponderación

- El nivel de presión sonora en dBA. Se actualiza cada segundo y muestra un segundo nivel medio de presión de sonido. La frecuencia dominante es el componente de frecuencia de salida de FFT que tiene la mayor amplitud. Es siempre un múltiplo de 43.006Hz. Muestra los valores en decibelios actuales, máximos y mínimos, y genera 3 tipos de nivel de presión acústica frente gráficos de tiempo. Estos gráficos pueden ser:
- Modo rápido: Esta es la pantalla por defecto. Muestra los niveles actuales, máximos y mínimos de presión de sonido en dB y un gráfico que refleja las lecturas. La pantalla y la medida se actualizan cada segundo y los datos del gráfico fluyen continuamente hacia la derecha para que muestre los últimos 5 minutos de grabación en cualquier tiempo.
- Modo lento: En este modo, el gráfico se actualiza una vez cada 15 segundos y se puede cambiar el tamaño del eje de tiempo de 15, 30, 60 o 120 minutos. El gráfico muestra tres líneas: El promedio de 15 segundos en color naranja, el mínimo (en cada 15 segundos) en amarillo y el máximo en rojo. Una vez que los datos del gráfico cubre todo el intervalo de tiempo seleccionado, comienza a fluir hacia la derecha.
- Exposición: Este modo muestra un histograma de la cantidad de tiempo que el dispositivo se expuso a cada nivel de presión de sonido desde el comienzo de la medición. El eje de tiempo se inicia en segundos y evoluciona a minutos y luego horas. Los niveles de presión sonora son 5 dB de ancho.

La pantalla se puede girar 180º para permitir apuntar el micrófono hacia la fuente sonora. Si se toca la imagen del gráfico durante 2 segundos aparece un menú. En el que se puede seleccionar una de las opciones para cambiar el modo, restablecer el máximo y mínimo o

para guardar un gráfico de pantalla. A diferencia del botón de menú del teléfono, que puede emitir un chasquido, el menú contextual es silencioso y no perturba la medición.

Es necesario calibrar la aplicación antes del primer uso, de forma que entrando en la opción MENU se muestra la opción Calibrate, donde nos da a elegir entre +1dB, +0,2dB, -0,2dB y -1dB. Se puede ajustar hasta calibrar de forma adecuada la aplicación con la ayuda de una fuente estable.

Decibel es una aplicación que introduce anuncios cuando está operativa. Esta aplicación está actualizada a fecha de 5 de Agosto del 2014 a la versión 1.4.22, con un tamaño de 1,7MB. Requiere Android 2.3.3 o superior. En la web de Google Play se indica que tiene unas instalaciones entre 500.000 y 1.000.000.

Se puede descargar en

<https://play.google.com/store/apps/details?id=bz.bsb.decibel>

A continuación se presentan capturas de pantalla de la aplicación decibel BSB

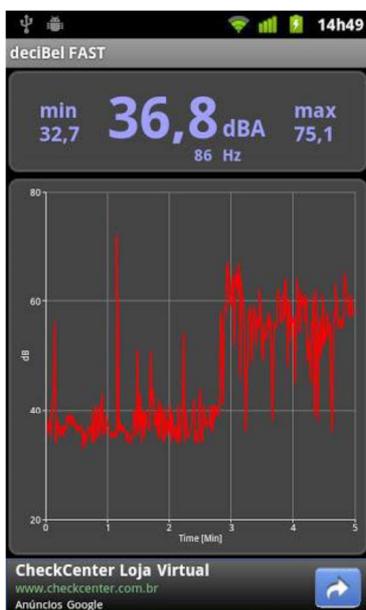


Fig. 16. Lectura Modo rápido

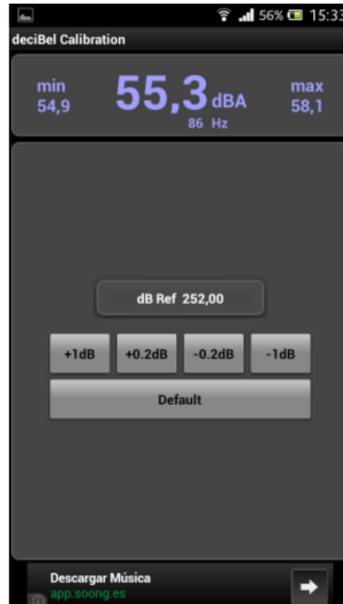


Fig. 17. Calibración

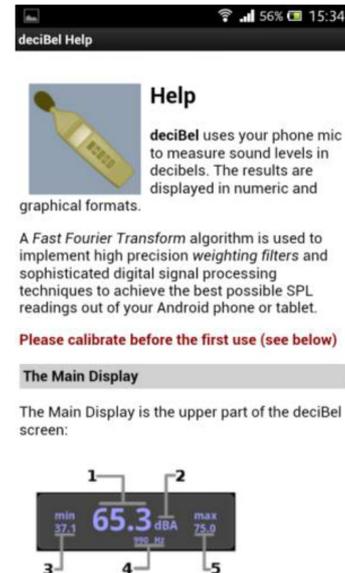


Fig. 18 Pantalla ayuda

4.2 Sonómetro - Noise Meter JINASYS



Aplicación Android desarrollada por JINASYS que da una medida del volumen de los sonidos con la ayuda de un Smartphone totalmente en castellano. No presenta complicaciones a la hora de usarlo y es muy intuitivo. Se apoya en el uso de filtros digitales y muestra de forma gráfica los datos recogidos durante intervalos de tiempo, dando la opción de registrar los datos para su uso posterior.

No hay ningún anuncio ni requiere ningún permiso innecesario. Da la opción de hacer una donación en función de diferentes precios en la pestaña llamada Café. Justamente a la derecha de esta pestaña se encuentra la casilla de configuración. Aquí se encuentran varias opciones como:



Fig. 19 Captura Noise Meter durante la medición

- Info: Con información acerca de la aplicación así como términos claves a la hora de usarla.
- Pantalla: opciones como mantener la pantalla activa mientras se mide, color del gráfico, usar un gráfico doble para duplicar la intensidad del mismo, mostrar picos instantáneos y también los valores mínimos y máximos están aquí.
- Entrada: Medida del ruido de fondo, velocidad de muestreo (velocidades entre 8000, 11025, 22050, 44100 y 48000samples/seg(Hz)); la casilla de Ganancia, usada para poder calibrar el aparato; la Tasa de actualización (en segundos, los valores son 1, 2, 5, 10, 30, 60 y 120); y la posibilidad de modificar el tiempo de las lecturas durante los registros (10s, 30s, 1min, 2min, 5min, 10min y 15min).

- Eventos: donde da a elegir el tipo de evento entre ninguno, alarma alta (dB), alarma baja (dB), alarma alta (pico) y alarma baja (pico). También se ofrece la opción de elegir el nivel del evento (ejemplo: 60dB, todo lo que sea superar este nivel el dispositivo vibrará) así como la duración de dicho evento (ejemplo: 5s, si durante 5s se supera el nivel del evento se producirá la vibración)
- Filtros: a elegir entre ninguno, filtro pasa bajos, filtro pasa altos, filtros pasa banda y dB (A). Si se elige algún filtro de estos se puede elegir una frecuencia de referencia a partir de la cual recogerá o no el dispositivo las lecturas (ejemplo: 1000Hz).
- Más aplicaciones: se remite directamente a Google Play para descargar otras aplicaciones de la compañía.
- En la tercera y última pestaña de la pantalla principal, junto a Café y Configuración, se encuentran las opciones de los registros realizados, en el caso de que los hubiera
- Registrar: para iniciar las lecturas durante un tiempo determinado anteriormente en la anterior pestaña (1min, 5min...).
- Ver registros: en este lugar se ubican los registros realizados por el usuario al utilizar la aplicación así como el número de lecturas que contiene. Se disponen ordenados por fecha aunque también se pueden ordenar por nombre y tamaño. Al tocar un registro cualquiera aparece una nueva pestaña que da a elegir entre abrir, renombrar, borrar o enviar (con distintas opciones como Bluetooth, Evernote-crear nota...). Una vez abierto un registro se muestra para cada lectura (antes configurada la frecuencia de lecturas) muestra un nivel en dB, así como el pico durante esa lectura. Al desplegar el menú de opciones en esta pantalla se da a elegir entre ordenar por tiempo, dB o picos dB, y mostrar el resumen de los datos recogidos devolviendo una nueva pestaña con la información como el nombre, duración, mínimo, máximo, LAeq y la desviación estándar de los datos.

- Borrar gráfico: para empezar las lecturas desde el momento que se desee.

Una opción interesante de la aplicación es el poder añadir avisos acústicos, mediante la pestaña de eventos, y con vibración de eventos tales como alarmas altas, alarmas bajas a distintos niveles de presión sonora, de modo que si son rebasadas en el algún momento de la medición el Smartphone avisa al usuario.

Esta aplicación está actualizada a fecha de 5 de junio de 2014 y su versión 2.5, con un tamaño de 199kB. Requiere Android 2.1 o superior. Tiene un registro de instalaciones entre 500.000 y 1.000.000. Se puede descargar de

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pjw.noisemeter>

A continuación se muestran diferentes capturas de pantalla de la aplicación en funcionamiento en un Smartphone.

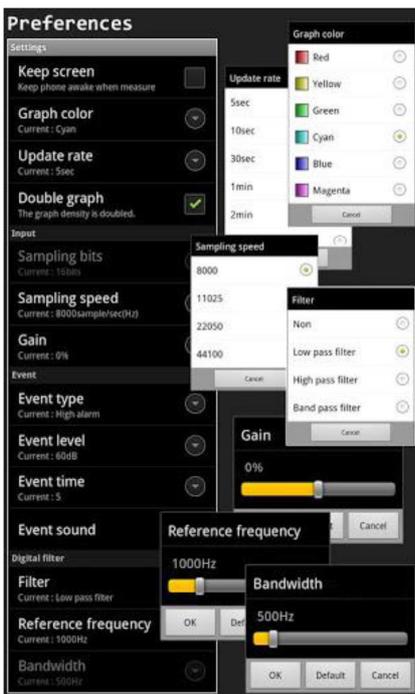


Fig. 20 Captura configuración

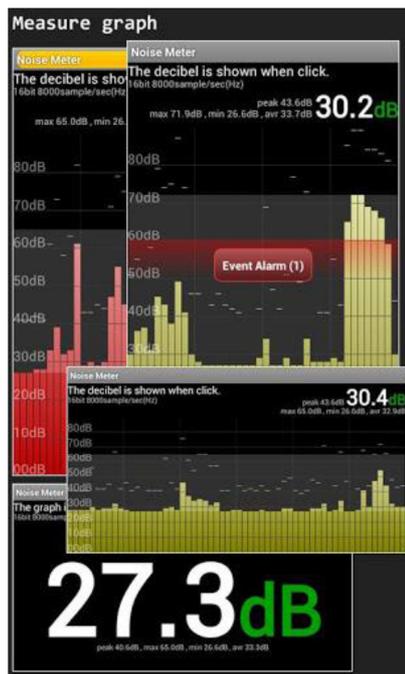


Fig. 21 Captura medición

Log List	dB	peak dB
Out side rim 73.txt	43.4	84.2
Noise meter logging test by PJW.txt	26.2	38.7
linasys.txt	38.2	50.2
Clean room 02-28.txt	26.7	39.4
log1330961987.txt	26.1	39.5
Highway road noise	28.8	46.3
log1331533652.txt	27.6	40.7
Highway road noise 2012.txt	28.2	48.7
	33.3	47.5
	27.3	47.5
	35.0	76.3
	26.9	48.3
	31.7	68.2
Highway road noise 2 (357)	27.8	42.2
from 2012/03/06 00:04 to 2012/03/06 00:52	32.3	51.3
	27.5	40.9
	27.3	40.8
	27.1	48.7

Fig. 22 Captura registros

Capturas de pantalla Sonómetro - Noise Meter JINASYS

4.3 Sonómetro - Sound Level meter LINE Corporation



Esta aplicación pertenece al paquete de 17 aplicaciones desarrolladas por LINE Corporation. Está encaminada a medir el nivel de sonido que hay alrededor del dispositivo. No tiene muchas características adicionales como otras aplicaciones pero debido al gran auge que está experimentando LINE es necesario incorporarla aquí.

La aplicación no necesita realizar ninguna acción una vez iniciada. Indica en la pantalla de display el nivel de sonido en decibelios, hasta 90, dando también unas referencias de situaciones cotidianas en cuanto a su nivel de decibelios como pueden ser:

- Sonido de la respiración (10dB)
- Sonido de un susurro (20dB)
- Conversación en susurros (30dB)
- Área residencial tranquila (40dB)
- Máquina exterior de aire acondicionado (50dB)
- Conversación normal (60dB)
- Aspiradora (70dB)
- Sonido de un piano (80dB)
- Ladrillo de perros (90dB)

La aplicación da la opción de compartir la lectura entre los contactos o directamente en la página de inicio de LINE del Smartphone en la sección Timeline. También puede publicar en Facebook y Twitter



Fig. 23 Captura pantalla Sound Level durante la medición

Esta actualizada a la versión 1.3.0, del 24 de marzo de 2014 con un tamaño de 19MB. Requiere Android 2.3.3 o superior. En Google Play tiene un registro de instalaciones entre las 1.000.000 y 5.000.000 descargas.

Se puede descargar de

<https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.naver.linetools>

A continuación se muestran diferentes capturas de pantalla de la aplicación Sound Level meter LINE Corporation en funcionamiento en un Smartphone.

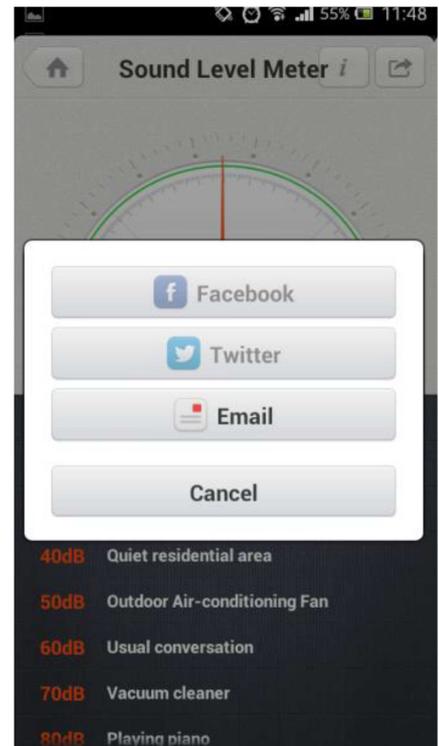


Fig. 24 Imagen Line Tools Fig. 25 Captura aplicaciones Line Tools Fig. 26 Opción compartir

4.4 Sonómetro - Sound Meter Smart Tools co



Sound Level Meter forma parte del paquete Smart Tools similar a LINE Tools y se ocupa de la medición del ruido en su versión gratuita.

