

Aplicación (*app*) "Sonómetro" de NIOSH que funciona en dispositivos iOS

Equipo de Prevención de Pérdida Auditiva

Subdivisión de Ingeniería y Peligros Físicos

División de Investigación Aplicada y Tecnología



NIOSH Sound Level
Meter



Creada en colaboración con EA LAB, Inc. según un memorando de entendimiento entre NIOSH y EA LAB

Índice

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ¿Por qué creó NIOSH esta <i>app</i> ? | 3 |
| ¿Cumple esta <i>app</i> con los estándares para sonómetros o dosímetros de ruido del ANSI o la CEI? | 5 |
| Pantalla principal (Sonómetro) | 6 |
| ¿Cuáles son las principales funciones de la <i>app</i> "Sonómetro" de NIOSH? | 7 |
| Pantalla de mediciones guardadas | 10 |
| Pantalla de información acerca del ruido | 12 |
| a. ¿Qué ruidos pueden causar trastornos auditivos? | 13 |
| b. Cómo se previene la pérdida auditiva | 14 |
| c. Cómo realizar un estudio sobre el ruido | 15 |
| d. Cómo seleccionar una protección auditiva adecuada | 17 |
| Pantalla "Configuración" | 20 |
| Estudios relevantes sobre teléfonos inteligentes | 28 |

¿Por qué creó NIOSH esta *app*?

NIOSH estima que 22 millones de trabajadores están expuestos a niveles peligrosos de ruido cada año. Además de dañar la calidad de vida de los trabajadores, la pérdida auditiva ocupacional implica un alto precio económico para la sociedad. El equipo de NIOSH para la prevención de la pérdida auditiva evaluó 192 aplicaciones (*apps*) para medir el nivel de sonido que funcionan en las plataformas iOS y Android, con el fin de determinar su idoneidad y precisión respecto a los instrumentos profesionales de medición del nivel de sonido. De las 192 *apps*, hubo 10 *apps* para iOS que cumplieron con nuestro criterio de selección con respecto a la funcionalidad, características y capacidad de calibración, y solo 4 *apps* cumplieron con nuestro criterio de precisión de (± 2 dB(A) de diferencia media con el sonómetro de referencia tipo 1. Los resultados se publicaron en la Revista de la Sociedad de Acústica de los Estados Unidos, JASA (*Journal of Acoustical Society of America*): [Evaluation of smartphone sound measurement applications, Kardous and Shaw 2014](#). Un estudio de seguimiento sobre el uso de teléfonos inteligentes con micrófonos externos se publicó en la JASA en el 2016 ([Evaluation of smartphone sound measurement applications \(apps\) using external microphones—A follow-up study, Kardous and Shaw 2016](#)). El estudio reveló que las *apps* que se usan con micrófonos externos calibrados tienen un desempeño muy similar a los sonómetros de referencia tipo 1 (con precisión de ± 1 dB(A).

Los estudios también revelaron que la mayoría de las *apps* para medir el sonido disponibles a nivel comercial carecían de la precisión y funcionalidad necesarias para realizar mediciones de sonido ocupacionales y de propósitos generales. En consecuencia, los investigadores de NIOSH especializados en pérdida auditiva colaboraron con uno de los 4 productores de *apps* para elaborar una *app* de medición del sonido gratuita que pudiera distribuirse a quienes trabajan en salud y seguridad ocupacionales y al público general. NIOSH firmó un memorando de entendimiento con EA LAB en febrero del 2015 con el fin de elaborar la *app* "Sonómetro". La *app* fue sometida a los mismos requisitos de prueba que se establecieron en los estudios de Kardous y Shaw.

La omnipresencia de los teléfonos inteligentes y el nivel avanzado de las aplicaciones existentes para medir el sonido presentan una gran oportunidad para revolucionar las prácticas actuales de recolección de datos y vigilancia del ruido. Mediante las técnicas de colaboración masiva (*crowdsourcing*), los trabajadores de diferentes partes del mundo podrían, al usar sus teléfonos inteligentes, recolectar y compartir datos de exposición al ruido en el lugar de trabajo (o en el desempeño de sus tareas). Los científicos y los profesionales de seguridad y salud ocupacionales pueden contar con esos datos compartidos para elaborar bases de datos sobre la exposición laboral y promover una mejor salud auditiva y mayores esfuerzos de prevención. Además, la capacidad de obtener y mostrar los datos de exposición al ruido en tiempo real crea conciencia entre los trabajadores sobre su entorno laboral (y no laboral) y les permite tomar decisiones informadas sobre los posibles peligros para su audición. Una *app* para teléfonos inteligentes creada e inscrita como marca registrada por NIOSH para medir el sonido ocupacional ayudará a llevar adelante la misión de este instituto, al convertir el conocimiento de la medición del sonido ocupacional en un producto práctico e informativo que estará disponible para los más de 1300 millones de dispositivos que funcionan con iOS en todo el mundo.



