



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Facultad de Ciencias de la Administración

Escuela de Ingeniería de Sistemas

Trabajo de monografía previo a la obtención del título

Tema:

Comparativa de aplicaciones Android para monitoreo participativo de ruido

Realizado por:

Mejía Morocho Carlos Yoffre

Fecha:

05 de febrero del 2015

ÍNDICE

	Página
Abstract.....	4
Resumen.....	5
Introducción.....	5
Objetivos	
General.....	7
Específicos.....	7
Estado del Arte	
1.1 Fenómeno contaminante Ruido.....	8
1.1.2 Efectos en la salud a causa del ruido.....	10
1.2 Sistema de Monitoreo Participativo.....	11
1.2.1 Generalidades del Sistema de Monitoreo participativo.....	11
1.2.2 Ventajas y limitaciones.....	11
1.3 Aplicaciones Android	
1.3.1 Sound Meter	
1.3.1.1 Descripción general.....	13
1.3.1.2 Características.....	13
1.3.1.3 Funciones.....	14
1.3.2 Sonómetro	
1.3.2.1 Descripción General.....	16
1.3.2.2 Características.....	16
1.3.2.3 Funciones.....	17
1.3.3 Noise Meter	
1.3.3.1 Descripción general.....	17

1.3.3.2 Características.....	18
1.3.3.3 Funciones.....	20
1.3.4 Medidor de Decibeles	
1.3.4.1 Descripción General.....	21
1.3.4.2 Características.....	21
1.3.4.3 Funciones.....	22
1.3.5 Medidor de Sonido	
1.3.5.1 Descripción General.....	24
1.3.5.2 Características.....	24
1.3.5.3 Funciones.....	25
1.4 Noisebattle.....	25
Método.....	27
Criterios.....	27
Parámetros.....	28
Resultados	
Comparativa entre aplicaciones para medición de ruido.....	30
Ventajas y desventajas aplicaciones Android.....	31
Cuadro desarrollo Comparativo.....	32
Cuadro ventajas y desventajas.....	33
Conclusiones y recomendaciones.....	34
Bibliografía.....	37

Comparison of Android apps for participatory noise monitoring

ABSTRACT

Due to the fact that there are low-cost and free apps in Google Play virtual store, the opportunity to access to them in a simple way is always present. Consequently, people are encouraged to download and provide data for noise measurements, and have them available when they are required. However, not all users have the knowledge so as to choose the appropriate application based on the needs that arise. Therefore, this paper presents a comparison of Android apps for participatory noise monitoring following certain design criteria as well as data processing. In order to perform this comparison, we emphasize on the parameters that determine the existing noise levels at different studied points. Therefore, we seek to encourage people to greater participation in this type of procedures in favor to those who do the work and to the users involved in it.




Translated by
Lic. Lourdes Crespo

Mejía Morocho, Carlos

Trabajo de titulación

Daniela Ballari (PhD)

Febrero 05, 2015

Comparativa de aplicaciones Android para monitoreo participativo de ruido

RESUMEN

Al existir aplicaciones gratuitas y de bajo coste en la tienda virtual de Google Play, se tiene la oportunidad de acceder a ellas de una manera sencilla. Es así que se incentiva a que la población pueda descargar y aportar datos para las mediciones de ruido y tenerlos al alcance cuando estos sean requeridos. A pesar de ello, no todos los usuarios tienen los conocimientos necesarios para poder elegir la aplicación adecuada en base a las necesidades que se presenten. Para esto, este trabajo, presenta una comparativa de aplicaciones Android para monitoreo de ruido participativo siguiendo determinados criterios de diseño así como también de procesamiento de datos. Para realizar mencionada comparativa, se hace énfasis en los parámetros que determinan los niveles de ruido existentes en los diferentes puntos estudiados. Es así que se busca incentivar a la población para una mayor participación en este tipo de procedimientos a favor, tanto para los que realizan el trabajo como para los usuarios que intervienen en él.

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental, y en especial, el ruido, son un problema en la ciudad, el mismo que puede llegar a afectar en varios ámbitos de nuestro diario vivir. Zonas residenciales, escuelas, hospitales, etc., son algunos ejemplos de las áreas más críticas afectadas por este asunto. El factor ruido es uno de los puntos más importantes a la

hora de medir un nivel de congestión ambiental en determinada zona o ubicación, ya sea en la parte céntrica o perimetral de las diferentes ciudades importantes del país. Por ello el monitoreo u observación de la intensidad de ruido es fundamental para poder identificar zonas críticas y tomar medidas de mitigación.

En la actualidad, la tienda virtual Google Play ofrece varias aplicaciones de bajo coste o a su vez gratuitas creadas básicamente para medición del fenómeno ruido, las mismas que han sido desarrolladas bajo el sistema operativo Android y cuentan con una amplia aceptación por parte de los usuarios.

El sistema operativo Android está basado en Linux y diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como por ejemplo teléfonos inteligentes o tabletas. Inicialmente fue desarrollado por Android, Inc. La empresa Google dio su apoyo económico para luego comprarla en 2005. Este sistema operativo fue presentado en el año 2007 junto la compañía Open Handset Alliance, consorcio de empresas de hardware, software y también telecomunicaciones, con el objetivo de mejorar y apoyar los estándares abiertos de dispositivos móviles existentes (Arnaz, 2009).

Por otro lado, existen iniciativas de monitoreo participativo, las cuales permiten obtener información recolectada a través de los diferentes usuarios que se encuentran dispersos en un determinado lugar de estudio. Este tipo de monitoreo permite tener una mejor percepción de los resultados y aportar con soluciones prácticas.

El papel que la comunidad cumple es un rol fundamental en este aspecto ya que son ellos los que enviarán la información constantemente, la misma que será verificada o almacenada según sea el caso para su debido procesamiento a futuro.

Sin embargo, a pesar de la alta disponibilidad de aplicaciones para monitoreo participativo del ruido, los usuarios, en especial los novatos, encuentran problemas para seleccionar una herramienta que sea adecuada para su situación. Es por eso que, en este trabajo, se ha optado por analizar un grupo de aplicaciones disponibles en la tienda Google Play para medición de ruido, en base a determinados parámetros en común y comparando las ventajas y desventajas en cada una de ellas.

Un claro ejemplo de este tipo de problemática se da cuando un usuario novato que encuentra en la web un sinnúmero de aplicaciones, tanto gratuitas como comerciales, y no encuentra la más adecuada para un muestreo de ruido a nivel de estaciones terminales dentro de la ciudad. No tiene conocimientos para determinar las unidades de medida en las que las muestras deben ser tomadas, decibeles por citar un ejemplo. Al darse este problema se tiende a cometer errores que para el resultado final van a influir drásticamente.