El medidor de nivel de sonido utiliza el micrófono del teléfono para medir el nivel de ruido en decibelios mostrando una referencia. En su última actualización incorpora la barra de menú de acciones arriba.

No dispone de la opción de georreferenciar los datos obtenidos. La aplicación marca el nivel instantáneo, el valor mínimo y máximo así como una la media de las lecturas. Al igual que Sound Level Meter da referencias sobre los niveles acústicos en situaciones cotidianas:

- Tic-tac de un reloj (20dB)
- Susurro silencioso a 90cm (30dB)
- Zona residencial, parque (40dB)
- Oficina silenciosa, calle silenciosa (50dB)
- Conversación normal a 90cm (60dB)
- Tráfico intenso, teléfono sonando (70dB)
- Calle concurrida, alarma de reloj (80dB)
- Maquinaria de fábrica a 90cm (90dB)
- Tren de metro, sacador de pelo (100dB)
- Música rock, niño gritando (110dB)
- Umbral de dolor, trueno (120dB)
- Motor de reacción a 30m (130dB)



Fig.27 Captura-Sound Meter en medición

La aplicación muestra los resultados de forma gráfica también, solo hay que hacer clic en la pestaña correspondiente. Aparece un gráfico en el lugar de los niveles anteriores durante los 30 últimos segundos-

En la versión Pro de la aplicación (de pago) se añaden características adicionales a Sound Meter, por ejemplo Vibrometer, menú de estadística y guardar datos de historial, da una notificación de nivel, más modelos calibrados y no tiene anuncios. Además, en el gráfico se pueden poner alertas que hacen que el fondo se ponga de color rojo cuando son superadas.

En la pestaña de menú da las siguientes opciones:

- Calibrar: donde la aplicación es calibrada para realizar unas lecturas adecuadas.
- Manual: hace una breve descripción de la aplicación así como su modo de empleo.
- Ajustes: dentro de la versión gratuita se puede invertir la pantalla para acercar el micrófono del Smartphone a la fuente y ver las lecturas de forma cómoda e iniciar los ajustes predeterminados. Además, la versión pro incorpora la posibilidad de colocar alertas así como la duración del gráfico de líneas.
- Acerca de: con información sobre el desarrollador de la aplicación.

No es compatible con Sony-Ericsson Xperia(X8, X10 mini), LG (Optimus One, P350), GT-I9001, y ZTE.

Sound Level Meter es una aplicación en la que aparecen anuncios.

La versión actual de la aplicación es la 1.5.9 a, a 17 de julio de 2014, con un tamaño de 2,4MB. Requiere Android 2.2 o superior. En Google Play se han registrado entre 5.000.000 y 10.000.000 instalaciones.

Se puede descargar de

<https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.sound>

A continuación se muestran diferentes capturas de pantalla de la aplicación Sonómetro-Sound Meter Smart Tools co en funcionamiento en un Smartphone.



Fig.28 Captura en Medición



Fig.29. Captura Calibración



Fig. 30 Captura Ajustes

4.5 Sonómetro - Sound Meter Borce Trajkovski



Aplicación móvil desarrollada por Borce Trajkovski que mide el ruido en decibelios A, indicando máximo y mínimo, llegando hasta los 100dB. Es fácil de usar ya que solo hay que iniciar la aplicación y comienza a medir.

Muestra dos pestañas en el menú de opciones, Configuración y Acerca de, donde da información sobre el desarrollador. En la pestaña de Configuración se observan las diferentes opciones agrupadas en:

- Interfaz de usuario: donde se puede modificar el aspecto visual de la aplicación así como colocar alertas a diferentes niveles que se avisan por vibración y establecer el umbral para ello.
- Técnicas: habilitar o no el uso del micrófono del Smartphone (desconectado se usa para ver los niveles de propio altavoz del dispositivo); usar decibelios A o C y calibrar. En Calibrar hay dos opciones, la primera es una calibración predeterminada por parte del desarrollador en la que se muestran varias marcas y modelos de Smartphones, escogiendo la adecuada, la segunda es una calibración manual.
- Avanzadas: no apagar la pantalla cuando se está usando la aplicación y resetear los ajustes.

La aplicación está actualizada a la versión 2.7 a 31 de mayo de 2014, con un tamaño de 1,2MB. Requiere Android 2.1 o superior. El Google Play se registró entre 100.000 y 500.000 instalaciones. Se puede descargar de

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bti.soundMeter>

A continuación se muestran diferentes capturas de pantalla de la aplicación Sonómetro - Sound Meter Borce Trajkovskien en funcionamiento en un Smartphone.



Fig.31 Captura en Medición

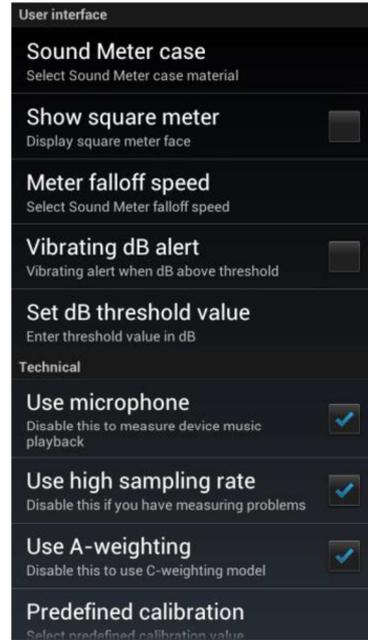


Fig.32 Captura configuración

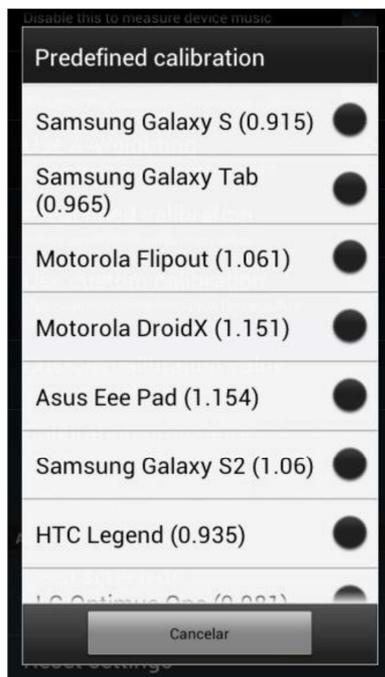


Fig.33 Captura de elección terminal



Fig.34 Captura de calibración

4.6 Sonómetro - Medidor de Decibelios TACOTY CN.



Aplicación que utiliza el micrófono del Smartphone Android para medir los ruidos del ambiente devolviendo la lectura en decibelios. Con esta aplicación, se puede fácilmente medir el nivel actual de ruido en el ambiente. De operación simple y fácil de usar.

Aplicación desarrollada por TACOTY CN no presenta gran complejidad. Tiene un menú simple, con 3 pestañas:

- Calibración: Nos da la opción de calibrarla sumando o restando decibelios a la medida realizada por la aplicación para funcionar adecuadamente.
- Más: Con enlace a Google Play para descargar más aplicaciones del desarrollador.
- Feedback: Enviar errores al desarrollador vía correo electrónico.

Presenta las medidas recogidas de forma gráfica durante los 30 últimos segundos, pero sin dar opción a consultar registros anteriores a la medición actual. En la pestaña ayuda de la aplicación nos da información de forma indicativa de los niveles de decibelios y su percepción por el oído humano:

- 0-20dB: Muy silencioso, casi no se siente nada.
- 20-40dB: Silencioso, suaves murmullos.
- 40-60dB: Conversaciones comunes de interior.
- 60-70dB: Ruidoso, puede afectar los nervios.
- 70-90dB: Muy ruidoso, afección a los nervios.
- 90-100dB: Ruido incrementado, daño auditivo.
- 100-120dB: Insoportable
- 120-140dB: Casi sordo o sordo.

La aplicación está actualizada a fecha de 8 de noviembre de 2012 a la versión 1.4.2352 con un tamaño de 821 kB. Requiere Android 1.6 o superior. En Google Play se registraron entre 100.000.000 y 500.000.000 instalaciones totales. Se puede descargar

<https://play.google.com/store/apps/details?id=cn.menue.decibelmeter>

A continuación se muestran diferentes capturas de pantalla de la aplicación Sonómetro-Medidor de Decibeles TACOTY CN



Fig.35 Captura de ajustes



Fig.36 Captura calibración



Fig.37 Captura medición

4.7 Sonómetro - Sonómetro Igni Software



El sonómetro de Igni Software es un medidor de sonido que permite leer el nivel de ruido en decibelios. La aplicación da un valor directo de ruido alrededor con el uso de un Smartphone.

Tras pulsar el "Inicio", el teléfono inicia una grabación de sonidos, que posteriormente se podrá ver y usar con los valores históricos en el gráfico deslizando la pantalla con la opción de agrandar o disminuir el grafico para ver con mayor claridad los valores registrados. Da valores del nivel máximo y mínimo en decibelios también.

Esta aplicación contiene las notificaciones AirPush (motivo de permisos) que pueden resultar molestos ya que abren anuncios emergentes en el teléfono.

La aplicación está actualizada a la versión 1.8 el 22 de septiembre de 2013, con un tamaño de 224kB. Requiere Android 2.2 o superior. En Google Play se registraron entre 100.000 y 500.000 instalaciones. Se puede descargar de

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ignisoft.soundmeter>

A continuación se muestran diferentes capturas de pantalla de la aplicación Sonómetro - Sonómetro Igni Software en funcionamiento en un Smartphone.

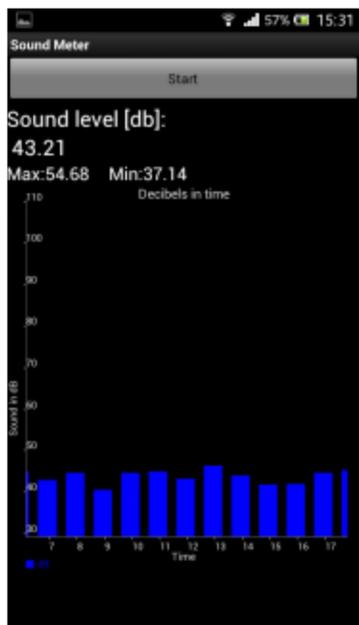


Fig.38 Captura medición graf. pequeño

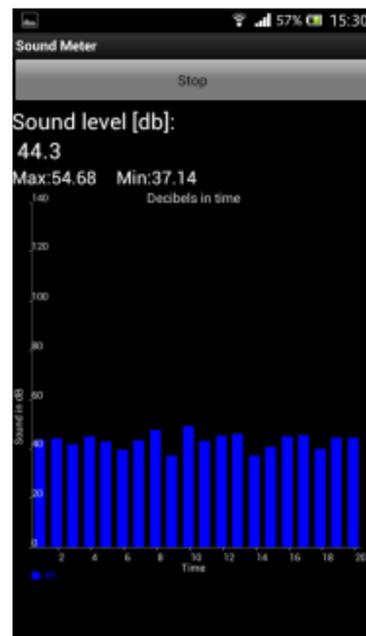


Fig.39 Captura medición graf. grande

V- CASO PRÁCTICO

El experimento se realiza con dos smartphones con el sistema operativo más extendido en España: Android. Con un Samsung Galaxy SII, un Sony Xperia P y el sonómetro profesional modelo PCE EM 322 y comienzo a medir ruidos en ambos teléfonos empleando las siete aplicaciones de sonómetros más descargadas del mundo.

Primero calibro las aplicaciones con una fuente de ruido rosa (ruido controlado, conocido y estable) y luego mido ruido de fondo y ruido blanco. Simultaneo las medidas con el sonómetro profesional y comparo los resultados.

Para la realización de este trabajo se utilizan dos fuentes estables de ruido para poder realizar medidas comparables, ruido blanco (para medidas) y ruido rosa (para calibrado) ambos archivos de audio generados por el Tone Generator. También se realiza una medición real de ruido de fondo, con aplicaciones destacadas en cada Smartphone y el sonómetro profesional.

Respecto al sonómetro utilizado, hay que señalar que se utiliza una escala baja, de 30 a 80 dB, con una ponderación fast, como línea general a seguir, en ruidos continuos la respuesta es prácticamente idéntica estando el sonómetro en fast o slow. En caso de ruidos de tipo impulsivo, corto, fluctuante, etc. la ponderación fast proporciona una respuesta más precisa puesto que el tiempo de medida es más rápido. El intervalo de medida utilizado es de 1s.

El sonómetro se ha calibrado con la ayuda de un pistófono, un aparato que emite 94 dB. Al colocarlo en el sonómetro da 94dBA, por tanto está bien calibrado porque el margen de error es de $\pm 1'5$ dBA



Fig. 40 Imagen calibración Sonómetro PCE EM 322

En los diferentes apartados de las medidas del sonómetro llamado valor medio se hace referencia al nivel equivalente, pondremos $Leq(1s)$, para poder hacer comparaciones de las diferentes lecturas, así como la hora de comienzo, la frecuencia de medidas, el número total de lecturas realizadas, el máximo y el mínimo.