Figura 1. La pantalla principal de la *app* "Sonómetro" de NIOSH (se la muestra con un micrófono externo en un iPhone 8)

¿Cumple esta *app* con los estándares para sonómetros o dosímetros de ruido del ANSI o la CEI?

Los sonómetros profesionales (SLM, por sus siglas en inglés) deben cumplir con los estándares nacionales e internacionales, como las especificaciones S1.4-2014 (R2007) para los sonómetros del Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales (ANSI, por sus siglas en inglés), y la norma 61672 de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), Sonómetros, parte 1: Especificaciones (el ANSI adoptó la norma de la CEI en el 2014). Los estándares del ANSI y la CEI establecen pruebas acústicas, eléctricas y ambientales con límites de tolerancia e incertidumbres de medida determinados, que son especificados en decibeles en un rango amplio de frecuencia (generalmente entre 10 Hz y 20 kHz). Esas pruebas deben dar cuenta de la linealidad de los niveles, la direccionalidad, las respuestas de ponderación del tiempo y la frecuencia, las ráfagas de tonos, la interferencia de las frecuencias de radio, y las condiciones atmosféricas y ambientales. Los estándares también especifican que estas pruebas se deben hacer en el instrumento completo, incluidos el micrófono y el preamplificador.

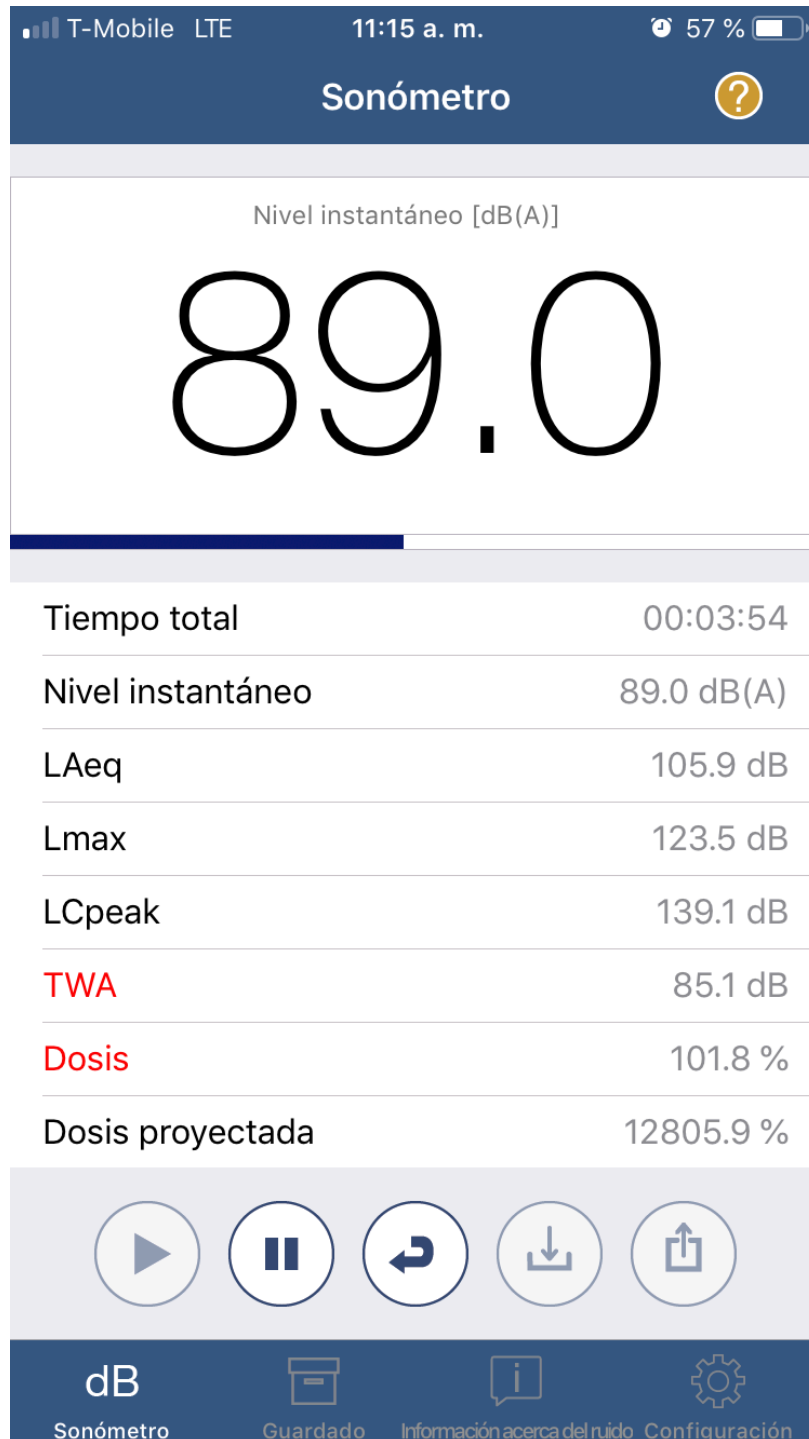
En el 2018, los investigadores de EA LAB y NIOSH evaluaron el rendimiento de la *app* como parte de un sistema (iPhone con micrófono externo) para ver si cumplía con los requisitos tipo 2 de las normas 61672 de la CEI y S1.4 del ANSI: Sonómetros, parte 3: Pruebas periódicas. Los resultados se publicaron en la Revista de Acústica Aplicada (*Applied Acoustics Journal*) [Celestina et al. 2018].