OBJETIVOS

General

Comparar aplicaciones Android para monitoreo de ruido participativo siguiendo determinados criterios de diseño así como también de procesamiento de datos tales como la velocidad, almacenamiento, complejidad e integración, los mismos que van a ser determinantes a la hora de elegir la aplicación que mejor se adapte a las necesidades del caso.

Específicos

- Identificar las aplicaciones con plataforma Android para monitoreo colectivo de ruido a ser analizadas.

- Establecer los parámetros de comparación para las aplicaciones Android de monitoreo participativo de ruido.
- Realizar un estudio comparativo entre las soluciones ofertadas.
- Efectuar las recomendaciones necesarias que apoyen a la innovación y mejora de las aplicaciones existentes en la actualidad.
- Realizar recomendaciones que tiendan a incentivar a la gente a la colaboración, mediante las aplicaciones comunitarias para identificación de contaminación por ruido.

ESTADO DEL ARTE

1.1 Fenómeno contaminante Ruido

El ruido es producido por diversas fuentes que incluyen desde los sonidos callejeros, locales de esparcimiento e industrias, hasta el de tránsito automotor y aéreo. Sin duda, en la actualidad la principal fuente de contaminación por ruido lo constituye el tránsito automotor. Su característica más relevante es la variación temporal en lo que hace referencia a nivel y espectro, constituyendo un ruido ambiente general variable con picos más o menos pequeños durante las 24 horas del día. Este fenómeno es un contaminante que afecta en gran magnitud la calidad de vida así como también la salud de la población. La prolongada exposición al ruido produce serios efectos negativos que van desde la parte fisiológica, cognitiva y emocional hasta la posible pérdida total de la audición. En varias de las ciudades del país y del mundo, gran cantidad de establecimientos educativos, de salud, etc., se ubican sobre avenidas sumamente transitadas, con niveles de ruido ambiental considerables que influyen en el desarrollo de las diferentes actividades y los riesgos que esto conlleva a la salud física y estado de ánimo de la gente (Guzmán y Barceló, 2008).

Como reseña histórica, desde la perspectiva de la salud ambiental, el ruido es un problema considerable a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud muestra una cifra de alrededor de 300 millones de personas afectadas, para la Unión Europea la contaminación acústica afecta alrededor de unos 100 millones de personas con pérdidas económicas por más de 60 millones de euros (Instituto de Salud Pública de Chile, 2012). En el Ecuador, los estudios de ruido aún no han sido considerados parte de las políticas constitucionales; y, los esfuerzos de investigación científica y técnicos por incluir este problema en los diagnósticos de calidad ambiental para las diferentes ciudades del país, son dirigidas solamente por parte de las universidades, desde donde se hacen algunas recomendaciones a las autoridades de gestión ambiental y de salud de las distintas entidades gubernamentales a partir de los resultados obtenidos en cuanto a investigación y educación acerca de este problema que cada día afecta aún más (Platzer, Iñiguez, Cevo y Ayala, 2008).

Entre las características destacadas del fenómeno ruido y sus efectos tenemos:

- El ruido como contaminante activo está presente en todo nuestro entorno social, principalmente en las zonas urbanas de la población.
- El ruido afecta directamente a la economía de la población, esto debido a la constante lucha por parte de las entidades competentes en contra este fenómeno contaminante.
- El trabajo de un empleado puede verse afectado por diversas medidas que no son tomadas en cuenta, entre ellas: detección de puestos de trabajo expuestos al ruido con riesgos para la salud, diagnóstico oportuno de dolencias causadas por este factor contaminante, reducción de exposición al ruido en las áreas afectadas.
- Los costes económicos, sociales y laborales producto de la exposición del ruido en el ámbito laboral, justifican cualquier esfuerzo orientado a profundizar los

conocimientos sobre este tema, los mismos que continúan siendo insuficientes (Instituto Politécnico Nacional, 2009).

1.1.2 Efectos en la salud a causa del ruido

Uno de los principales efectos del ruido es que es altamente nocivo para la salud causando problemas auditivos o extra-auditivos, fisiológicos o psicosociales, conscientes o inconscientes; dependiendo simplemente de ciertos factores que determinan el grado de afección como por ejemplo el tiempo de exposición, distancia, intensidad, etc. Entre las principales afecciones al ser humano a causa del fenómeno ruido tenemos:

- Molestias en el oído
- Cortes e interferencias en la comunicación
- Pérdida total o parcial auditiva
- Estrés en diferentes niveles
- Hipertensión
- Alteraciones del sueño
- Vibraciones o alteraciones en el cuerpo.

Se puede considerar un posible daño a nivel auditivo en base a los siguientes grados y decibeles que presenta la persona al momento de realizarse las pruebas de sonido (Figura 1).

<i>Grado de daño auditivo</i>	<i>Valor Audio-métrico ISO</i>	<i>Desarrollo</i>
0 - Sin daño	≤ 25 dB	Ninguno, o leves problemas auditivos. Puede escuchar susurros.
1 - Daño leve	26-40 dB	Puede escuchar y repetir palabras habladas en voz normal a 1 metro.
2 - Daño moderado	41-60 dB	Puede escuchar y repetir palabras habladas en voz alta a 1 metro.
3 - Daño severo	61-80 dB	Puede escuchar algunas palabras gritadas cerca del mejor oído.
4 - Daño profundo - Sordera	≥ 80 dB	No puede escuchar ni entender palabras gritadas cerca del oído.

Figura 1: Definición de daño auditivo

1.2 Sistema de Monitoreo participativo

A lo largo del tiempo se ha considerado la participación de la población en los proyectos que requieren ser monitoreados en ciertas zonas geográficas, esto ha contribuido en gran magnitud a la obtención de los resultados requeridos así como también la posibilidad de desarrollar soluciones a los inconvenientes presentados.

Se puede definir a este sistema de monitoreo como la participación de la población en determinada área geográfica o sección de estudio con el objetivo de recolectar datos reales para la obtención de resultados y así proponer una posible solución al problema planteado. Se pueden considerar ciertos pasos a seguir para un correcto desarrollo del mismo (Geilfus, 2008):

- Definir el propósito del monitoreo.
- Establecer criterios e indicadores del monitoreo a realizarse.
- Definir la metodología que se utilizará.
- Definir métodos de intercambio de información y cómo se usarán los resultados obtenidos del monitoreo.

1.2.1 Generalidades del Sistema de Monitoreo Participativo

Para que los resultados obtenidos tengan la importancia del caso, es necesario un tamaño de muestra adecuado, es así que mientras mayor sea la muestra, más precisos serán los mismos.

Se debe también delimitar correctamente el lugar de estudio, utilizando herramientas de sistemas de información geográfica se puede lograr un trazado más preciso así como también identificar los puntos de referencia a considerarse para la toma de los datos como muestra.