Para la toma de medidas se ha utilizado un ordenador personal, junto con unos altavoces y un generador de sonido con ruidos rosa y blanco.

		
blanco.wav	rosa.wav	
		Archivos wav
		
blanco1000Hz.tdf	rosa1000Hz.tdf	
		archivos Note Generator

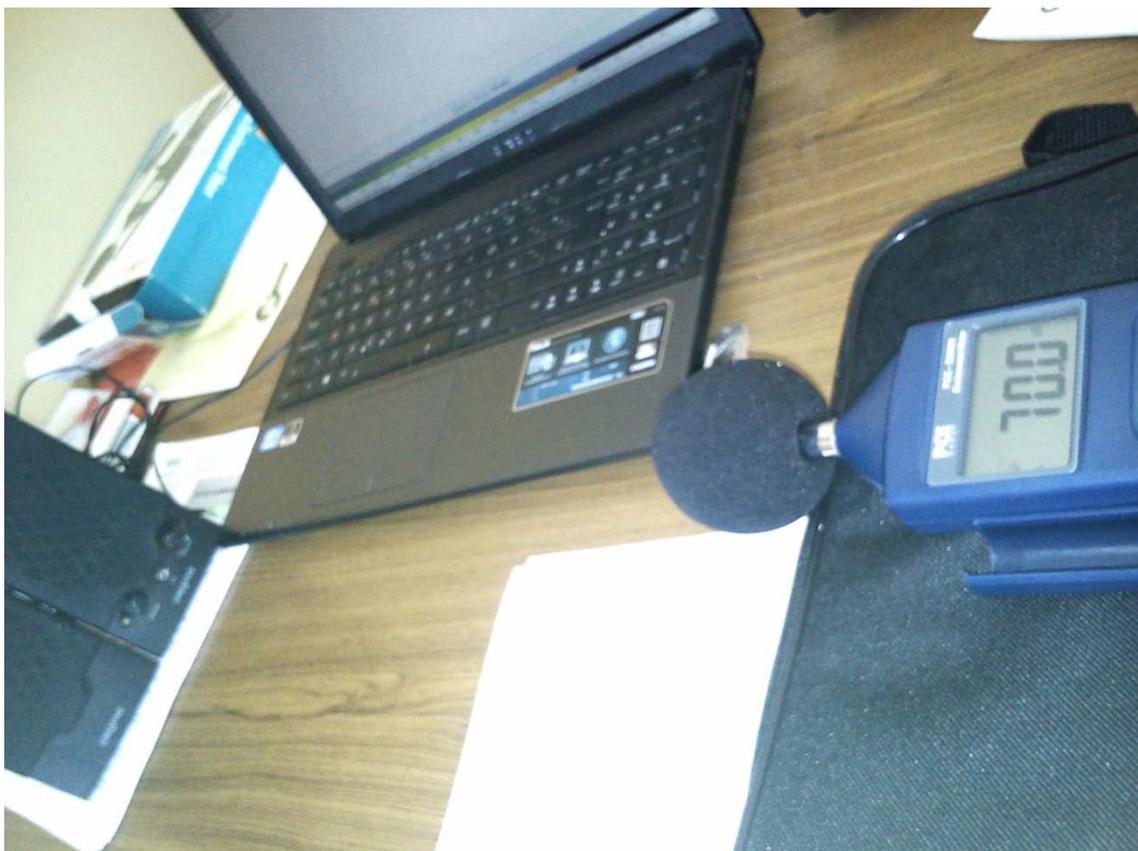


Fig. 41 Medición del ruido blanco con PCE EM 322

1. Medición de ruido de FONDO

Cuando se realizan medidas acústicas se considera ruido de fondo cualquier sonido indeseado que se produce de forma simultánea a la realización de una medida acústica, y que puede afectar al resultado de la misma. Para comenzar se realiza una medida del ruido de fondo durante 10 minutos, con actividad normal, con un intervalo de medidas de un segundo.

Los resultados obtenidos con el sonómetro profesional PCE EM 322 son:

Hora de comienzo:	9:42:46. 24/08/2014
Frecuencia de medidas:	1,0 s
Número de medidas:	600
Valor medio:	41,5dB
Máximo:	67,4 dB (9:50:23. 24/08/2014)
Mínimo:	38,2 dB (9:52:47. 24/08/2014)

Tabla 8. Resumen resultados medición Ruido de Fondo PCE EM 322

La gráfica que generan los resultados obtenidos por PCE EM 322 es:

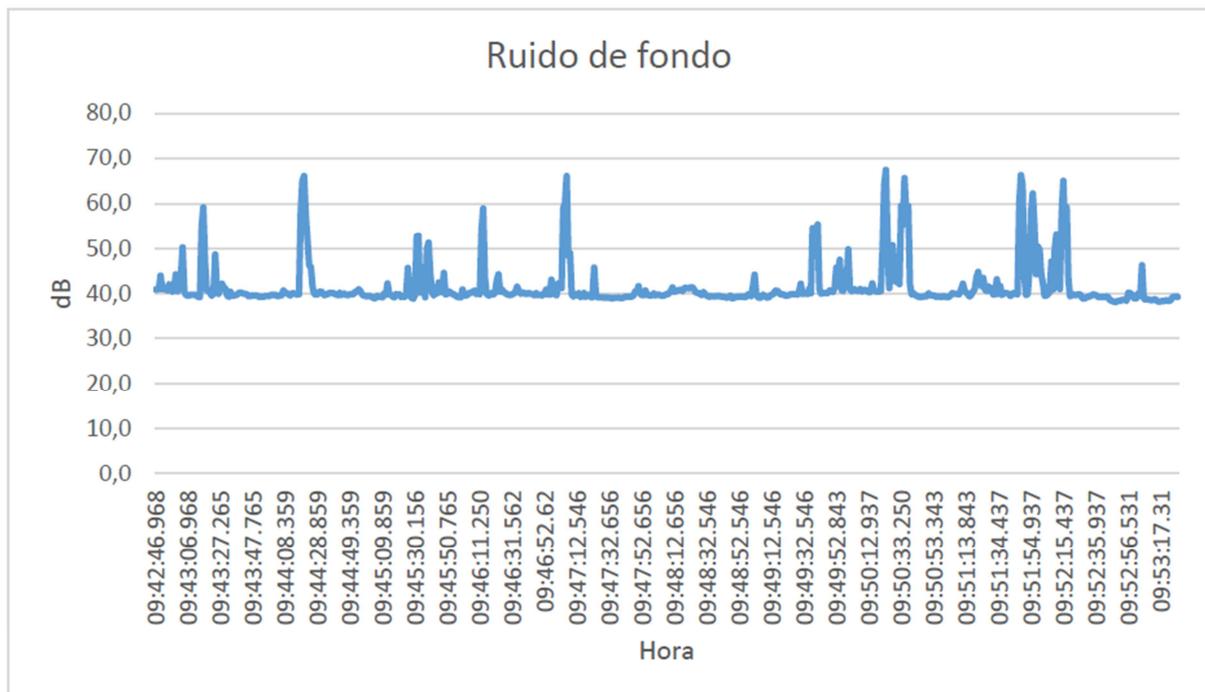


Fig. 42 Gráfica Decibelios-medicación del ruido de fondo PCE EM 322

El ruido de fondo durante el caso práctico es 41dBA. Se encuentran valores puntuales altos, de una diferencia de 30dBA más, causados diferentes alteraciones durante la medida propias del fondo en el interior de un despacho.

Los resultados medios, máximos y mínimos obtenidos por las aplicaciones estudiadas son:

APLICACION		SONY EXPERIA P dB				SAMSUNG GALAXY S2 dB			
1	deciBel decibel BSB Mobile Solutions	Med	39,7	Max	63,0	Med	35,5	Max	63,5
				Min	38,5			Min	34,8
				Hz	100-200			Hz	100-200
2	Noise Meter JINASYS	Med	17,3			31,6	Ver anexo 1		
3	Sound Level meter LINE Co.	Med	38,5	Max	40	Med	38,0	Max	39
				Min	37			Min	37
4	Sound Meter Smart Tools co	Med	43,9	Max	50,77	Med	50,8,	Max	55,05
				Min	35,76			Min	16,05
5	Sound Meter B. Trajkovski	Med	66,0	Max	67	Med	38,5	Max	39
				Min	65			Min	38
6	Medidor de Decibeles TACOTY CN	Med	56,0	Max	---	Med	39,0	Max	---
				Min	---			Min	---
7	Sonómetro Igni Software	Med	52,0	Max	---	Med	35,0	Max	---
				Min	---			Min	---

Tabla 9. Resultados medición ruido de fondo de las aplicaciones [Ver análisis de los resultados](#)

2. Medición de ruido de ROSA

En este apartado es usado para la calibración de las diferentes aplicaciones que dan opción a ello, se realizan medidas con una frecuencia de un segundo con el sonómetro, durante 5 minutos y a una distancia de 50cm de la fuente.

Los resultados obtenidos con el sonómetro profesional PCE EM 322 son:

Hora de comienzo:	12:37:26. 24/08/2014
Frecuencia de medidas:	1,0 s
Número de medidas:	300
Valor medio:	70,6dB
Máximo:	71,8dB (12:37:28. 24/08/2014)
Mínimo:	69,4dB (12:41:22. 24/08/2014)

Tabla 10. Resumen resultados medición Ruido Rosa PCE EM 322

La gráfica que generan los resultados obtenidos por PCE EM 322 es:

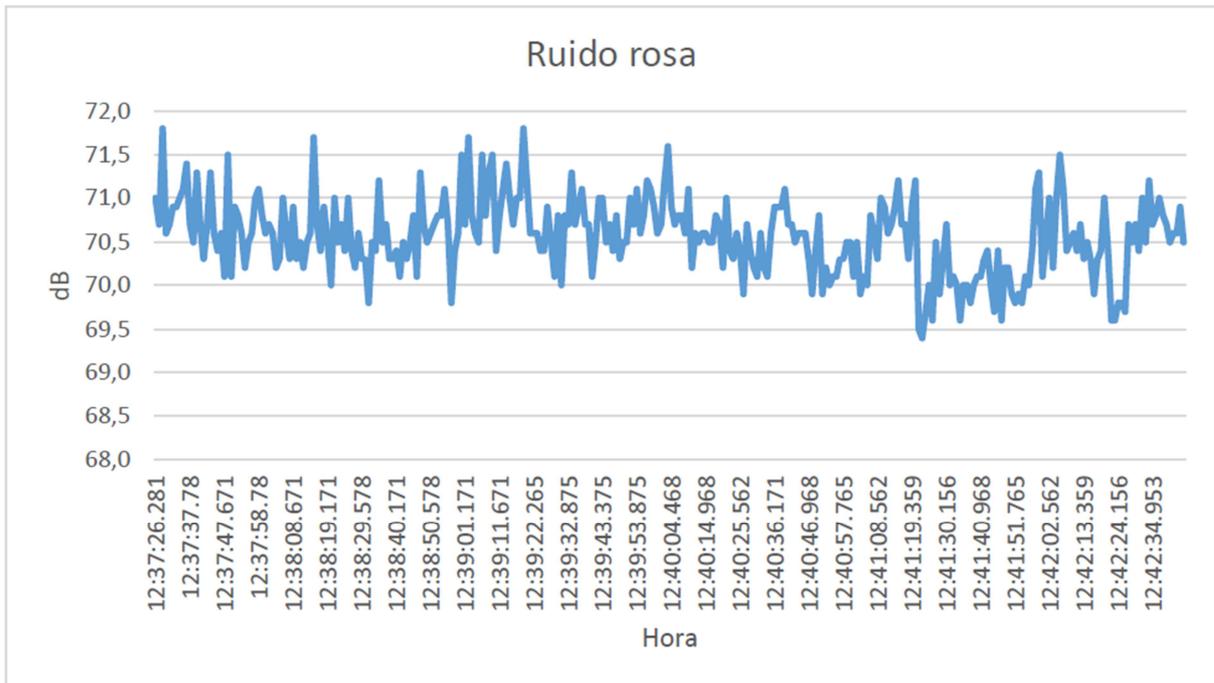


Fig. 43 Gráfica Decibelios-medición del ruido de Rosa PCE EM 322

De las aplicaciones estudiadas de las que permiten calibrado se destaca la siguiente calibración:

APLICACION	SONY EXPERIA P dB	SAMSUNG GALAXY S2 dB
1. deciBel deciBel decibel BSB Mobile Solutions	Calibrado a 70 dB	Calibrado a 70 dB
4. Sound Meter Smart Tools co	Calibrado a 70 dB	Calibrado a 70 dB
6. Medidor de Decibeles TACOTY CN	+6	-10
7. Sonómetro Igni Software	+5	-10

Tabla 11. Resultado de la calibración de las aplicaciones

3. Medición de ruido de BLANCO

Se ha utilizado una fuente estable de ruido blanco, de 70dB, medido con el sonómetro profesional, a 50cm de la fuente. Los resultados obtenidos son:

Los resultados obtenidos con el sonómetro profesional PCE EM 322 son:

Hora de comienzo:	12:30:13. 24/08/2014
Frecuencia de medidas:	1,0 s
Número de medidas:	300
Valor medio:	70,4dB
Máximo:	71,1dB (12:30:41. 24/08/2014)
Mínimo:	69,7dB (12:33:18. 24/08/2014)

Tabla 12. Resumen resultados medición Ruido Blanco PCE EM 322

La gráfica que generan los resultados obtenidos por PCE EM 322 es:

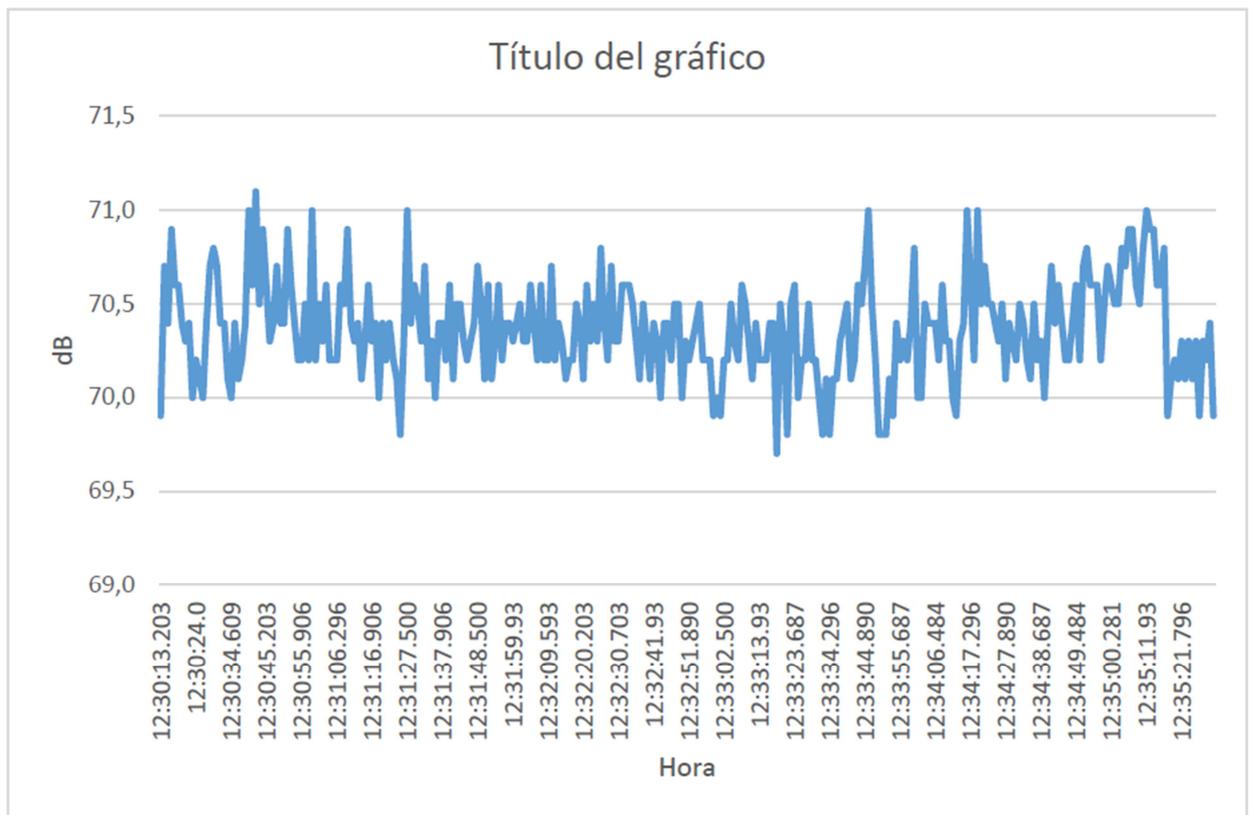


Fig. 44 Gráfica Decibelios-medición del ruido de blanco PCE EM 322

Los resultados medios, máximos y mínimos obtenidos por las aplicaciones estudiadas son:

APLICACION		SONY EXPERIA P dB				SAMSUNG GALAXY S2 dB			
1	deciBel decibel BSB Mobile Solutions	Med	72,2	Max	74,1	Med	71	Max	71,8
				Min	71,7			Min	69,6
				Hz	7500-8000			Hz	8400-9600
2	Noise Meter JINASYS	Med	42,3	Ver anexo 1		59,3	Ver anexo 1		
3	Sound Level meter LINE Co.	Med	53,0	Max	55	Med	71	Max	73
				Min	50			Min	69
4	Sound Meter Smart Tools co	Med	66	Ver análisis de los resultados		67	Ver análisis de los resultados		
5	Sound Meter B. Trajkovski	Med	46,28	Max	50,24	Med	71,79	Max	73,54
				Min	41,72			Min	36,54
6	Medidor de Decibeles TACOTY CN	Med	69,5	Max	70	Med	67	Max	66
				Min	69			Min	65
7	Sonómetro Igni Software	Med	66	Max	61	Med	67	Max	72
				Min	60			Min	65

Tabla 13. Resultados medición ruido de fondo de las aplicaciones [Ver análisis de los resultados](#)

VI- ANÁLISIS Y RESULTADOS, CONCLUSIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS

1. RUIDO DE FONDO

Para este apartado se ha comparado la lectura real del sonómetro profesional Tabla 14 con las de cada aplicación Tabla 15, de tal forma que cuando el valor de la aplicación sea mayor a la lectura real se indicará en naranja y cuando el valor de la aplicación sea inferior será azul.

SONOMETRO profesional
Valor medio 41,5dB
Máximo: 67,4dB (9:50:23. 24/08/2014)
Mínimo: 38,2dB (9:52:47. 24/08/2014)

Tabla 14. Resumen resultados medición Ruido de Fondo PCE EM 322

APLICACION	SONY EXPERIA P dB	SAMSUNG GALAXY S2 dB
1. deciBel decibel BSB Mobile Solutions	39,7	35,5
2. Noise Meter JINASYS	17,3	31,6
3. Sound Level meter LINE Co.	38,5	38,0
4. Sound Meter Smart Tools co	43,9	50,8
5. Sound Meter B. Trajkovski	66,0	38,5
6. Medidor de Decibeles TACOTY CN	56,0	39,0
7. Sonómetro Igni Software	52,0	35,0

Tabla 15. Resumen resultados medición Ruido de Fondo por aplicaciones. Datos Medios

Es decir que las diferencias en decibelios entre cada una de las dos medidas es:

APLICACION	SONY EXPERIA P dB	SAMSUNG GALAXY S2 dB
1. deciBel decibel BSB Mobile Solutions	-1,8	-6
2. Noise Meter JINASYS	-24,2	-9,9
3. Sound Level meter LINE Co.	-3	-3,5
4. Sound Meter Smart Tools co	2,4	9,3
5. Sound Meter B. Trajkovski	24,5	-3
6. Medidor de Decibeles TACOTY CN	14,5	-2,5
7. Sonómetro Igni Software	10,5	-6,5

Tabla 16. Diferencia de medición entre PCE-aplicaciones para el Ruido de Fondo. Datos Medios

De todas las medidas realizadas, aún están calibradas las aplicaciones que dan la opción (vistas antes) solo tres se acercan a la lectura del sonómetro profesional PCE EM 322:

- Sound Meter Smart Tools co Meter, con 43,9dB para Sony Xperia P .
- Sound Level meter LINE Co, con 38,5dB para Samsung Galaxy SII .
- Medidor de Decibeles TACOTY CN, con 39dB también para Samsung Galaxy SII .

Se observa que el resto de medidas tienen una diferencia grande y son muy variables respecto a la lectura del sonómetro, destacando por su gran error Noise Meter en el terminal Sony Xperia P, con una lectura 24,2dB inferior a la obtenida por el sonómetro profesional. Sound Meter, con 24,5dB más para Sony Xperia P. Hay que destacar que esta última aplicación, Sound Meter, da un valor que se puede ajustar con la realidad para Samsung Galaxy SII.

Las aplicaciones que no llegan con su lectura al mínimo que se extrae de las medidas del sonómetro son:

- DeciBel, para Samsung Galaxy SII.
- Noise Meter, para ambos modelos de Smartphone.
- Sound Level Meter, para Samsung Galaxy SII.
- Medidor de DeciBels, para ambos modelos de Smartphone.
- Sonómetro, para Samsung Galaxy SII.

El valor máximo registrado por el sonómetro no es sobrepasado por ninguna aplicación.

2. RUIDO BLANCO

Para este apartado se ha comparado la lectura obtenida del sonómetro profesional con las de cada aplicación, de tal forma que cuando el valor de la aplicación sea mayor a la lectura real se indicará en naranja y cuando el valor de la aplicación sea inferior será azul.

SONOMETRO
Valor medio 70,4dB
Máximo: 71,1 dB (12:30:41. 24/08/2014)
Mínimo: 69,7 dB (12:33:18. 24/08/2014)

Tabla 17. Resumen resultados medición Ruido de Blanco con PCE EM 322

APLICACION	SONY EXPERIA P dB	SAMSUNG GALAXY S2 dB
1. deciBel decibel BSB Mobile Solutions	72,2	71,0
2. Noise Meter JINASYS	42,3	59,3
3. Sound Level meter LINE Co.	53,0	71,0
4. Sound Meter Smart Tools co	66,0	67,0
5. Sound Meter B. Trajkovski	46,28	71,79
6. Medidor de Decibeles TACOTY CN	69,5	67,0
7. Sonómetro Igni Software	66,0	67,0

Tabla 18. Resumen resultados medición Ruido de Blanco por aplicaciones. Datos Medios

A continuación se muestra cuantos dB de diferencia tiene cada aplicación respecto a la lectura obtenida por PCE EM 322 :

APLICACION	SONY EXPERIA P dB	SAMSUNG GALAXY S2 dB
1. deciBel decibel BSB Mobile Solutions	1,8	0,6
2. Noise Meter JINASYS	-28,1	-11,1
3. Sound Level meter LINE Co.	-17,4	0,6
4. Sound Meter Smart Tools co	-4,4	-3,4
5. Sound Meter B. Trajkovski	-24,12	1,39
6. Medidor de Decibeles TACOTY CN	-0,9	-3,4
7. Sonómetro Igni Software	-4,4	-3,4

Tabla 19. Diferencia de medición entre PCE-aplicaciones para el Ruido Blanco. Datos Medios

De todas las medidas realizadas con las aplicaciones que dan la opción a ser calibradas (vistas antes) solo tres se pueden acercar a la lectura realizada con el PCE EM 322

- **deciBel decibel BSB Mobile Solutions, con una lectura de 72,2dB para Sony Xperia P y 71dB para Samsung Galaxy SII.**
- **Sound Level meter LINE Co., con una lectura de 71dB para Samsung Galaxy SII.**
- **Sound Meter, con una lectura de 71,9dB para Samsung Galaxy SII.**

El mayor error lo registra Medidor de Niveles de Ruido, con 44,7dB menos y 36,2dB menos en Sony Xperia P y Samsung Galaxy SII respectivamente, seguidos de Noise Meter, con una diferencia de 28,1dB menos para Sony Xperia P y Sound Meter, con 24,12dB menos para Sony Xperia P. Hay que destacar que esta última aplicación, Sound Meter, da un valor que se puede ajustar con la realidad para Samsung Galaxy SII

Las aplicaciones que no llegan con su lectura al mínimo que se extrae de las medidas del sonómetro son:

- Noise Meter, para ambos modelos de Smartphone.
- Sound Level Meter, para Sony Xperia P.
- Sound Meter, para Sony Xperia P.
- Medidor de DeciBels, para ambos modelos de Smartphone.
- Sonómetro, para ambos modelos de Smartphone.

El valor máximo registrado por el sonómetro también es sobrepasado por:

- DeciBel, para Sony Xperia P.
- Sound Meter, para Samsung Galaxy SII

VI ACTIVIDADES PROPUESTAS para la Asignatura de Tecnología

1. Aprender a medir con el sonómetro: Medición del ruido de varios pequeños electrodomésticos

- Primera parte: Niveles de sonoridad de distintos electrodomésticos. Necesitamos: Un sonómetro. Electrodomésticos: un secador de pelo, una minipimer, un aspirador, un reproductor de música, unos cascos, un órgano eléctrico...
- Todas las mediciones que vamos a llevar a cabo se van a ver afectadas por el ruido de fondo de la clase.
- No podemos evitarlo de forma sencilla, pero sí tratar de minimizar su efecto. Para ello hemos de:

1º- Guardar el máximo silencio posible en la clase.

2º- Tomar las medidas muy cerca de la fuente sonora, para que sea este sonido el que predomine.

- Aprender a medir con el sonómetro. Situando siempre el sonómetro a la misma distancia (aproximadamente 10 cm) de la fuente sonora, para que los resultados sean comparables. Hay que anotar las lecturas del sonómetro ubicándolas en la siguiente tabla 20:

-

Fuente sonora	Nivel de intensidad sonora (db)				
	Medida 1	Medida2	Medida3	Medida 4	Valor medio
Ruido de fondo					
Secador de pelo					
Minipímer					
Reproductor de música al volumen que sueles escucharlo					
Música en los cascos, al volumen que sueles escucharla					
Un órgano eléctrico con música grave y volumen máximo					
Un órgano eléctrico con música aguda y volumen máximo					

Tabla 20. Tabla de toma de lecturas con el sonómetro smartphone

En cualquier caso, nuestro objetivo no es obtener datos muy precisos, sino orientativos, y además, en la vida cotidiana siempre existe un ruido de fondo.

- Segunda Parte: Disminución de la intensidad sonora con la distancia

Completa la siguiente tabla 21 anotando las mediciones en decibelios (dB) emitidos por una misma fuente. El micrófono debes colocarlo a distancias mostradas en la tabla. Es muy importante que estéis en silencio. ¿Cuál es el problema de medir a largas distancias respecto al rigor de los resultados?

Distancia a la fuente sonora (cm)	Nivel de intensidad (db)			
	Medida1	Medida2	Medida3	Media
10				
50				
100				
200				

Tabla 21. Tabla de toma de lecturas con el sonómetro Smartphone a distintas distancias

- Tercera parte: Suma de intensidades

Mide por separado el nivel de intensidad sonora de dos fuentes. Luego enciende las dos a la vez y mide los decibelios, ¿qué esperas obtener? , ¿es la suma?

2. El sonido no se transmite en el vacío.

El sonido se produce por la vibración de un medio material y para propagarse necesita también de un medio que pueda vibrar, por ejemplo, el aire. Por ello, en el vacío es imposible que el sonido se transmita. Por ejemplo, si metemos un reloj en un recipiente en el que se hace el vacío no podremos escuchar la alarma.

- En primer lugar nosotros programamos un reloj con alarma y lo colocamos dentro de una garrafa de agua de plástico, la tapamos y esperamos a escuchar la alarma y medir con nuestro smartphones sonómetros.

- Metemos nuestro reloj con alarma en una campana de vacío. Lo hacemos sonar y medimos. Se puede escuchar perfectamente el sonido de la alarma
- Lo programamos, hacemos el vacío en la campana, y medimos. Ahora si podemos apreciar cómo no se escucha nada de sonido al aplicar vacío al sistema.

Comparar los resultados obtenidos y explicar el motivo de la diferencia en la medición.

3. Teléfonos y vasos comunicantes

- En este experimento realizamos la "fabricación" de un teléfono con dos botecillos de actimel y un hilo.
- Realizamos una grabación de una conversación y mientras una persona se pone en cada extremo con un "teléfono", una emite la grabación y otra mide con su Smartphone sonómetro.
- En primer lugar lo realizamos con un hilo de aproximadamente 2 metros, después con alambre de acero de también unos 2 metros y de 4 metros.

Analizamos los diferentes resultados obtenidos. El sonido depende del medio material y de la distancia al foco emisor.