Celestina, M., Hrovat, J., & Kardous, C. A. (2018). Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of compliance with international sound level meter standards. *Applied Acoustics*, 139, 119-128. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.04.011>

NIOSH y EA LAB continúan trabajando para lograr el cumplimiento con las partes 1 y 2 de la norma 61672 de la CEI, pero hasta el momento esta es la única *app* que ha mostrado algún nivel de cumplimiento con las normas para sonómetros. Esta *app* tiene el propósito de servir como una herramienta práctica para crear conciencia sobre los niveles de ruido en el lugar de trabajo. Una mayor concientización podría llevar a los trabajadores y los administradores a solicitar estudios profesionales completos sobre el ruido y a implementar controles técnicos o programas de conservación de la audición para reducir el riesgo de pérdida auditiva inducida por el ruido.

Pantalla principal (Sonómetro)

Una vez que el usuario abre la *app*, se le presenta una pantalla principal (un icono de dB iluminado en la parte inferior izquierda). La mitad superior de la pantalla brinda una lectura del nivel de sonido mediante el uso del micrófono incorporado (o el micrófono externo, si es que se usa) y reporta el nivel instantáneo de sonido en decibeles con ponderación A, C o Z. El usuario puede seleccionar la ponderación en la pantalla "Configuración" (*Settings*).



¿Cuáles son las principales funciones de la *app* "Sonómetro" de NIOSH?

La *app* "Sonómetro" de NIOSH tiene muchas funciones importantes: brinda una lectura del nivel de sonido mediante el uso del micrófono incorporado (o con un micrófono externo) y reporta el nivel instantáneo de sonido en decibeles con ponderación A, C o Z. El usuario puede seleccionar la ponderación en la pantalla "Configuración" (Settings). La *app* también reporta las métricas principales, que son importantes para obtener mediciones adecuadas del ruido ocupacional: tiempo de duración (duración total), el nivel de sonido equivalente con ponderación A (LAeq), el nivel máximo medido durante el tiempo de duración actual, el nivel pico de presión sonora con ponderación C (LCpeak), el promedio ponderado en el tiempo (TWA) y la dosis. La *app* también contiene información básica sobre el ruido y la prevención de la pérdida auditiva. Además, la *app* le permite al usuario guardar y compartir los datos de las mediciones mediante la utilización de otras funciones de comunicación y difusión del teléfono inteligente. Si se activan los servicios de localización, la *app* puede utilizar la función de GPS para brindar una ubicación geoespacial exacta de la medición del ruido.