Con monitoreo participativo se hace referencia en cierto punto a cambios representativos en el proyecto a realizarse, esto quiere decir que la población y el grupo de trabajo debe ser flexible a cambios si esto es requerido, esto representa la parte más importante de esta herramienta.

La mayoría de estas aplicaciones orientas al estudio del ruido realizan sus cálculos y mediciones en decibelios, lo cual se puede definir como una unidad de referencia y no de medida en sí, que sirve para identificar el nivel sonoro de un lugar determinado (García, Rodríguez, Benedito, Trilles, Beltrán, Díaz, Huerta, 2010).

1.2.2 Ventajas y limitaciones

El sistema de Monitoreo Participativo como tal, simplifica en gran medida el desempeño de los proyectos grupales, en donde el trabajo de la población en conjunto es importante para la obtención de resultados precisos; entre las principales ventajas tenemos:

- Obtención de resultados precisos, tomados en base a lugares geográficos estratégicos.
- Permite la flexibilidad a los cambios que requieran los resultados obtenidos a lo largo del proyecto en base a las muestras recolectadas.
- Permite la distribución y reciprocidad de los datos, es decir, la población tiene siempre disponibles los datos para su utilización desde los diferentes servidores remotos o locales.

- El Monitoreo Participativo no requiere de tecnología avanzada para su ejecución, los dispositivos utilizados son en su mayoría sencillos y fáciles de usar.

Una de las limitantes más fuertes en cuanto al monitoreo participativo es la falta de entrega y participación de la población, ya sea por poco conocimiento sobre el tema, carencia de herramientas adecuadas y fáciles de manipular, o simplemente falta de interés; es necesario en lo posible incentivar a la gente brindándoles toda la información requerida; limitantes como esta podrían interferir drásticamente al realizar esta práctica.

1.3 Aplicaciones Android

1.3.1 Sound Meter

1.3.1.1 Descripción general

Lo que esta aplicación mide es el nivel de ruido que existe en donde está ubicado el dispositivo utilizado para el caso, ruido que puede emitirse de diversas formas en el ambiente.

Esta aplicación es una muestra clara del poderío que mantienen los smartphones en este ámbito, no se lo puede comparar con uno profesional aunque el trabajo que realiza prácticamente es el mismo.

Mide los decibelios de un lugar determinado sin ningún proceso, simplemente se necesita abrir la aplicación y empezará a emitir las mediciones.

1.3.1.2 Características

- Compatible con las versiones Android a partir de la 1.6.
- Ocupa 776KB de espacio de instalación.
- Fácil manejo para el usuario.
- Interfaz amigable para el usuario.

- Excelente diseño, tanto en lo gráfico como en los contenidos, aspecto de reloj analógico (Figura 2).
- No muestra un resultado simplemente, indica lo que se va a medir y la manera que lo va a realizar, así como también la respectiva explicación del resultado.
- Rango de medición: 0 – 140 dB.
- Nivel de precisión: + - 1,4 dB.
- Los datos se almacenan localmente.
- No permite exportación de los datos.
- Se toman las muestras en forma individual.
- Utiliza coordenadas de tipo lineal para la integración de la información geográfica.
- El análisis de la información se la puede realizar mediante la consulta de los resultados obtenidos del gráfico estadístico puntualmente.



Figura 2: Diseño gráfico Sound Meter

1.3.1.3 Funciones

- Al momento de iniciar la medición, el delibélímetro marca los máximos y mínimos, al mismo tiempo que se va graficando en la parte inferior de manera dinámica tomando como referencia los últimos 15 segundos.

- Mediante la herramienta ubicada en la parte central derecha en forma de una T, se muestran los distintos niveles en decibelios y referencias que van en un rango desde los 30 dB a 90 dB como muestra la Figura 3 a continuación:



Figura 3: Niveles y referencias en decibeles Sound Meter

- Mientras varíe la aguja del reloj las opciones mostradas en la parte inferior oscilan de acuerdo al nivel de ruido y sus referencias.
- Mediante el área de configuraciones podemos realizar una variación en los decibelios medidos por defecto a manera de calibración, lo cual no es recomendado y se debería regresar a la configuración por defecto luego de realizar cualquier cambio en la misma (Figura 4).



Figura 4: Calibración nivel de decibelios medidos Sound Meter

1.3.2 Sonómetro

1.3.2.1 Descripción general

Con una interfaz más sencilla y con sus datos resultantes menos detallados que el Sound Meter, Sonómetro ofrece como resultado el número de decibelios percibidos con un gráfico resultante en tiempo real en la parte inferior. Así mismo se dispone de un botón de herramientas el cual permite calibrar o graduar el rango de decibelios permisibles.

Al utilizar el micrófono del dispositivo, la aplicación no podrá percibir ruidos demasiado fuertes que sobrepasen los 100 decibelios, limitándose drásticamente al hardware presente en el dispositivo utilizado (Figura 5).



Figura 5: Niveles de ruido permisibles Sonómetro

1.3.2.2 Características

- Diseño de interfaz sencillo.
- Fácil manejo para el usuario.
- Permite receptor ruidos no mayores a 100 decibelios (dependiendo del hardware del dispositivo).
- Relativamente liviano para el sistema operativo (2.65MB).
- Rango de medición: 30 – 120 dB.
- Nivel de precisión: + - 2,4 dB.

- Los datos se almacenan remotamente en un servidor tipo nube de donde se puede consultar los datos.
- Permite exportación de los datos en archivo .txt.
- Se toman las muestras en forma colectiva con el apoyo de usuarios involucrados.
- No emite coordenadas para con las que podamos integrarla geográficamente.
- El análisis de la información se la puede realizar mediante la consulta de los resultados obtenidos del gráfico estadístico puntualmente.

1.3.2.3 Funciones

Únicamente se debe acercar el dispositivo al fenómeno de ruido que se desea medir, mediante el micrófono del dispositivo se receptorán los datos a ser analizados.

La aguja a manera de velocímetro generará las variaciones de ruido a las que se ha sometido el dispositivo, mostrando numéricamente el valor en decibeles, así como también un escalamiento a manera de gráfico por niveles. Como se ha indicado anteriormente esta medición puede ser calibrada para un resultado más preciso mediante el botón de configuración en forma de una tecla de encendido (Campos, Romero, 2013).

1.3.3 Noise Meter

1.3.3.1 Descripción general

Es una aplicación muy robusta en cuanto a elaboración de reportes, detalla cada uno de los resultados obtenidos, muy adecuada para un estudio minucioso en el cual se requieran a detalle los fenómenos ocurridos en cuanto a ruido. Existen proyectos en los que únicamente se necesitan conocer los picos altos y bajos de un determinado estudio, así como también un resumen de los acontecimientos, es aquí en donde se puede sacar máximo provecho a esta aplicación.