4. Determinar la velocidad del sonido en el aire empleando el fenómeno de resonancia en un tubo

- En primer lugar nos fabricamos con botellas de refresco transparentes un tubo de aproximadamente 1.5 metros en cuyo interior pueda discurrir nuestro Smartphone sonómetro. Cortamos su boca y su base y las hacemos encajar, pegándolas con cianocrilato. También hemos de confeccionar dos tapitas a nuestro tubo con pequeños orificios en el centro para pasar cables.
- Con nuestro software generador de tonos, generamos una señal senoidal y escogemos una frecuencia adecuada para que no nos haga daño o moleste al oído. Entre 1000-10.000Hz.
- En un extremo del tubo pondremos nuestro altavoz y por el otro pasaremos nuestro Smartphone sonómetro al que previamente habremos atado con un cordoncillo.
- De inicio permanecerán juntos. El altavoz quieto en un extremo y nuestro sonómetro recorrerá el interior del tubo realizando mediciones del sonido en el interior del tubo mientras lo deslizamos tirando del cordón.
- Anotaremos las posiciones del sonómetro donde se produce una mínima lectura. Estas serán Nodos que numeraremos, 1, 2, 3... Continuaremos alejando nuestro sonómetro hasta la siguiente lectura mínima.
- Medimos y registramos las distancias entre cada dos nodos consecutivos empezando por los nodos 1 y 2, el 2 y 3, siguiendo así sucesivamente.
- Calcularemos la longitud de onda λ_1 de la primera zona utilizando los nodos 1 y 3. También la Longitud de onda de la onda λ_2 de la segunda zona entre los nodos 2 y 4. Continuar el proceso hasta donde sea posible.
- Determinar la velocidad de propagación del sonido para cada una de las zonas de paso anteriores multiplicando para ello la longitud de onda de la zona correspondiente por la frecuencia de onda estacionaria indicada en nuestro generador de tonos.

- Generar una tabla de datos

Zona número	Longitud de onda m	Frecuencia Hz	Velocidad m/s

Tabla 22. Tabla de toma de datos

La velocidad del sonido (experimental) se calcula obteniendo el valor promedio de las velocidades de la tabla anterior

Hemos de medir la Temperatura del laboratorio en Celsius para realizar los cálculos, sabiendo que $V = 340 \text{ m/s}$

La ecuación fundamental de propagación de ondas en la atmósfera es:

$$V = \text{frecuencia} * \text{Lambda}$$

Donde:

V es la velocidad del sonido

F frecuencia en Hz

Lambda la longitud de onda

Por lo tanto:

La velocidad del sonido en el aire (a 20 °C) es de 340 m/s

Otros ejemplos posibles:

En el agua es de 1.600 m/s

En la madera es de 3.900 m/s

En el acero es de 5.100 m/s

Al aumentar la longitud de onda la frecuencia disminuye. La intensidad del sonido se mide con un Sonómetro. La unidad de intensidad del sonido es el Decibelio (dB). Al crecer la amplitud de las ondas sonoras aumenta la presión del sonido en la escala de decibelios.

Proponer preguntas a los alumnos del tipo: ¿si realizásemos este mismo experimento en la cima de una montaña de 2.500m, cómo esperas que sea el valor experimental de la velocidad, menor, igual o mayor? Justificar

Posibles prácticas a proponer:

- Ver como varía la medición no sólo con el medio o la distancia, sino con la dirección del micrófono hacia la fuente emisora.
- Realizar medida con el sonómetros días secos y días de lluvia, para ver como influye la humedad relativa, la temperatura, y la presión atmosférica en las mediciones
- Realizar un mapa sonoro del colegio. Indicando ubicaciones y nivel sonoro
- Estudiar posibles aislantes sonoros y ver fenómenos de energía reflejada, absorbida etc.

VIII CONCLUSIONES GENERALES

- **Gran potencial.** La conclusión principal es que el uso de dispositivos móviles en educación es un elemento fundamental en la construcción de conocimiento, ya que con la utilización de estas tecnologías se incrementan las posibilidades de interactuar con los miembros del grupo, se mejora la comunicación; por lo tanto, se difumina la barrera que separa a docentes y alumnos.
- **Falta de rigor en los resultados de las aplicaciones a causa del micrófono.** Otra conclusión fundamental del presente trabajo es que las aplicaciones móviles en el campo de la medición acústica para Smartphone NO son exactas, no poseen rigor. Al ser comparadas una por una con las lecturas de un sonómetro profesional se ve la gran aleatoriedad que poseen, una determinada aplicación en un determinado modelo de Smartphone da una lectura que no tiene nada que ver con la que pueda realizar la misma aplicación en otro modelo de Smartphone. No solo se queda ahí, utilizando la misma aplicación y el mismo Smartphone con la misma fuente también da lecturas diferentes. **A saber: al medir el ruido blanco ninguna aplicación marcó los 70 decibelios que debía marcar, registraron valores entre 5 y 10 decibelios por encima o por debajo, en función del sonómetro móvil evaluado y el teléfono empleado.** Esto se debe en gran medida al micrófono de los teléfonos y su respuesta espectral. Los fabricantes instalan micrófonos sensibles al rango de frecuencias de la voz humana (de 1.000 a 5.000 hertzios) pero queda fuera un abanico de sonidos que va de 20 a 20.000 hertzios, es decir que en las otras bandas de frecuencia son muy imprecisos.
- **Falta de uniformidad en las aplicaciones.** El problema secundario está en la variable de cada aplicación, no miden la misma magnitud, algunas permiten guardar el registro, otras no, unas miden un tiempo, otras te permiten decidir el tiempo de medida, algunas permiten ser calibradas... otras no. Se debe a la gran variedad de fabricantes de smartphones a los que han de adaptarse.

- **Para medidas absolutas de sonido NO son válidas aunque si pueden serlo de forma de medidas relativas y en un ámbito educativo.**
- **Ventaja económica.** Recoger observaciones de los fenómenos físicos en el desarrollo de prácticas de laboratorio de tecnología a través de aproximaciones clásicas implica el despliegue de Sensores cuyo coste de implantación y mantenimiento podría ser muy alto para los Centros de Enseñanza. La tendencia actual hacia el uso de dispositivos móviles en educación está enfocada a que en el futuro, cada vez más se utilicen estos aparatos en las aulas y en los centros educativos y culturales.
- De todas las apps analizadas la que más se acerca a los valores de un sonómetro profesional es la **aplicación de Line Tools**.
- **A nivel práctico** durante las mediciones hay que tener en cuenta la posición y distancia del micrófono a la fuente sonora. Si el día de la medición hay una alta o baja humedad relativa, no olvidemos que el sonido es una onda material y depende de la densidad del medio en el que se propaga, las dimensiones del cuarto donde se mide pues podemos tener fenómenos de reverberación, si el foco sonoro es único o doble y a que distancia se encuentran, la presión atmosférica, no olvidemos que un sonómetro mide la presión sonora.
- Sabiendo que las aplicaciones no son válidas para medir niveles de sonido absolutos pero si son competitivas en mediciones relativas, considero que poseen **gran utilidad para la enseñanza**, siendo totalmente válidas a la hora de realizar actividades. Atendiendo a todas las variables de la medición indicadas en el punto anterior, es posible realizar numerosas actividades en el laboratorio.

- **Las ventajas del M-learning son:**

- Económicas. Logísticas.
- El estudiante, al trabajar con elementos considerados propios y de los cuales conoce su utilidad, asimila también los contenidos como propios y no como algo ajeno al mismo de difícil acceso.
- El aprendizaje puede enfocarse por dos vertientes diferenciadas. Un aprendizaje individual y constructivo, una actividad colaborativa.
- Posibilita el estudio desde casa, otro laboratorio. Realizar las prácticas en otro horario, etc. Da acceso al estudio a alumnos con dificultad de desplazamiento por múltiples causas.
- Incentiva la inquietud de saber al poder utilizar otros sensores y aplicaciones.
- Las aplicaciones son muy intuitivas. Acercamiento de los alumnos a las nuevas tecnologías.

- **Los inconvenientes del M-learning son:**

- El profesor ha de conocer las aplicaciones y preparar nuevas prácticas
- Los alumnos tienen la posibilidad de encontrarse en otro lugar a la materia que se esté impartiendo, o simplemente hablando con sus amigos a través de mensajería instantánea
- Precisa de una memoria de apoyo tipo Dropbox o Google Drive
- Existe la posibilidad del deterioro del terminal.
- Algunas aplicaciones tienen un gran tamaño y en smartphones antiguos pueden dificultar su funcionamiento.

B- BIBLIOGRAFÍA

C. A. Kardous and P. B. Shaw J. 2014 "Smartphone sound measurement apps" Acoust. Soc. Am. 135 , 186-192

INGENIERIA ACUSTICA MANUEL RECUERO LOPEZ, S.A. EDICIONES PARANINFO, 1999 ISBN 9788428326391

ONDAS: TEORIA Y PROBLEMA EUGENIO GAITE DOMINGUEZ, UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. SECRETARIADO DE PUBLICACIONES E I, 2002 ISBN 9788484481454

Enlaces web (último acceso 27/08/2014)

<http://barraespaciadora.com/2013/08/23/sensores-de-smartphones-conoce-cuales-son-y-como-funcionan/>

<http://gouforit.com/sabes-cuantos-tipos-diferentes-de-sensores-vas-a-encontrar-dentro-de-un-smartphone/>

http://www.iuntadeandalucia.es/averroes/iesmateoaleman/musica/onda_sonora.htm

<http://dc239.4shared.com/doc/jf3W9EKD/preview.html>

http://webs.uvigo.es/gcastro/PFC/Capitulo_uno_c.htm

<http://www.climablock.com/Proteccion%20Acustica-02.3-Absorcion-sonora-Barrera-pantalla-acustica.htm>

[http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/\(1\)%20prop%20fis%20del%20ruido/param%20que%20definen%20el%20ruido.htm](http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/(1)%20prop%20fis%20del%20ruido/param%20que%20definen%20el%20ruido.htm)

<http://www.diversidadambiental.org/medios/nota132.html>

<http://www.inacor.com.mx/analisis.html>

<http://www.controlderuido.com.ar/tipos-de-ruídos.html>

http://www.engineeringtoolbox.com/decibel-d_59.html

<http://arturodelgadofisica2.blogia.com/2010/101727-acustica.php>

<http://www.doctorproaudio.com/content.php?117-diccionarioglosario-sonido#FFT>

<http://www.doctorproaudio.com/content.php?154-microfonos-patrones-de-captacion>

http://www.sistemasynkro.com/diccionario_acustico.aspx

<http://www.acusticaintegral.com/cat/conceptos/>

<http://www.acusticayvibraciones.com/legislacion-ruído-y-vibraciones.html>

<http://www.digital-nature.com/uploads/documentos/2013-Spain-Digital-Future-in-Focus.pdf>

<http://www.comscore.com/esl/Insights/Presentations-and-Whitepapers/2013/2013-Spain-Digital-Future-in-Focus>

<http://www.areatecnologia.com/Que-es-un-smartphone.htm>

<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-ruído/sonometro-con-logger-de-datos-sl-322.htm>

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White_noise_pwelch.png

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pink_noise_spectrum.png

<http://recursos.educ.ar/aprendizajeabierto/aprendizaje-con-dispositivos-moviles-2/>

<http://evac9.blogspot.com.es/2013/02/experimentos-con-luz-y-sonido.html>

<http://prepaunodiurna.files.wordpress.com/2013/08/practicas-de-laboratorio-fisica-iii.pdf>

<http://quifi-mj.blogspot.com.es/2013/04/practicas-de-sonido-en-el-laboratorio.html>

http://fisicaclass.files.wordpress.com/2012/09/nivel_de_intensidad_de_ruidos_unah1.pdf

C- INDICE FIGURAS Y TABLAS

INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1 Frecuencias del sonido. Fuente Junta de Andalucía
- Fig. 2. Descomposición de la energía sonora. Fuente: Climablock
- Fig. 3. Gráfica para sumar pares de niveles sonoros. Fuente: Rabfis Lab. Virtuales en Ciencia y Tecnología
- Fig. 4. Percepción humana a diferentes niveles de ruido. Fuente: Diversidad ambiental
- Fig. 5. Ejemplos de diferentes niveles de presión. Fuente: Diversidad ambiental
- Fig. 6. Descomposición espectral del ruido en varias frecuencias Fuente inacor
- Fig. 7. Gráficas de nivel sonoro de tipos de ruidos. Fuente: Control del ruido
- Fig. 7.1. Gráficas Ruido blanco Welch Fuente: Wikipedia
- Fig. 7.2. Gráficas Ruido Rosa Fuente Wikipedia
- Fig. 8. Gráfica Frecuencias-dB de un ruido blanco, rosa y rojo con analizador de tiempo real RTA Fuente: DoctorProAudio
- Fig. 9. Gráfica Frecuencias-dB con analizador FFT de un ruido blanco, rosa y rojo Fuente: DoctorProAudio
- Fig. 10. Curvas de ponderación A-B-C. Fuente: Engineeringtoolbox
- Fig. 11. Gráfica comparativa entre niveles en dB y en dBA Fuente: Arturo Delgado y Universidad de Vigo
- Fig. 12. Cuadro con Normativa aplicable a medición de ruido ambiental y sonómetros Fuente: acústica y vibraciones
- Fig. 13 Imagen Altavoces Creative SBS 250 Fuente: Creative
- Fig. 14. Capturas de pantalla de la aplicación Tone Generator Fuente: Elaboración propia
- Fig. 15 Imagen sonómetro PCE EM 322 Fuente:PCE Iberica
- Fig. 16. Lectura Modo rápido decibel BSB Mobile Solutions Fuente: Elaboración propia
- Fig. 17. Calibración decibel BSB Mobile Solutions Fuente: Elaboración propia

Fig. 18 Pantalla ayuda decibel BSB Mobile Solutions Fuente: Elaboración propia

Fig. 19 Captura Noise Meter durante la medición Fuente: elaboración propia

Fig. 20 Captura configuración- Noise Meter Fuente: Google Play

Fig. 21 Captura medición - Noise Meter Fuente: Google Play

Fig. 22 Captura registros - Noise Meter Fuente: Google Play

Fig. 23 Captura Sound Level durante la medición Fuente: elaboración propia

Fig. 24 Imagen Line Tools Fuente: Google Play

Fig. 25 Captura aplicaciones Line Tools Fuente: Google Play

Fig. 26 Option compartir Fuente: Google Play

Fig.27 Captura-Sound Meter en medición Fuente: elaboración propia

Fig.28 Captura en Medición Sonómetro- Sound Meter Smart Tools co Fuente: Google Play