- **Duración total:** Duración total de la medición actual
- **Nivel instantáneo:** Nivel predeterminado de presión sonora en decibeles, con ponderación A, C o Z [dB(A), dB(C), dB].
- **LAeq:** Nivel de sonido continuo equivalente (promediado cada segundo) en decibeles con ponderación A [dB(A)].
- **Nivel máximo:** Nivel más alto de presión sonora durante un periodo de medición.
- **LCpeak:** Nivel pico de presión sonora en decibeles con ponderación C [dB(C)].
- **TWA:** Sigla en inglés de promedio ponderado en el tiempo, el nivel de sonido acumulado durante cualquier periodo, pero con su promedio computado durante un periodo de 8 horas.
- **Dosis:** Un porcentaje de la dosis de ruido diaria máxima permisible. Las exposiciones al 100 % o a mayores niveles se consideran peligrosas.
- **Dosis proyectada:** La dosis de ruido actual, en la duración de la medición actual, proyectada hacia adelante durante 8 horas (suponiendo que el nivel de sonido sea constante durante ese mismo periodo de 8 horas).

En la parte de abajo de la pantalla hay cinco botones principales: "Inicio" (*Start*), "Pausa" (*Pause*) y "Reinicio" (*Reset*):



La *app* le da al usuario una advertencia antes del reinicio, "Guardar" (*Save*) y "Subir" (*Upload*) (por correo electrónico).

Una barra permanente en la parte de abajo de la pantalla le permite al usuario cambiar entre las 4 pantallas principales de la *app*: Sonómetro (dB), Guardado, Información acerca del ruido y Configuración.



El usuario puede ir y volver entre estas pantallas y también puede usar el botón de ← en la parte superior izquierda para volver a la pantalla anterior.



Hay un botón de ayuda que el usuario puede seleccionar para obtener más información sobre la pantalla específica:

Cómo hacer una medición del ruido

Para hacer una medición, sostenga el teléfono con el micrófono (que generalmente está en la parte de abajo del teléfono) hacia la fuente de ruido y alejado del cuerpo u otras cosas (a más o menos un metro). Haga lo mismo si usa un micrófono externo. La lectura en la pantalla principal le dará el nivel instantáneo de sonido y fluctuará de manera constante a medida que cambie el nivel del sonido ambiente. Nótese que los micrófonos son susceptibles a la humedad, la temperatura, el viento y otros factores y que, por lo tanto, la precisión de la medición cambiará de un día a otro, de una ubicación a otra, y con la antigüedad del teléfono inteligente.

Use los botones de "Inicio" (Start), "Pausa" (Pause) y "Reinicio" (Reset). Al pulsar el botón de "Pausa" se detendrá temporalmente la medición, pero se puede continuar al pulsar el botón de "Inicio". Al pulsar el botón de "Reinicio" (Reset) se borrarán todos los datos (aparecerá una ventana de advertencia para pedirle que confirme todos los datos).

Todos los parámetros medidos se presentan en la tabla, pero usted puede elegir cualquier parámetro y presentarlo de forma muy prominente arriba de la tabla. Para hacerlo, solo pulse el parámetro que quiera presentar en la tabla.

EXPLANATION_TITLE

Cómo guardar las mediciones

Pulse el botón "Guardar" (Save) para guardar los resultados de las mediciones. La lista de las mediciones guardadas está disponible en la pestaña "Guardado" (Saved).

Pulse el botón "Compartir" (Share) para compartir los resultados de las mediciones por correo electrónico. Los resultados de la medición se presentan en un informe bien diseñado en formato HTML o PDF.

decibeles con ponderación A dB(A).
LAeq: Nivel de sonido continuo equivalente (promediado cada segundo) en decibeles con ponderación A dB(A).
Nivel máximo: Nivel más alto de presión sonora durante un periodo de medición.
LCpeak: Nivel pico de presión sonora en decibeles con ponderación C.
TWA: Sigla en inglés de promedio ponderado en el tiempo, el nivel de sonido acumulado durante cualquier periodo, pero con su promedio computado durante un periodo de 8 horas.
Dosis: Un porcentaje de la dosis de ruido diaria máxima permisible. Las exposiciones al 100 % o a mayores niveles se consideran peligrosas.
Dosis proyectada: La dosis de ruido actual, en la duración de la medición actual, proyectada para las próximas 8 horas (bajo la presunción de que el nivel de sonido siga siendo constante durante ese mismo periodo de 8 horas).