Los resultados se pueden obtener de manera numérica así como también gráfica, siendo el usuario el que limita estas herramientas (Figura 6).

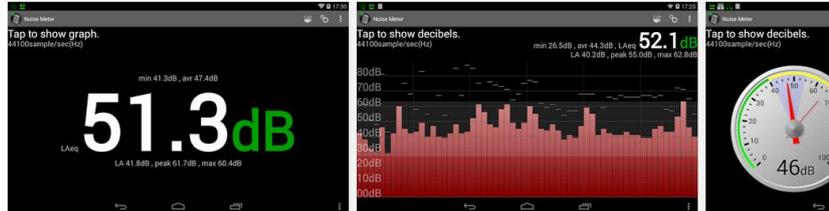


Figura 6: Resultados gráficos y numéricos Noise Meter

1.3.3.2 Características

- Potente pero posee un nivel un tanto complejo para su uso.
- Muestra un promedio de las últimas mediciones, máximo, mínimo y picos (Figura 7).

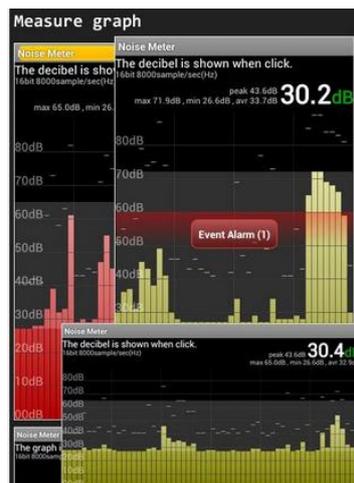


Figura 7: Máximos, Mínimos y promedios Noise Meter

- La frecuencia con la que se van a actualizar las mediciones son proporcionadas por el usuario.
- Permite la utilización de alarmas al sobrepasar un determinado límite, ya sea alto o bajo.

- Se pueden obtener reportes de las mediciones realizadas mediante la utilización de logs (Figura 8).

Highway road noise 2012.txt		
Time	dB	peak dB
2012/03/06 00:47:50	43.4	84.2
2012/03/06 00:47:50	26.2	39.5
2012/03/06 00:47:51	25.7	38.7
2012/03/06 00:47:51	30.2	50.2
2012/03/06 00:47:52	26.7	39.4
2012/03/06 00:47:52	26.1	39.5
2012/03/06 00:47:53	28.6	46.3
2012/03/06 00:47:53	27.6	40.7
2012/03/06 00:47:54	28.2	48.7
2012/03/06 00:47:54	30.3	47.5
2012/03/06 00:47:55	27.3	41.5
2012/03/06 00:47:55	35.0	76.3
2012/03/06 00:47:56	26.9	48.3
2012/03/06 00:48:00	31.7	68.2
2012/03/06 00:48:01	27.8	42.2
2012/03/06 00:48:01	27.2	40.2
2012/03/06 00:48:02	32.3	51.3
2012/03/06 00:48:03	27.5	40.9
2012/03/06 00:48:03	27.3	40.0
2012/03/06 00:48:04	27.1	40.7


 Summary


 Sort by time


 Sort by dB


 Sort by peak dB

Figura 8: Reporte de mediciones en logs Noise Meter

- Permite obtener un resumen de todos los acontecimientos registrados en determinada fecha, altos, bajos, picos, etc.
- Permite la libre personalización del gráfico resultante en cuanto a colores (Figura 9).

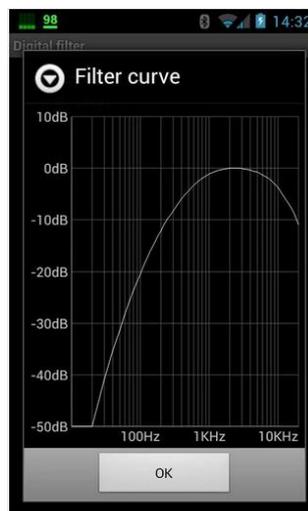


Figura 9: Personalización de gráfico resultante Noise Meter

- Se puede aplicar un filtro de recepción de los diferentes ruidos en cuanto a sensibilidad.

- Rango de medición: 0 – 100 dB.
- Nivel de precisión: + - 2,4 dB (Figura 10).

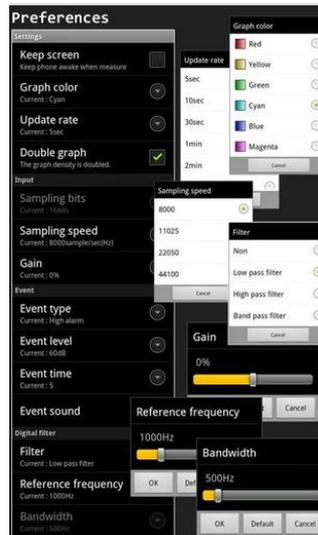


Figura 10: Preferencias Noise Meter

- Los datos se almacenan remotamente en un servidor tipo nube de donde se puede consultar los datos.
- Permite exportación de los datos en archivo .txt.
- Se toman las muestras en forma colectiva con el apoyo de usuarios involucrados.
- Utiliza coordenadas de tipo lineal para la integración de la información geográfica.
- El análisis de la información se la puede realizar mediante la consulta de los resultados obtenidos del gráfico estadístico en mapa de densidades con varios datos contenidos, entre ellos máximo, mínimo y promedio de decibelios.

1.3.3.3 Funciones

Básicamente la aplicación permite la medición del fenómeno ruido en cualquiera de sus niveles, teniendo como limitante el hardware del dispositivo. Al ingresar en el aplicativo automáticamente emite las diferentes mediciones en decibelios, con un solo

click en la pantalla, cambiará de vista, ya sea a la gráfica o a la de reloj analógico. En la primera vista se pueden apreciar los valores mínimos, máximos y promedio. Las configuraciones del menú en la parte superior derecha permiten personalizar el color de fondo del gráfico así como también la utilización de diferentes filtros para un correcto y más preciso análisis de los datos.

Se puede personalizar la frecuencia de las mediciones, esto en el caso que se requieran las muestras de datos en un cierto período de tiempo, por ejemplo solo en la noche o por un par de horas únicamente (Sexto, s.f.).

1.3.4 Medidor De Decibeles

1.3.4.1 Descripción general

Nombrado en sus inicios como el “oído electrónico” o simplemente “medidor de sonido”, el Medidor de Decibeles aprovecha al máximo los económicos sensores existentes en los dispositivos móviles de hoy en día: giroscopios, acelerómetros, cámaras, micrófonos, GPS, etc.

Esta sencilla aplicación brinda un servicio de recolección de datos en decibelios de acuerdo al lugar establecido, los cuales son mostrados en tiempo real en su pantalla principal, adicional a esto emite un gráfico explicativo en donde se puede apreciar en escalas el historial de la medición.