Fig.29. Captura Calibración Sonómetro- Sound Meter Smart Tools co Fuente: Google Play

Fig. 30 Captura Ajustes Sonómetro- Sound Meter Smart Tools co Fuente: Google Play

Fig.31 Captura en Medición Sonómetro - Sound Meter Borce Trajkovskien Fuente: Google Play

Fig.32 Captura configuración Sonómetro - Sound Meter Borce Trajkovskien Fuente: Google Play

Fig.33 Captura de elección terminal Sonómetro - Sound Meter Borce Trajkovskien Fuente: elaboración propia

Fig.34 Captura de calibración Sonómetro - Sound Meter Borce Trajkovskien Fuente: elaboración propia

Fig.35 Captura de ajustes Medidor de Decibeles Fuente: Google Play

Fig.36 Captura calibración Medidor de Decibeles Fuente: Google Play

Fig.37 Captura medición Medidor de Decibeles Fuente: Google Play

Fig.38 Captura medición graf. Pequeño Sonómetro Igni Software Fuente: elaboración propia

Fig.39 Captura medición graf. Grande Sonómetro Igmi Software Fuente: elaboración propia

Fig. 40 Imagen calibración Sonómetro PCE EM 322 Fuente: elaboración propia

Fig. 41 Medición del ruido blanco con PCE EM 322 Fuente: elaboración propia

Fig. 42 Gráfica Decibelios medición del ruido de fondo Fuente: Elaboración propia

Fig. 43 Gráfica Decibelios-medicación del ruido de Rosa PCE EM 322 Fuente: Elaboración propia

Fig. 44 Gráfica Decibelios-medicación del ruido de Blanco PCE EM 322 Fuente: Elaboración propia

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de sensores que incorporan los smartphones y su función Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Frecuencias de octava y de tercio de octava. Fuente: Manual sonómetro SoundPro 3M

Tabla 3. Comparación de filtros de decibelios A, B y C. Fuente: Engineeringtoolbox

Tabla 4. Factor de directividad. Fuente: Rabfis Lab. Virtuales en Ciencia y Tecnología

Tabla 5. Patrones de directividad de un micrófono Fuente: Doctorproaudio

Tabla 6. Características técnicas del sonómetro PCE EM 322 Fuente: PCE iberica

Tabla 7. Listado de aplicaciones estudiadas Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Resumen resultados medición Ruido de Fondo PCE EM 322 Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Resultados medición ruido de fondo de las aplicaciones Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Resumen resultados medición Ruido Rosa PCE EM 322 Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Resultado de la calibración de las aplicaciones Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Resumen resultados medición Ruido Blanco PCE EM 322 Fuente: elaboración propia

Tabla 13. Resultados medición ruido de fondo de las aplicaciones Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Resumen resultados medición Ruido de Fondo PCE EM 322 Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Resumen resultados medición Ruido de Fondo por aplicaciones. Datos Medios Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Diferencia de medición entre PCE-aplicaciones para el Ruido de Fondo. Datos Medios Fuente: elaboración propia

Tabla 17. Resumen resultados medición Ruido de Blanco con PCE EM 322 Medios Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Resumen resultados medición Ruido de Blanco por aplicaciones. Datos Medios Fuente: elaboración propia

Tabla 19. Diferencia de medición entre PCE-aplicaciones para el Ruido Blanco. Datos Medios Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Tabla de toma de lecturas con el sonómetro Smartphone Fuente: Fisicaclasses

Tabla 21. Tabla de toma de lecturas con el sonómetro Smartphone a distintas distancias Fuente: Fisicaclasses

Tabla 22. Tabla de toma de datos Fuente: quifi-mj

ANEXO 1

RUIDO DE FONDO			
24/08/2014			
HORA	dB	HORA	dB
09:42:46.968	40,9	09:43:31.562	39,7
09:42:47.968	40,9	09:43:32.671	39,3
09:42:49.62	41,0	09:43:33.765	40,4
09:42:50.62	44,0	09:43:34.859	39,5
09:42:51.171	41,0	09:43:35.968	39,6
09:42:52.265	41,0	09:43:36.968	39,7
09:42:53.375	40,9	09:43:38.62	39,8
09:42:54.375	40,7	09:43:39.171	40,2
09:42:55.375	42,1	09:43:40.265	40,3
09:42:56.468	41,8	09:43:41.359	40,1
09:42:57.468	40,5	09:43:42.359	40,0
09:42:58.562	41,2	09:43:43.468	40,0
09:42:59.671	44,3	09:43:44.562	39,7
09:43:00.671	40,6	09:43:45.671	39,3
09:43:01.765	41,3	09:43:46.765	39,7
09:43:02.875	44,0	09:43:47.765	39,6
09:43:03.875	50,3	09:43:48.859	39,7
09:43:04.875	40,5	09:43:49.968	39,6
09:43:05.968	39,7	09:43:51.62	39,5
09:43:06.968	39,6	09:43:52.171	39,2
09:43:08.62	39,6	09:43:53.171	39,4
09:43:09.171	39,9	09:43:54.265	39,4
09:43:10.265	39,7	09:43:55.359	39,4
09:43:11.265	39,8	09:43:56.468	39,7
09:43:12.375	39,6	09:43:57.562	39,3
09:43:13.375	39,3	09:43:58.562	39,6
09:43:14.375	39,3	09:43:59.671	39,8
09:43:15.468	54,9	09:44:00.765	39,7
09:43:16.468	59,2	09:44:01.859	39,8
09:43:17.562	47,3	09:44:02.968	39,6
09:43:18.671	40,7	09:44:03.968	39,4
09:43:19.765	40,8	09:44:05.62	39,7
09:43:20.765	40,2	09:44:06.171	39,7
09:43:21.875	39,5	09:44:07.265	40,8
09:43:22.968	40,1	09:44:08.359	40,3
09:43:24.62	48,7	09:44:09.359	40,1
09:43:25.62	41,0	09:44:10.468	39,9
09:43:26.171	40,0	09:44:11.562	39,6
09:43:27.265	41,2	09:44:12.656	40,1
09:43:28.359	42,2	09:44:13.765	40,1
09:43:29.468	41,3	09:44:14.765	40,0
09:43:30.562	41,2	09:44:15.859	39,8
09:44:16.968	39,9	09:45:06.656	39,5
09:44:18.62	58,1	09:45:07.765	39,4
09:44:19.156	65,0	09:45:08.859	39,3
09:44:20.171	66,1	09:45:09.859	39,2
09:44:21.265	57,6	09:45:10.953	40,1

09:44:22.375	52,0	09:45:12.62	39,7
09:44:23.468	46,2	09:45:13.156	42,3
09:44:24.562	45,9	09:45:14.265	39,9
09:44:25.562	41,5	09:45:15.265	39,8
09:44:26.656	39,9	09:45:16.359	39,4
09:44:27.765	39,8	09:45:17.453	39,2
09:44:28.859	39,8	09:45:18.468	40,0
09:44:29.968	40,4	09:45:19.562	39,7
09:44:31.62	40,6	09:45:20.562	39,9
09:44:32.62	40,1	09:45:21.562	39,2
09:44:33.156	39,7	09:45:22.656	39,5
09:44:34.265	39,9	09:45:23.765	39,3
09:44:35.359	39,9	09:45:24.859	39,8
09:44:36.359	40,3	09:45:25.859	45,7
09:44:37.468	40,1	09:45:26.953	39,7
09:44:38.562	40,2	09:45:28.62	39,1
09:44:39.656	40,0	09:45:29.156	38,9
09:44:40.765	39,8	09:45:30.156	39,7
09:44:41.859	39,7	09:45:31.265	52,7
09:44:42.859	40,3	09:45:32.359	53,1
09:44:43.968	39,7	09:45:33.453	40,3
09:44:45.62	40,1	09:45:34.562	41,4
09:44:46.156	40,0	09:45:35.656	42,5
09:44:47.156	39,7	09:45:36.656	39,2
09:44:48.265	39,7	09:45:37.765	49,9
09:44:49.359	39,9	09:45:38.859	51,3
09:44:50.468	39,9	09:45:39.953	44,6
09:44:51.562	39,9	09:45:40.953	40,5
09:44:52.656	40,5	09:45:42.62	39,6
09:44:53.656	40,5	09:45:43.156	40,1
09:44:54.765	41,0	09:45:44.265	40,1
09:44:55.859	40,6	09:45:45.359	42,5
09:44:56.968	39,8	09:45:46.453	40,4
09:44:58.62	39,6	09:45:47.453	40,3
09:44:59.62	39,5	09:45:48.562	44,6
09:45:00.156	39,4	09:45:49.656	39,8
09:45:01.265	39,6	09:45:50.765	40,0
09:45:02.359	39,4	09:45:51.859	40,5
09:45:03.453	39,3	09:45:52.859	40,3
09:45:04.562	39,0	09:45:53.953	39,9
09:45:05.562	39,0	09:45:55.62	39,9
09:45:56.156	39,5	09:46:45.656	39,7
09:45:57.265	39,3	09:46:46.656	40,2
09:45:58.265	39,2	09:46:47.750	39,7
09:45:59.359	39,2	09:46:48.859	40,0
09:46:00.453	40,9	09:46:49.953	39,6
09:46:01.562	39,7	09:46:51.62	39,7
09:46:02.656	39,6	09:46:52.62	40,2
09:46:03.656	39,8	09:46:53.156	40,9
09:46:04.750	40,3	09:46:54.250	39,8

09:46:05.859	40,2	09:46:55.359	39,8
09:46:06.953	40,5	09:46:56.453	43,1
09:46:08.62	40,7	09:46:57.453	39,9
09:46:09.62	39,9	09:46:58.562	40,3
09:46:10.156	40,1	09:46:59.656	39,7
09:46:11.250	39,8	09:47:00.750	42,3
09:46:12.359	54,2	09:47:01.859	41,2
09:46:13.453	59,0	09:47:02.859	41,2
09:46:14.453	43,6	09:47:03.953	59,0
09:46:15.562	40,0	09:47:05.62	60,2
09:46:16.656	39,6	09:47:06.156	66,1
09:46:17.750	39,7	09:47:07.250	48,4
09:46:18.859	40,2	09:47:08.250	49,0
09:46:19.859	39,8	09:47:09.359	39,8
09:46:20.953	40,2	09:47:10.453	39,4
09:46:21.968	42,9	09:47:11.546	39,9
09:46:23.62	44,3	09:47:12.546	39,6
09:46:24.62	40,5	09:47:13.546	40,2
09:46:25.62	41,0	09:47:14.656	39,2
09:46:26.156	40,3	09:47:15.656	39,5
09:46:27.250	40,3	09:47:16.750	40,3
09:46:28.359	39,8	09:47:17.750	39,3
09:46:29.453	39,8	09:47:18.859	39,5
09:46:30.453	39,6	09:47:19.953	39,8
09:46:31.562	39,9	09:47:21.46	39,2
09:46:32.656	40,0	09:47:22.62	39,2
09:46:33.750	40,4	09:47:23.156	45,8
09:46:34.750	41,5	09:47:24.156	40,1
09:46:35.859	40,7	09:47:25.156	39,2
09:46:36.953	40,0	09:47:26.250	39,2
09:46:38.62	40,3	09:47:27.359	39,2
09:46:39.156	40,2	09:47:28.359	39,2
09:46:40.250	39,8	09:47:29.453	39,1
09:46:41.250	40,1	09:47:30.546	39,2
09:46:42.359	40,1	09:47:31.546	39,1
09:46:43.453	40,0	09:47:32.656	39,2
09:46:44.562	39,9	09:47:33.656	39,0
09:47:34.656	38,9	09:48:23.156	41,6
09:47:35.750	39,2	09:48:24.156	41,2
09:47:36.859	39,0	09:48:25.250	40,6
09:47:37.859	39,2	09:48:26.250	40,2
09:47:38.953	39,1	09:48:27.343	40,2
09:47:40.46	39,1	09:48:28.343	40,0
09:47:41.46	39,1	09:48:29.453	39,7
09:47:42.156	39,3	09:48:30.453	40,4
09:47:43.156	39,4	09:48:31.453	39,9
09:47:44.156	39,4	09:48:32.546	39,6
09:47:45.250	39,4	09:48:33.546	39,4
09:47:46.359	39,4	09:48:34.656	39,4
09:47:47.453	39,6	09:48:35.656	39,5

09:47:48.453	40,5	09:48:36.656	39,2
09:47:49.546	40,5	09:48:37.750	39,5
09:47:50.546	41,7	09:48:38.843	39,4
09:47:51.656	40,0	09:48:39.843	39,6
09:47:52.656	39,7	09:48:40.953	39,4
09:47:53.656	39,7	09:48:42.46	39,4
09:47:54.750	40,7	09:48:43.46	39,3
09:47:55.859	39,9	09:48:44.156	39,2
09:47:56.953	39,6	09:48:45.140	39,1
09:47:57.953	39,6	09:48:46.250	39,3
09:47:59.46	39,6	09:48:47.250	39,6
09:48:00.46	40,1	09:48:48.343	39,0
09:48:01.156	39,6	09:48:49.343	39,1
09:48:02.156	40,0	09:48:50.453	39,3
09:48:03.156	39,7	09:48:51.546	39,3
09:48:04.250	39,7	09:48:52.546	39,4
09:48:05.343	39,5	09:48:53.640	39,3
09:48:06.343	39,6	09:48:54.750	39,4
09:48:07.453	39,9	09:48:55.750	39,2
09:48:08.546	39,8	09:48:56.750	39,3
09:48:09.546	40,2	09:48:57.843	39,8
09:48:10.656	40,6	09:48:58.843	39,9
09:48:11.656	41,4	09:48:59.953	39,4
09:48:12.656	40,4	09:49:01.46	41,6
09:48:13.750	40,6	09:49:02.46	44,2
09:48:14.843	40,8	09:49:03.140	39,8
09:48:15.843	40,8	09:49:04.250	39,2
09:48:16.953	40,9	09:49:05.250	39,1
09:48:17.953	40,6	09:49:06.250	39,2
09:48:18.953	41,3	09:49:07.343	39,8
09:48:20.46	41,3	09:49:08.343	39,5
09:48:21.46	41,1	09:49:09.453	39,2
09:48:22.62	41,2	09:49:10.453	39,1
09:49:11.453	39,5	09:50:00.250	49,8
09:49:12.546	39,8	09:50:01.343	40,9
09:49:13.546	39,8	09:50:02.343	40,6
09:49:14.640	40,6	09:50:03.437	41,0
09:49:15.750	40,8	09:50:04.546	40,9
09:49:16.843	40,4	09:50:05.640	40,6
09:49:17.843	39,9	09:50:06.640	40,7
09:49:18.953	39,8	09:50:07.750	41,1
09:49:19.953	40,0	09:50:08.750	40,5
09:49:20.953	39,5	09:50:09.750	40,8
09:49:22.46	39,6	09:50:10.843	40,9
09:49:23.46	39,7	09:50:11.843	40,6
09:49:24.140	39,8	09:50:12.937	40,3
09:49:25.250	40,0	09:50:14.46	40,4
09:49:26.343	39,9	09:50:15.140	42,3
09:49:27.343	39,9	09:50:16.140	40,8
09:49:28.453	39,8	09:50:17.250	40,5