Como en la mayoría de los casos anteriores, se puede calibrar la tasa de presión del sonido acoplándola a nuestros requerimientos o circunstancias del lugar que se utiliza para el estudio.

1.3.4.2 Características

- No muestra valores máximos o mínimos en su pantalla principal.

- Permite la calibración del ruido al mínimo (-25 decibelios) para usarlo en lugares silenciosos, esto es permitido ya que los micrófonos de los dispositivos móviles oscilan en estos rangos de sensibilidad.
- Intuitivo para el usuario en cuanto a su interfaz y manejo.
- Los valores máximos y mínimos alcanzados van a depender directamente del hardware del dispositivo utilizado.
- Los valores en decibelios mostrados en la pantalla principal son en tiempo real así como su gráfico descriptivo.
- Su tiempo de respuesta al dar los resultados es considerablemente más rápido que las otras aplicaciones estudiadas.
- Rango de medición: 25 – 140 dB.
- Nivel de precisión: + - 1,4 dB.
- Los datos se almacenan localmente.
- La exportación de los datos se obtiene en un archivo tipo .txt.
- Se toman las muestras en forma individual.
- Utiliza coordenadas de tipo lineal para la integración de la información geográfica.
- El análisis de la información se la puede realizar mediante la consulta de los resultados obtenidos del gráfico estadístico puntualmente.

1.3.4.3 Funciones

Su funcionamiento no tiene mayores complicaciones, al abrir el aplicativo la pantalla principal denota su simplicidad, automáticamente empezará a receptor las variaciones de sonido del ambiente en el que encuentra el dispositivo, dando como resultado el

valor en decibelios así como también el respectivo gráfico en tiempo real de las variaciones en el rango de tiempo observado (Figura 11).



Figura 11: Estética Medidor de Decibeles

En la parte inferior se encuentra el botón de configuraciones en donde se puede calibrar el nivel de radio de recepción del ruido, siendo el mínimo de -25 decibelios y un máximo de 140 dependiendo del hardware.

Se dispone de un botón de ayuda en la parte superior derecha con el cual se visualizan los niveles de y rangos de sonido con su respectiva descripción del sonido percibido (Figura 12).



Figura 12: Botón de ayuda Medidor de Decibeles

1.3.5 Medidor de Sonido

1.3.5.1 Descripción general

Es una de las aplicaciones más sencillas que se puede encontrar en la tienda Google Play para este fin. Con ella se puede obtener un reporte básico de los decibelios obtenidos en determinado lugar. Además de ello se obtiene un reporte de los rangos máximos y mínimos en decibelios marcados así como también un promedio de los mismos.

Tiene la forma de un reloj analógico con una aguja que marca desde 0 a 120 dB en tiempo real, no obstante no se contempla la posibilidad de obtener algún tipo de gráfico descriptivo ni tampoco la calibración del rango de decibelios a considerarse.

1.3.5.2 Características

- Entre las principales características podemos destacar:
- Fácil manejo e intuitivo para el usuario.
- No posee gráficos estadísticos
- No permite la calibración de los rangos de medición en decibelios.
- Su rango de medición fluctúa entre 30 a 130 dB.
- Su nivel de precisión es de +- 1.4dB.
- La frecuencia es de 31.5 Hz.
- La memoria de datos es de 130000 registros de datos aproximadamente.
- Rango de medición: 30 – 130 dB.
- Nivel de precisión: + - 1,0 dB.
- Los datos se almacenan localmente.
- No permite exportación de los datos.
- Se toman las muestras en forma individual.

- No emite coordenadas para la integración de la información geográfica.
- El análisis de la información se la puede realizar mediante la consulta de los resultados obtenidos del gráfico estadístico puntualmente.

1.3.5.3 Funciones

Esta aplicación es ideal para medir ruidos en un rango no mayor a 60dB, es decir conversaciones, o sonidos pequeños en el ambiente, esto debido a que posee un rango de sensibilidad mayor a las demás.

Al abrir el aplicativo automáticamente su aguja marca el número de decibelios existentes en el área de estudio; marca también los valores máximos y mínimos de las mediciones, dando como resultado un valor promedio, que si es demasiado alto, el mismo no será preciso, es por eso que se recomienda no utilizarla con niveles de ruido altos. El botón de Reset (Figura 13) ubicado en la parte inferior izquierda sirve para restablecer los valores promedios que se han calculado hasta el momento (Ruiz, 2013).

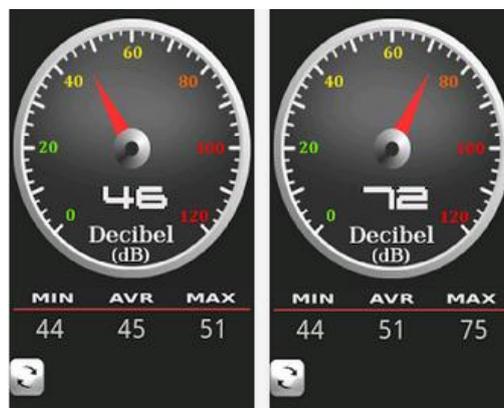


Figura 13: Botón de reset

1.4 Noisebattle

Como aporte adicional se puede destacar esta pequeña aplicación diseñada para la tienda Google Play a manera de juego, con la particularidad de que utiliza el fenómeno

ruido para su desarrollo; se encuentra aún en construcción por lo que no está disponible para su descarga.

Utiliza monitoreo participativo ya que los usuarios se desplazan a lo largo de una ciudad recolectando muestras de ruido, siendo el objetivo final la conquista de la misma. Los participantes deberán tomar muestras de ruido a lo largo de los espacios de la ciudad que se encuentran divididos en pequeños departamentos los cuales van a ser conquistados por los participantes entre sí recolectando mejores muestras de ruido que los demás; en el desarrollo del juego los usuarios podrán conquistar varios premios a manera de recompensa, así como también la posibilidad de atacar a un rival enviando variaciones de ruido o sonidos en contra de ellos, esto con el propósito de incentivar a los jugadores a enviar datos cada vez más frecuentes y actualizados asegurando así la continuidad de los datos recibidos.

Los premios o recompensas se ubicarán en lugares estratégicos en los lugares en donde se requiere realizar el estudio del ruido, los datos se envían automáticamente a servidores a manera de nubes de información en donde se encuentran disponibles para la población que los requiera y así ser procesados.

En cada una de las mediciones enviadas por los jugadores se puede visualizar el valor medio, máximo y mínimo del fenómeno, el usuario podrá visualizar la muestra tomada y decidir si será enviada o no. Las celdas conquistadas por los diferentes jugadores tienen un color diferente como podemos observar en la figura a continuación, en donde se visualizan a tres jugadores activos, cada uno con diferentes zonas conquistadas (Figura 14).