09:49:29.453	40,5	09:50:18.250	40,5
09:49:30.453	42,2	09:50:19.250	40,5
09:49:31.546	39,9	09:50:20.343	40,6
09:49:32.546	40,1	09:50:21.343	49,5
09:49:33.640	40,1	09:50:22.437	64,1
09:49:34.750	39,9	09:50:23.546	67,4
09:49:35.843	41,1	09:50:24.640	52,4
09:49:36.843	40,1	09:50:25.750	41,2
09:49:37.953	54,7	09:50:26.843	46,2
09:49:38.953	48,4	09:50:27.843	50,7
09:49:39.953	54,3	09:50:28.937	43,9
09:49:41.46	55,5	09:50:30.46	42,6
09:49:42.46	41,1	09:50:31.140	42,8
09:49:43.140	40,0	09:50:32.140	42,1
09:49:44.250	40,1	09:50:33.250	59,6
09:49:45.343	40,2	09:50:34.250	55,4
09:49:46.343	40,1	09:50:35.250	65,6
09:49:47.437	40,1	09:50:36.343	57,5
09:49:48.546	40,7	09:50:37.343	59,5
09:49:49.640	40,6	09:50:38.437	42,0
09:49:50.750	40,4	09:50:39.546	39,8
09:49:51.843	41,3	09:50:40.640	40,1
09:49:52.843	45,8	09:50:41.640	39,7
09:49:53.953	42,1	09:50:42.750	39,6
09:49:54.953	47,5	09:50:43.750	39,3
09:49:56.46	40,8	09:50:44.750	39,3
09:49:57.46	40,6	09:50:45.843	39,2
09:49:58.46	44,9	09:50:46.843	39,5
09:49:59.140	41,6	09:50:47.937	39,3
09:50:49.46	39,5	09:51:38.734	40,1
09:50:50.140	40,1	09:51:39.843	40,1
09:50:51.250	39,7	09:51:40.937	40,0
09:50:52.343	39,6	09:51:41.937	39,5
09:50:53.343	39,7	09:51:43.46	39,8
09:50:54.437	39,4	09:51:44.140	40,3
09:50:55.546	39,3	09:51:45.234	40,1
09:50:56.640	39,5	09:51:46.234	39,8
09:50:57.640	39,2	09:51:47.343	59,8
09:50:58.734	39,3	09:51:48.437	66,3
09:50:59.843	39,6	09:51:49.531	64,2
09:51:00.937	39,2	09:51:50.640	43,9
09:51:02.46	39,3	09:51:51.734	39,7
09:51:03.46	39,3	09:51:52.734	39,9
09:51:04.140	39,7	09:51:53.843	45,2
09:51:05.234	40,1	09:51:54.937	58,3
09:51:06.343	39,8	09:51:56.46	62,3
09:51:07.437	40,1	09:51:57.140	55,1
09:51:08.437	39,9	09:51:58.140	44,3
09:51:09.546	39,9	09:51:59.234	50,4
09:51:10.640	40,8	09:52:00.343	49,8

09:51:11.734	42,2	09:52:01.437	44,3
09:51:12.843	40,7	09:52:02.531	42,3
09:51:13.843	40,3	09:52:03.531	39,5
09:51:14.937	39,8	09:52:04.640	39,6
09:51:16.46	39,4	09:52:05.734	39,9
09:51:17.140	39,8	09:52:06.843	40,4
09:51:18.234	40,5	09:52:07.937	47,1
09:51:19.234	41,0	09:52:08.937	40,9
09:51:20.343	43,6	09:52:10.31	50,1
09:51:21.453	44,8	09:52:11.140	53,3
09:51:22.546	42,7	09:52:12.234	42,5
09:51:23.640	41,7	09:52:13.343	41,0
09:51:24.640	43,5	09:52:14.343	57,6
09:51:25.734	40,9	09:52:15.437	65,0
09:51:26.843	40,6	09:52:16.531	53,7
09:51:27.937	41,6	09:52:17.640	59,2
09:51:29.46	40,6	09:52:18.734	43,1
09:51:30.140	41,2	09:52:19.734	39,4
09:51:31.140	39,8	09:52:20.843	39,8
09:51:32.234	39,9	09:52:21.937	39,8
09:51:33.343	43,2	09:52:23.31	39,6
09:51:34.437	40,0	09:52:24.140	39,8
09:51:35.437	41,7	09:52:25.140	39,8
09:51:36.546	39,7	09:52:26.234	39,8
09:51:37.640	40,2	09:52:27.343	39,0
09:52:28.437	38,9	09:52:58.640	39,9
09:52:29.531	39,1	09:52:59.734	39,1
09:52:30.531	39,3	09:53:00.828	38,9
09:52:31.640	39,4	09:53:01.937	39,1
09:52:32.734	39,5	09:53:03.31	40,2
09:52:33.843	39,8	09:53:04.31	39,9
09:52:34.937	39,8	09:53:05.140	46,3
09:52:35.937	39,7	09:53:06.234	38,9
09:52:37.31	39,4	09:53:07.328	38,7
09:52:38.140	39,2	09:53:08.328	38,9
09:52:39.234	39,3	09:53:09.437	38,6
09:52:40.343	39,3	09:53:10.531	38,7
09:52:41.437	39,2	09:53:11.640	38,4
09:52:42.437	39,4	09:53:12.734	38,8
09:52:43.531	39,4	09:53:13.828	38,8
09:52:44.640	38,7	09:53:14.828	38,4
09:52:45.734	38,5	09:53:15.937	38,2
09:52:46.734	38,3	09:53:17.31	38,3
09:52:47.828	38,2	09:53:18.140	38,4
09:52:48.937	38,2	09:53:19.234	38,3
09:52:50.31	38,5	09:53:20.234	38,6
09:52:51.140	38,3	09:53:21.328	38,5
09:52:52.234	38,6	09:53:22.343	38,4
09:52:53.234	38,6	09:53:23.437	38,6
09:52:54.328	38,7	09:53:24.437	39,3

09:52:55.437	38,4	09:53:25.437	39,3
09:52:56.531	40,3	09:53:26.531	39,4
09:52:57.531	40,1	09:53:27.640	39,3

--	--	--	--

RUIDO ROSA 24/08/2014			
HORA	dB	HORA	dB
12:37:26.281	71,0	12:38:12.968	70,5
12:37:27.375	70,7	12:38:13.968	70,6
12:37:28.484	71,8	12:38:15.78	71,7
12:37:29.578	70,6	12:38:16.78	70,7
12:37:30.671	70,7	12:38:17.78	70,4
12:37:31.671	70,9	12:38:18.171	70,9
12:37:32.781	70,9	12:38:19.171	70,5
12:37:33.875	71,0	12:38:20.281	70,0
12:37:34.984	71,1	12:38:21.281	71,0
12:37:36.78	71,4	12:38:22.281	70,5
12:37:37.78	70,7	12:38:23.375	70,7
12:37:38.171	70,5	12:38:24.468	70,4
12:37:39.171	71,3	12:38:25.468	71,0
12:37:40.281	70,7	12:38:26.468	70,4
12:37:41.281	70,3	12:38:27.578	70,2
12:37:42.281	70,7	12:38:28.578	70,6
12:37:43.375	71,3	12:38:29.578	70,3
12:37:44.484	70,6	12:38:30.671	70,3
12:37:45.578	70,4	12:38:31.671	69,8
12:37:46.578	70,6	12:38:32.781	70,5
12:37:47.671	70,1	12:38:33.781	70,4
12:37:48.671	71,5	12:38:34.781	71,2
12:37:49.781	70,1	12:38:35.875	70,5
12:37:50.781	70,9	12:38:36.968	70,7
12:37:51.781	70,8	12:38:37.968	70,3
12:37:52.875	70,6	12:38:39.78	70,3
12:37:53.968	70,2	12:38:40.171	70,4
12:37:54.968	70,5	12:38:41.171	70,1
12:37:56.78	70,6	12:38:42.281	70,5
12:37:57.78	71,0	12:38:43.281	70,3
12:37:58.78	71,1	12:38:44.281	70,5
12:37:59.171	70,8	12:38:45.375	70,8
12:38:00.171	70,6	12:38:46.468	70,1
12:38:01.281	70,7	12:38:47.468	71,3
12:38:02.375	70,6	12:38:48.578	70,7
12:38:03.468	70,2	12:38:49.578	70,5
12:38:04.468	70,3	12:38:50.578	70,6
12:38:05.578	71,0	12:38:51.671	70,7
12:38:06.578	70,6	12:38:52.671	70,8
12:38:07.578	70,3	12:38:53.765	70,8
12:38:08.671	70,9	12:38:54.875	71,1
12:38:09.671	70,3	12:38:55.968	70,7
12:38:10.781	70,5	12:38:56.968	69,8
12:38:11.875	70,2	12:38:58.78	70,4
12:38:59.78	70,6	12:39:47.562	70,8
12:39:00.78	71,5	12:39:48.562	70,3
12:39:01.171	70,7	12:39:49.671	70,5
12:39:02.171	71,7	12:39:50.765	70,5

12:39:03.265	70,8	12:39:51.875	71,0
12:39:04.375	70,6	12:39:52.875	70,7
12:39:05.468	70,5	12:39:53.875	71,1
12:39:06.468	71,5	12:39:54.968	70,6
12:39:07.578	70,8	12:39:55.968	70,8
12:39:08.578	71,3	12:39:57.62	71,2
12:39:09.578	71,5	12:39:58.171	71,1
12:39:10.671	70,4	12:39:59.171	70,9
12:39:11.671	70,8	12:40:00.265	70,6
12:39:12.765	71,1	12:40:01.375	70,7
12:39:13.875	71,4	12:40:02.375	71,2
12:39:14.968	71,0	12:40:03.375	71,6
12:39:15.968	70,7	12:40:04.468	70,9
12:39:17.78	71,0	12:40:05.468	70,7
12:39:18.78	71,0	12:40:06.562	70,8
12:39:19.78	71,8	12:40:07.671	70,8
12:39:20.171	71,2	12:40:08.765	70,6
12:39:21.171	70,6	12:40:09.765	71,1
12:39:22.265	70,6	12:40:10.875	70,2
12:39:23.375	70,6	12:40:11.875	70,6
12:39:24.468	70,4	12:40:12.875	70,5
12:39:25.468	70,4	12:40:13.968	70,6
12:39:26.578	70,9	12:40:14.968	70,6
12:39:27.578	70,5	12:40:16.62	70,5
12:39:28.578	70,1	12:40:17.171	70,5
12:39:29.671	70,8	12:40:18.265	70,8
12:39:30.671	70,0	12:40:19.265	70,7
12:39:31.765	70,8	12:40:20.375	70,2
12:39:32.875	70,7	12:40:21.375	71,0
12:39:33.968	71,3	12:40:22.375	70,4
12:39:34.968	70,7	12:40:23.468	70,3
12:39:36.78	70,9	12:40:24.468	70,6
12:39:37.78	71,1	12:40:25.562	70,4
12:39:38.78	70,7	12:40:26.671	69,9
12:39:39.171	70,7	12:40:27.765	70,7
12:39:40.171	70,1	12:40:28.765	70,4
12:39:41.265	70,5	12:40:29.875	70,2
12:39:42.375	71,0	12:40:30.875	70,1
12:39:43.375	71,0	12:40:31.875	70,6
12:39:44.375	70,5	12:40:32.968	70,2
12:39:45.468	70,7	12:40:33.968	70,1
12:39:46.468	70,4	12:40:35.62	70,6
12:40:36.171	70,9	12:41:25.859	69,6
12:40:37.265	70,9	12:41:26.968	70,5
12:40:38.265	70,9	12:41:27.968	69,9
12:40:39.359	71,1	12:41:29.62	70,3
12:40:40.468	70,7	12:41:30.156	70,7
12:40:41.562	70,7	12:41:31.265	70,0
12:40:42.671	70,5	12:41:32.359	70,1
12:40:43.765	70,6	12:41:33.359	70,0