Figura 14: Estética y ejemplo de juego Noisebettle

MÉTODO

El método de análisis consiste en comparar aplicaciones Android para la medición del ruido basándose en dos criterios: 1. Diseño de interfaz y 2. Procesamiento de datos y utilización; además de ciertos parámetros definidos que ayudan a la toma de decisiones para un mejor resultado en la comparativa final.

A continuación se describen detalladamente cada uno de los criterios en mención, de manera que el usuario tenga una mejor perspectiva acerca de los puntos que se consideran para la realización del estudio.

1) Criterios:

- **Diseño de interfaz:** para cada aplicación se considera su forma de presentación, diseño, tipo de interfaz, entre otras, así como su fácil o complicada manera de interactuar con el usuario.
- **Procesamiento de datos y utilización:** el otro nivel a considerarse en los parámetros comparativos es la manera como las aplicaciones manipulan los datos obtenidos, su forma de almacenamiento, tipo de almacenamiento, así como la integración de los datos y resultados.

Posteriormente, para cada una de las aplicaciones en estudio, es necesario establecer determinados parámetros que se consideran relevantes, mediante los cuales se puede

obtener un detalle de las funciones, ventajas y desventajas que ofrecen mencionadas aplicaciones y así poder compararlas entre sí; parámetros que se describen a continuación:

2) Parámetros:

Diseño:

- Tipo de interfaz: hace referencia a cómo el aplicativo interactúa con el usuario desde el momento que se realiza la búsqueda en la tienda virtual, su diseño intuitivo o no y qué tan amigable es.
- Complejidad de manejo: cada aplicativo puede tener un nivel fácil, medio o complejo en su manejo, esto dependiendo de las dificultades que se presenten al usuario al momento de realizar la medición o solicitar algún reporte.

Procesamiento:

- Rango de medición: se describe como el rango en decibelios que el aplicativo es capaz de medir, es por esto que ciertas aplicaciones son aplicadas para diferentes propósitos y áreas de estudio.
- Nivel de precisión: denota el grado de precisión en cuanto a percepción que posee el aplicativo, es así que en lugares que requieren un nivel de precisión mayor se utiliza una aplicación capaz de receptar sonidos de nivel bajo, como por ejemplo el sonido del segundero de un reloj analógico en un cuarto vacío.
- Donde son almacenados los datos: describe la manera en que los datos resultantes son almacenados, esto puede ser de manera local o a su vez remota.
- Tipos de datos que almacena: hace referencia a la unidad de medida utilizada para denotar la cantidad o intensidad de ruido percibido, esto con la intención de

obtener conclusiones como por ejemplo que tan molesto o permisible es el ruido en determinado lugar.

- Posibilidad de exportación de datos: indica si el aplicativo tiene o no la capacidad de exportación de los resultados con un tipo de formato que permita la migración de los mismos a otros sistemas o repositorios de información.
- Formas de participación: hace referencia a cómo se recolectan los datos por parte de la población, esto puede ser individual o de forma grupal o colectiva.
- Integración de información geográfica: con este parámetro se describe la manera en que el aplicativo almacena las coordenadas (de contar con esta posibilidad), ya sea de tipo lineal o en polígono.
- Análisis de la información: describe el tipo de resultado que se puede consultar en el aplicativo luego de la recolección de los datos, ya sea mediante un punto en concreto o mediante un mapa de densidades.

Las aplicaciones a ser analizadas, escogidas en base al mayor número de descargas y mayor aceptación por parte de los usuarios, son las siguientes:

- Sound Meter (BORCE TRAJKOVSKI)
- Sonómetro (SMART TOOLS CO.)
- Medidor de Sonido (KHTSXR)
- Medidor de Decibeles (TACOTY CN)
- Noise Meter (JINASYS)
- NoiseBattle

RESULTADOS

Comparativa entre aplicaciones para medición de ruido.

Del cuadro comparativo expuesto a continuación (Tabla 1), se pueden apreciar los siguientes resultados:

En cuanto al tipo de interfaz y complejidad de uso, tres de las aplicaciones tienen un tipo de interfaz intuitivo: Soud Meter, Medidor de Sonido y Medidor de Decibeles; las dos restantes poseen un tipo de interfaz poco intuitiva: Sonómetro y Noise Meter, las cuales tienden a solicitar más detalles para la obtención de los resultados. Así mismo, tres de los aplicativos tienen un nivel complejo de manejo, estas son: Sound Meter, Sonómetro y Noise Meter; Medidor de Sonido y Medidor de Decibeles son relativamente fáciles de usar.

En cuanto al procesamiento de los datos, al analizar el rango de medición se denota que los aplicativos oscilan entre -25 y 140 decibelios con un nivel de precisión promedio de 1.4 decibelios, dependiendo del tipo de hardware que posea dispositivo utilizado para la medición.

Todas las aplicaciones estudiadas utilizan decibelios como tipos de datos o unidad de medida, los cuales se almacenan de manera local en su mayoría (Sound Meter, Medidor de Sonido y Medidor de Decibelios), así como también están las que se almacenan de manera remota como son el Sonómetro y Noise Meter, esto se lo realiza mediante servidores externos desde donde luego se pueden tomar los datos requeridos.

La exportación de los datos está disponible en las aplicaciones: Sonómetro, Medidor de Decibeles y Noise Meter, la cual se la realiza en formato de texto (.txt) para ser importada en otro sistema que lo requiera. Dos de las aplicaciones utilizan una forma de participación colectiva mediante la colaboración de la población en la recolección de los datos desde los puntos de estudio establecidos, estas aplicaciones son Sonómetro y

Noise Meter. Los demás aplicativos (mayoría) utilizan una forma de participación individual.

La mayoría de aplicativos utilizan una integración de los datos de tipo lineal, es decir almacena las coordenadas recibidas y da como resultado un punto geográfico como referencia, estas son Sound Meter, Medidor de Decibeles y Noise Meter. Casi en su totalidad de las aplicaciones en estudio dan como resultado a consultar un cuadro estadístico de las mediciones en un rango de tiempo a manera lineal o de punto, no así la aplicación Noise Meter que da como resultado un Mapa de densidades en donde se puede apreciar de manera global el trayecto que toma la brecha de sonido dentro de los límites permisibles.