12:40:44.765	70,6	12:41:34.468	69,6
12:40:45.859	70,6	12:41:35.562	70,0
12:40:46.968	70,3	12:41:36.656	70,0
12:40:48.62	69,9	12:41:37.765	69,8
12:40:49.62	70,4	12:41:38.765	70,0
12:40:50.171	70,8	12:41:39.859	70,1
12:40:51.265	69,9	12:41:40.968	70,1
12:40:52.359	70,2	12:41:42.62	70,3
12:40:53.468	70,0	12:41:43.156	70,4
12:40:54.562	70,1	12:41:44.156	70,0
12:40:55.562	70,1	12:41:45.265	69,7
12:40:56.671	70,3	12:41:46.359	70,4
12:40:57.765	70,3	12:41:47.468	69,6
12:40:58.859	70,5	12:41:48.562	70,2
12:40:59.859	70,5	12:41:49.562	70,2
12:41:00.968	70,1	12:41:50.656	69,9
12:41:02.62	70,5	12:41:51.765	69,8
12:41:03.171	69,9	12:41:52.859	69,9
12:41:04.265	70,1	12:41:53.968	69,8
12:41:05.359	70,0	12:41:55.62	70,1
12:41:06.359	70,8	12:41:56.62	70,0
12:41:07.468	70,6	12:41:57.156	70,4
12:41:08.562	70,3	12:41:58.265	71,1
12:41:09.671	71,0	12:41:59.359	71,3
12:41:10.765	70,9	12:42:00.359	70,1
12:41:11.765	70,6	12:42:01.468	70,5
12:41:12.859	70,7	12:42:02.562	71,0
12:41:13.968	70,9	12:42:03.656	70,2
12:41:15.62	71,2	12:42:04.765	71,0
12:41:16.171	70,7	12:42:05.859	71,5
12:41:17.171	70,7	12:42:06.859	71,1
12:41:18.265	70,3	12:42:07.968	70,4
12:41:19.359	70,9	12:42:09.62	70,5
12:41:20.468	71,2	12:42:10.156	70,6
12:41:21.562	69,5	12:42:11.156	70,4
12:41:22.562	69,4	12:42:12.265	70,7
12:41:23.671	69,7	12:42:13.359	70,3
12:41:24.765	70,0	12:42:14.468	70,5
12:42:15.562	70,3	12:42:30.656	70,4
12:42:16.656	69,9	12:42:31.765	71,0
12:42:17.656	70,3	12:42:32.859	70,5
12:42:18.765	70,4	12:42:33.859	71,2
12:42:19.859	71,0	12:42:34.953	70,7
12:42:20.968	70,4	12:42:35.953	70,8
12:42:22.62	69,6	12:42:37.62	71,0
12:42:23.62	69,6	12:42:38.62	70,8
12:42:24.156	69,8	12:42:39.62	70,7
12:42:25.265	69,8	12:42:40.156	70,5
12:42:26.359	69,7	12:42:41.265	70,6
12:42:27.453	70,7	12:42:42.359	70,6

12:42:28.453	70,5	12:42:43.359	70,9
12:42:29.562	70,7	12:42:44.453	70,5

--	--	--	--

RUIDO BLANCO 24/08/2014			
HORA	dB	HORA	dB
12:30:13.203	69,9	12:31:00.93	70,2
12:30:14.296	70,7	12:31:01.93	70,5
12:30:15.296	70,4	12:31:02.109	70,3
12:30:16.406	70,9	12:31:03.203	70,6
12:30:17.500	70,6	12:31:04.203	70,2
12:30:18.609	70,6	12:31:05.296	70,2
12:30:19.703	70,4	12:31:06.296	70,2
12:30:20.796	70,3	12:31:07.406	70,6
12:30:21.812	70,4	12:31:08.500	70,5
12:30:22.906	70,0	12:31:09.593	70,9
12:30:24.0	70,2	12:31:10.593	70,4
12:30:25.109	70,1	12:31:11.703	70,3
12:30:26.203	70,0	12:31:12.703	70,4
12:30:27.203	70,4	12:31:13.703	70,1
12:30:28.296	70,7	12:31:14.796	70,3
12:30:29.296	70,8	12:31:15.796	70,6
12:30:30.406	70,7	12:31:16.906	70,3
12:30:31.406	70,4	12:31:18.0	70,4
12:30:32.406	70,4	12:31:19.93	70,0
12:30:33.500	70,1	12:31:20.93	70,4
12:30:34.609	70,0	12:31:21.109	70,2
12:30:35.703	70,4	12:31:22.203	70,4
12:30:36.703	70,1	12:31:23.203	70,2
12:30:37.796	70,2	12:31:24.296	70,1
12:30:38.796	70,4	12:31:25.296	69,8
12:30:39.906	71,0	12:31:26.406	70,3
12:30:40.906	70,6	12:31:27.500	71,0
12:30:41.906	71,1	12:31:28.593	70,4
12:30:43.0	70,5	12:31:29.593	70,6
12:30:44.109	70,9	12:31:30.703	70,5
12:30:45.203	70,6	12:31:31.703	70,3
12:30:46.296	70,3	12:31:32.703	70,7
12:30:47.296	70,4	12:31:33.796	70,1
12:30:48.406	70,7	12:31:34.796	70,3
12:30:49.500	70,4	12:31:35.906	70,0
12:30:50.609	70,4	12:31:36.906	70,4
12:30:51.703	70,9	12:31:37.906	70,4
12:30:52.703	70,6	12:31:39.0	70,2
12:30:53.796	70,4	12:31:40.93	70,6
12:30:54.796	70,2	12:31:41.93	70,1
12:30:55.906	70,2	12:31:42.203	70,5
12:30:56.906	70,5	12:31:43.296	70,5
12:30:57.906	70,2	12:31:44.296	70,3
12:30:59.0	71,0	12:31:45.406	70,2
12:31:48.500	70,7	12:32:37.0	70,1
12:31:49.593	70,5	12:32:38.0	70,5
12:31:50.593	70,1	12:32:39.0	70,3
12:31:51.703	70,6	12:32:40.93	70,1

12:31:52.796	70,1	12:32:41.93	70,4
12:31:53.796	70,3	12:32:42.187	70,3
12:31:54.890	70,6	12:32:43.296	70,0
12:31:55.906	70,2	12:32:44.390	70,4
12:31:57.0	70,4	12:32:45.500	70,4
12:31:58.0	70,4	12:32:46.593	70,2
12:31:59.93	70,3	12:32:47.593	70,5
12:32:00.93	70,4	12:32:48.687	70,5
12:32:01.203	70,5	12:32:49.796	70,0
12:32:02.296	70,3	12:32:50.890	70,3
12:32:03.296	70,3	12:32:51.890	70,2
12:32:04.390	70,6	12:32:53.0	70,3
12:32:05.500	70,4	12:32:54.0	70,4
12:32:06.500	70,2	12:32:55.0	70,5
12:32:07.500	70,6	12:32:56.93	70,2
12:32:08.593	70,2	12:32:57.93	70,2
12:32:09.593	70,2	12:32:58.187	70,2
12:32:10.703	70,7	12:32:59.296	69,9
12:32:11.796	70,2	12:33:00.390	70,0
12:32:12.796	70,4	12:33:01.390	69,9
12:32:13.890	70,3	12:33:02.500	70,2
12:32:15.0	70,1	12:33:03.500	70,2
12:32:16.0	70,2	12:33:04.500	70,5
12:32:17.0	70,2	12:33:05.593	70,3
12:32:18.93	70,5	12:33:06.593	70,2
12:32:19.93	70,4	12:33:07.687	70,6
12:32:20.203	70,1	12:33:08.796	70,5
12:32:21.296	70,6	12:33:09.890	70,3
12:32:22.296	70,3	12:33:11.0	70,1
12:32:23.390	70,5	12:33:12.93	70,4
12:32:24.500	70,3	12:33:13.93	70,2
12:32:25.500	70,8	12:33:14.187	70,2
12:32:26.500	70,4	12:33:15.296	70,2
12:32:27.593	70,2	12:33:16.390	70,4
12:32:28.593	70,7	12:33:17.390	70,4
12:32:29.703	70,3	12:33:18.500	69,7
12:32:30.703	70,3	12:33:19.500	70,5
12:32:31.703	70,6	12:33:20.500	70,3
12:32:32.796	70,6	12:33:21.593	69,8
12:32:33.796	70,6	12:33:22.593	70,5
12:32:34.890	70,5	12:33:23.687	70,6
12:32:35.890	70,3	12:33:24.796	70,0
12:33:25.890	70,2	12:34:15.93	70,4
12:33:26.890	70,2	12:34:16.187	71,0
12:33:28.0	70,5	12:34:17.296	70,6
12:33:29.0	70,2	12:34:18.390	70,2
12:33:30.0	70,2	12:34:19.390	71,0
12:33:31.93	70,0	12:34:20.484	70,5
12:33:32.93	69,8	12:34:21.500	70,7
12:33:33.187	70,1	12:34:22.593	70,5

12:33:34.296	69,8	12:34:23.593	70,5
12:33:35.390	70,1	12:34:24.593	70,4
12:33:36.390	70,1	12:34:25.687	70,3
12:33:37.500	70,3	12:34:26.796	70,5
12:33:38.500	70,4	12:34:27.890	70,1
12:33:39.593	70,5	12:34:28.984	70,4
12:33:40.593	70,1	12:34:29.984	70,3
12:33:41.593	70,2	12:34:31.93	70,2
12:33:42.687	70,6	12:34:32.187	70,5
12:33:43.796	70,5	12:34:33.281	70,4
12:33:44.890	70,7	12:34:34.281	70,2
12:33:45.984	71,0	12:34:35.390	70,1
12:33:46.984	70,5	12:34:36.484	70,5
12:33:48.93	70,2	12:34:37.593	70,2
12:33:49.187	69,8	12:34:38.687	70,3
12:33:50.296	69,8	12:34:39.781	70,0
12:33:51.390	69,8	12:34:40.781	70,4
12:33:52.390	70,1	12:34:41.890	70,7
12:33:53.484	69,9	12:34:42.984	70,4
12:33:54.593	70,4	12:34:44.93	70,6
12:33:55.687	70,2	12:34:45.187	70,4
12:33:56.796	70,3	12:34:46.187	70,2
12:33:57.796	70,2	12:34:47.281	70,2
12:33:58.890	70,4	12:34:48.390	70,4
12:33:59.984	70,8	12:34:49.484	70,6
12:34:01.93	70,0	12:34:50.593	70,2
12:34:02.187	70,0	12:34:51.593	70,7
12:34:03.187	70,5	12:34:52.687	70,8
12:34:04.296	70,4	12:34:53.781	70,6
12:34:05.390	70,4	12:34:54.890	70,6
12:34:06.484	70,4	12:34:55.984	70,6
12:34:07.593	70,2	12:34:56.984	70,2
12:34:08.593	70,6	12:34:58.93	70,5
12:34:09.687	70,3	12:34:59.187	70,7
12:34:10.796	70,3	12:35:00.281	70,6
12:34:11.890	70,0	12:35:01.390	70,5
12:34:12.984	69,9	12:35:02.390	70,5
12:34:14.78	70,3	12:35:03.484	70,8
12:35:04.593	70,7	12:35:18.687	70,1
12:35:05.687	70,9	12:35:19.687	70,2
12:35:06.781	70,9	12:35:20.781	70,1
12:35:07.781	70,6	12:35:21.796	70,3
12:35:08.890	70,5	12:35:22.890	70,1
12:35:09.984	70,8	12:35:23.890	70,3
12:35:11.93	71,0	12:35:24.890	70,1
12:35:12.187	70,9	12:35:25.984	70,3
12:35:13.187	70,9	12:35:27.78	69,9
12:35:14.281	70,6	12:35:28.187	70,3
12:35:15.390	70,6	12:35:29.187	70,2
12:35:16.484	70,8	12:35:30.281	70,4

12:35:17.593	69,9	12:35:31.390	69,9

Para Ruido Blanco, con Noise Meter se obtiene:			
SONY EXPERIA P			
24/08/2014			
dB	Pico dB	dB	Pico dB
17,6	53,4	16,7	52,5
21,9	66,9	17,6	54,3
21,7	64,1	18,1	53,9
20	59,5	17,9	53,7
17,7	53,4	17,1	52,9
18,3	54,4	17,1	52,6
17,2	54,1	17,8	53,8
17,7	52,7	17,7	53,8
17,3	54,5	17	53,1
17,5	55,4	17	53
17,2	52,8	16,5	53,3
17,1	52,8	16,7	53,1
16,7	52,5	16,5	53,1
17,2	53,7	15,9	53,1
18,5	53,7	16,3	52,6
17,1	53,4	16,4	53,4
17,4	52,8	16,3	52,5
17,1	52,8	16,4	52,5
16,6	52,9	16,3	52,8
17,4	53	16,2	53
17,9	52,8	16,4	52,9
20,4	53,9	16,1	52,9
15,8	52,9	15,8	52,9
16,3	52,6	16,3	52,6
16,6	52,9	16,6	52,9
16,7	53,3	16,7	53,3
17,1	52,2	17,1	52,2
17,3	53,4	17,3	53,4
17,7	53,4	17,7	53,4
16,6	53,8	16,6	53,8
17,1	53,4	17,1	53,4
17,5	61,4	17,5	61,4
17,5	52,7	17,5	52,7
17	53,6	17	53,6
16,9	53	16,9	53
17	53,1	17	53,1
17	52,6	17	52,6
17,1	52,9	17,1	52,9
19,2	53,7	19,2	53,7
16,4	53,4	17,342623	END
16,3	52,5		

Para Ruido Blanco, con Noise Meter se obtiene:			
Samsung Galaxy SII			
24/08/2014			
dB	Pico dB		Pico dB
33	50,5	30,7	58,1
31,9	49,7	30,2	48,8
36,4	70	30,2	49,4
37,9	64,2	29,4	47,4
32,8	67,1	29,7	48,3
33,2	55,6	30	50,5
32,5	51,3	30,1	48,4
31,2	49,8	30	48,2
31,6	49,9	30,1	49,3
32,5	55,1	29,8	48,4
33,3	55,6	29,4	49,5
31,8	51,4	29,8	50,1
32,1	52,6	30,8	48,5
32	54,6	31,2	57,3
35,5	61,8	31,2	51
31,5	52,6	31,7	50,4
32	54,2	33	54,9
31,4	50	31,2	52,1
31,6	51,1	31,3	51,8
31,2	50,2	30,6	49,4
31,5	50,3	31,5	50,3
30,3	48,6	31,4	49,9
32,8	54,4	31,8	49,5
31,8	52,6	31,1	49,6
31,6	50,7	30,9	49,4
32	50,9	31,1	50,5
31,3	51,9	31,3	49,3
30,9	49,7	31,3	49,4
32	52,2	31,9	56
31,9	52	31,2	50,4
31,3	51,3	31,4	49,8
30,8	51,6	31,5	50,6
31,6	50,8	32,1	50,5
32,4	53,4	31,9	51,1
31,1	49,4	32,6	51,7
31	51	32,4	49,9
31,4	50,2	32	50,4
31,3	50,8	31,6	50,1
31,2	50,4	31,56125	END
31,3	50,3		
30,3	49,7		
30,3	49,5		