Ventajas y desventajas aplicaciones Android

Resumiendo el cuadro de las ventajas y desventajas de las aplicaciones Android (Tabla 2), podemos concluir que, la mayoría de las mismas son de tamaño aceptable para su descarga (menor a 1Mb), las únicas con tamaño de 3Mb aproximadamente son Sound Meter y Sonómetro. Todos los aplicativos son de descarga gratuita y compatibles con las versiones de Android a partir de la 1.6 en adelante. Sonómetro y Noise Meter son las únicas aplicaciones con un nivel de manejo medio, las demás tienen una interfaz amigable para el usuario y de fácil manejo. Sonómetro y Medidor de Decibeles son aptos para utilizarlas en lugares con un nivel de ruido relativamente menor ya que su percepción es mayor a las demás. Medidor de Sonido y Sound Meter no poseen gráficos estadísticos en sus resultados. Sound Meter y Medidor de Decibeles no muestran los valores Máximos, Mínimos y Promedios en sus mediciones.

Tabla 1: Desarrollo comparativo

COMPARATIVA APLICACIONES ANDROID PARA MEDICIÓN DEL RUIDO										
APLICACIÓN PARÁMETRO	TIPO		PROCESAMIENTO							
	Tipo de interfaz	Complejidad de manejo	Rango de Medición	Nivel de Precisión	Lugar datos almacenados	Tipos de datos almacenados	Exportación de datos	Formas de participación	Integración de Inf. Geográfica	Análisis de la Información
SOUND METER	INTUITIVO	MEDIA	0-140 dB	±(1,4) dB	LOCAL	DECIBELIOS	NO	INDIVIDUAL	COORDENADAS TIPO LINEAL	PUNTO
SONÓMETRO	POCO INTUITIVO	MEDIA	30-120 dB	±(2,4) dB	REMOTA	DECIBELIOS	SI (.txt)	COLECTIVA	NO EMITE COORDENADAS	PUNTO
MEDIDOR DE SONIDO	INTUITIVO	FÁCIL	30-130 dB	±(1,0) dB	LOCAL	DECIBELIOS	NO	INDIVIDUAL	NO EMITE COORDENADAS	PUNTO
MEDIDOR DE DECIBELES	INTUITIVO	FÁCIL	-25 / 140 dB	±(1,4) dB	LOCAL	DECIBELIOS	SI (.txt)	INDIVIDUAL	COORDENADAS TIPO LINEAL	PUNTO
NOISE METER	POCO INTUITIVO	COMPLEJA	0-100 dB	±(2,4) dB	REMOTA	DECIBELIOS	SI (.txt)	COLECTIVA	COORDENADAS TIPO LINEAL	MAPA DE DENSIDADES

Tabla 2: Ventajas y desventajas

VENTAJAS Y DESVENTAJAS APLICACIONES ANDROID PARA MEDICIÓN DEL RUIDO		
	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SOUND METER	<ul style="list-style-type: none"> .- Compatible con versiones Android 1.6 en adelante. .- Fácil manejo para el usuario. .- Interfaz amigable. 	<ul style="list-style-type: none"> .- De considerable tamaño para su descarga (3Mb). .- No muestra valores máximos, mínimos y promedios.
SONÓMETRO	<ul style="list-style-type: none"> .- Diseño de interfaz sencillo. .- Amplio rango de medición. .- Toma como referencia 15 segundos como período. .- Marca valores máximos, mínimos y promedios. 	<ul style="list-style-type: none"> .- No funciona para ruidos demasiado fuertes. .- De peso considerable con respecto a las demás aplicaciones de este tipo. (2.56Mb). .- Nivel de complejidad medio en su uso.
MEDIDOR DE SONIDO	<ul style="list-style-type: none"> .- Fácil manejo e intuitivo para el usuario. .- Alto rango de frecuencia 31.5 Hz. .- Alto nivel de precisión de +- 1.4 dB. .- Amplia memoria de datos de 130 000 dB. 	<ul style="list-style-type: none"> .- No posee gráficos estadísticos para monitoreo en tiempo real. .- No permite la calibración de rangos de medición. .- Diseño rústico con una pobre interfaz para el usuario.
MEDIDOR DE DECIBELES	<ul style="list-style-type: none"> .- Intuitivo para el usuario y de fácil manejo. .- Permite calibración de ruido a - 25 para ambientes silenciosos. .- Tiempos de respuesta considerablemente mayores con respecto a las demás app. 	<ul style="list-style-type: none"> .- No muestra valores máximos, mínimos y promedios en la pantalla principal. .- Los valores máximos y mínimos alcanzados van a depender básicamente del hardware del dispositivo.
NOISE METER	<ul style="list-style-type: none"> .- Potente para su uso, con cierto nivel de dificultad para su uso. .- Muestra el promedio en las últimas mediciones, máximo y mínimo. .- Permite manipular la frecuencia con la que se recibirán los datos. 	<ul style="list-style-type: none"> .- Utilización un tanto compleja y poco intuitiva. .- Utiliza varios recursos del dispositivo disminuyendo su rendimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de realizado el estudio comparativo de aplicaciones disponibles como principal objetivo para el monitoreo de ruido participativo, siguiendo determinados criterios de diseño así como también de procesamiento de datos tales como la velocidad, almacenamiento, complejidad e integración, los mismos que han sido determinantes a la hora de elegir la aplicación que mejor se adapte a las necesidades del caso, se puede concluir lo siguiente:

Para que los sistemas de monitoreo participativo den los resultados esperados se necesita que sean sencillos en su implementación, de bajo costo y sostenibles a nivel local. Se necesita además, una capacitación en lo posible a la población intervenida. Mediante una correcta planificación al respecto se pueden abaratar los costos del proyecto considerablemente, en este caso, se pueden obtener datos más precisos al momento de recolectar información, al mismo tiempo se debe planificar la manera de reciprocidad de los datos, es decir devolver a la población los datos recibidos para un ingreso remoto a los servidores contribuyendo así a la toma de decisiones (Evans, Guariguata, 2008).

A lo largo del documento se ha notado la importancia de identificar las necesidades, y con esto, elegir la mejor opción en cuanto a aplicaciones para obtener los resultados requeridos, no obstante no siempre la opción más compleja o detallista es la más indicada, en ocasiones simplemente se necesita un aplicativo básico que resuma los resultados en su máxima expresión.

Las aplicaciones Sonómetro y Noise Meter denotan un pequeño grado de complejidad a la hora de su manejo, pero con ellas se puede obtener un resumen detallado de cada uno de los parámetros obtenidos, estos son: número de decibelios, valores máximos, mínimos y promedios; así mismo se puede obtener un gráfico

estadístico en determinado período de tiempo, Sonómetro y Noise Meter, ideales para proyectos grandes en donde se requiere gran cantidad de datos obtenidos a través del monitoreo participativo; estos luego son almacenados en un servidor remoto desde donde se tiene acceso total a los datos. En el caso de Noise Meter permite la posibilidad de aplicar filtros para resultados más precisos, así como también alarmas para delimitar los períodos de medición deseados.

Las demás aplicaciones tales como Medidor de Decibeles y Medidor de Sonido son aplicativos para casos más sencillos como por ejemplo la medición de Ruido dentro de un cuarto de hospital o biblioteca en donde podría emitirse una alarma cuando los niveles de ruido sobrepasen los permitidos por los establecimientos, esto debido a su alto nivel de sensibilidad en sus componentes, ya sean mediante sensores o micrófonos contenidos en los dispositivos utilizados para el estudio.

Respecto a la innovación y mejora de las aplicaciones existentes en la actualidad, no se puede recomendar cambios drásticos en las aplicaciones existentes en la tienda Google Play, debido a que los desarrolladores de las mismas planificaron muy bien los requerimientos de cada una de ellas para cumplir con las necesidades existentes, sin embargo existen detalles que podrían mejorar el desarrollo de las mismas significativamente.

En primera instancia cada una de las aplicaciones estudiadas no cumplen con un parámetro básico como es la actualización mediante la tienda de Android, la cual es básica para estar al día con las exigencias, ninguna de las mismas tiene un período estándar de upgrade, lo cual dificulta en cierto punto la credibilidad de los resultados. Es notorio que al no estar en contacto con este tipo de aplicativos con frecuencia, se hace

casi imposible que los desarrolladores continúen con el proceso de modificaciones y mejoras en los mismos ya que hoy en día se hace énfasis en lo comercial.

Una de las mejoras que se podrían implementar es mejorar la estética de los aplicativos, haciéndolos más amigables para con el usuario, esto atraerá la atención de las personas que participen en los estudios; por ejemplo se podría interactuar con las redes sociales que hoy en día son tan necesarias para promocionar o solicitar ayuda en la web.

Al interactuar con las redes sociales se puede lograr un mayor interés por parte de los usuarios, se podría por ejemplo, compartir de mejor manera ciertos datos y estadísticas acerca de los estudios y datos recibidos con fotografías, videos, etc., sin perder la atención de la población.

Otra mejora necesaria dentro de los aplicativos en los que están presentes los gráficos estadísticos sería implementar la posibilidad de mostrar los niveles de contaminación de ruido permitidos en paralelo, así se podrá tomar como referencia el límite permisible del lugar de estudio para un resultado más preciso.

Para que la reciprocidad de los datos con respecto a la población se ejecute con plenitud, es necesario que los resultados sean simples y precisos, que el acceso a los mismos no tenga restricciones; así mismo, la población debe comprometerse a la correcta utilización de la información, tratando de aportar al proyecto emitiendo recomendaciones y experiencias de lo vivido a lo largo del proyecto.

Para lograr un mayor interés por parte de la población en las aplicaciones estudiadas en el presente documento, se deben realizar capacitaciones y campañas de difusión de las mismas, tratando en lo posible de hacer énfasis en las virtudes de cada una de ellas, dando realce a la importancia del monitoreo participativo y los beneficios logrados a través del trabajo grupal en los diferentes proyectos a realizarse.

BIBLIOGRAFÍA

Universidad Carlos III de Madrid, Escuela Politécnica Superior, Tesis Jaime Arnaz Tudela, “*Desarrollo de Aplicaciones para dispositivos móviles sobre la plataforma Android de Google*”, Enero 2009.

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Esime-Zacatenco, Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, Tesis Fernando Campos Olvera, Marcos Ricardo Romero Martínez, “*Diseño de un Sonómetro*”, México D.F., Agosto, 2013.

Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR); Kristen Evans, Manuel R. Guariguata, “*Monitoreo participativo para el manejo forestal en el trópico*”. Bogor, Indonesia, 2008.

Institute of New Imaging Technologies (INIT), Universitat Jaume I (UJI); Irene Garcia, Luis E. Rodríguez, Mauricia Benedito, Sergi Trilles, Arturo Beltrán, Laura Díaz, Joaquín Huerta, “*Aplicación móvil para la monitorización de la contaminación acústica en entornos urbanos a través de técnicas de Gamification*”. Castelló, Enero 2010.

Frans Geilfus, “*80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación, IICA, 2002*”. San José, Costa Rica. 2009.

Raisa Guzmán Piñeiro, Ing.; Carlos Barceló Pérez, Dr. “*Estimación de la contaminación sonora del tránsito en Ciudad de La Habana, 2006*”. Rev Cubana Hig Epidemiol v.46 n.2 Ciudad de la Habana Mayo-sep. 2008.

Instituto de Salud Pública de Chile, “*Protocolo para la Medición del Ruido Impulsivo en los Lugares de Trabajo*”, 2012, Versión 1.

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación, “*Medición y procesamiento avanzado de indicadores de ruido, en zonas críticas localizadas dentro del Distrito Federal*”. México D.F., Diciembre 2009.

Usbeth Platzer ¹, Rodrigo Iñiguez ², Jimena Cevo ³, Fernanda Ayala ³.

¹ Residente Otorrinolaringología, Pontificia Universidad Católica de Chile.

² Instructor asociado, Departamento de Otorrinolaringología, Pontificia Universidad Católica de Chile.

³ Médico cirujano. Pontificia Universidad Católica de Chile.

“*Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile*”.

Rev Cubana Hig Epidemiol v.46 n.2 Ciudad de la Habana Mayo-sep. 2008.

Universidad de Granada, Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias,

Diego Pablo Ruiz Padillo, Dr.; “*Comentarios sobre los distintos tipos de Sonómetros, sus especificaciones técnicas y su uso*”, Granada, España, Enero 2013.

Centro de Estudio Innovación y Mantenimiento (CEIM / ISPJAE), Instituto Superior

Politécnico José Antonio Echeverría, Luis Felipe Sexto, Ing; “*¿Cómo elegir un Sonómetro?*”, La Habana, Cuba, (s.f.).

Enlaces Web:

Baez, M., Borrego, A., Cordero, J., Cruz, L., González, M., Hernández, F., Palomero, D., Rodríguez de Llera, J., Sanz, D., Saucedo, M., Torralbo, P., Zapata, A. (2013). *La Guía del Programador*. México. Recuperado de <http://laguiadelprogramador.com/guia/archivos/guias/17512android.pdf>

Francois Grünewald, Grupo U.R.D. (s.f.). *Implementación y Monitoreo participativos*. Francia. Recuperado de http://www.urd.org/IMG/pdf/MP_ESP_CHAPITRE9.pdf

Instituto de Salud Pública de Chile (s.f.). *Instructivo para la aplicación del D. S N° 594/99 del Minsal, Título IV, Párrafo 3° Agentes Físicos – Ruido*. Santiago, Chile. Recuperado de http://www.ispch.cl/salud_ocup/doc/INSTRUCTIVO_594.pdf

Platzer M, Usbeth, Iñiguez C, Rodrigo, Cevo E, Jimena, & Ayala R, Fernanda. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 67(2), 122-128. Recuperado en 18 de junio de 2014, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162007000200005&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0718-48162007000200005