Cómo interpretar los resultados o las lecturas de la *app*

NIOSH establece límites de exposición recomendados (REL, por sus siglas en inglés) para varios peligros, con base en los mejores conocimientos científicos y prácticas disponibles. El REL para el ruido es 85 decibeles, usando la respuesta de frecuencia con ponderación A durante un promedio de 8 horas, que generalmente se denomina promedio ponderado en el tiempo (TWA). Las exposiciones a ese o a mayores niveles se consideran peligrosas. La OSHA establece límites de exposición permisibles (PEL, por sus siglas en inglés), de carácter legal obligatorio, que requieren que los empleadores tomen medidas para reducir las exposiciones de los trabajadores. El PEL de la OSHA para el ruido es 90 dB(A) como un TWA de 8 horas, con base en una tasa de intercambio de 5-dB.

Las normas ocupacionales especifican un máximo permisible en la dosis de ruido diaria, que se expresa en porcentajes. Por ejemplo, una persona que está continuamente expuesta a 85 dB(A), según el límite de NIOSH, o 90 dB(A), según el límite de la OSHA, durante un turno de 8 horas, alcanzará el 100 % de su dosis de ruido diaria. La dosis de ruido se basa tanto en el nivel de exposición al sonido como en cuánto tiempo se prolonga (duración). Para este límite de dosis se usa una compensación de tiempo por intensidad de 3-dB que comúnmente se denomina tasa de intercambio o regla de igual energía. Por cada aumento de 3-dB en la exposición promediada al ruido, el tiempo de exposición permisible se reduce a la mitad. Por ejemplo, si la exposición aumenta a 88 dB(A), los trabajadores solo deberían estar expuestos durante cuatro horas. Al mismo tiempo, por cada disminución de 3-dB en la exposición promediada al ruido, el tiempo permisible de exposición se duplica, como se muestra en la siguiente tabla.

| Promedio ponderado en el tiempo (TWA) | Tiempo para alcanzar el 100 % de la dosis de ruido diaria |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 85 dB(A) | 8 horas |
| 88 dB(A) | 4 horas |
| 91 dB(A) | 2 horas |
| 94 dB(A) | 60 minutos |
| 97 dB(A) | 30 minutos |
| 100 dB(A) | 15 minutos |

Es importante diferenciar entre el nivel de ruido y el promedio de exposición al ruido ponderado en el tiempo. Mientras que los niveles de ruido se refieren a la intensidad de los sonidos en un momento determinado, los límites de exposición de NIOSH se establecen como promedios de exposición ponderados en el tiempo durante periodos determinados. Si las mediciones del nivel de ruido superan constantemente los 85 dB(A), le recomendamos que consulte a un profesional como un higienista industrial o un especialista en seguridad y salud ocupacionales para que realice un estudio profesional sobre el ruido en su lugar de trabajo. Recuerde que proteger su audición es una buena práctica de salud, sin importar dónde se encuentre.

Pantalla de mediciones guardadas

La segunda pantalla le da al usuario una lista de "Mediciones guardadas" con una marca de la fecha y la hora y el TWA de esa medición específica. Cada medición guardada se archiva de forma separada.



Una visión de

tallada de lo que cada medición guardada contiene, la información del reporte (fecha, hora de la medición, operador, ubicación), así como los valores medidos de la pantalla principal.

The screenshot displays a mobile application interface for noise measurement. At the top, the status bar shows 'T-Mobile LTE', the time '11:40 a. m.', and a battery level of '76 %'. The app's header is dark blue with a back arrow, the text 'All MEASUREMENT', and a share icon. Below the header is a light grey section titled 'GENERAL' containing the following data:

| | |
|------------------|-----------------------------------------|
| DATE | 4/30/19 3:49 p. m. |
| MEASUREMENT_TIME | 00:01:30 |
| Operador | Alberto |
| Lugar | Cincinnati |
| Notas | Fábrica de piso - sala de calderas... > |

Below the 'GENERAL' section is another light grey section titled 'MEASUREMENT_VALUES' containing the following data:

| | |
|------------------|----------|
| LAeq | 87.0 dB |
| Nivel máximo | 107.4 dB |
| LCPeak | 123.1 dB |
| TWA | 61.8 dB |
| Dosis | 0.5 % |
| Dosis proyectada | 155.5 % |

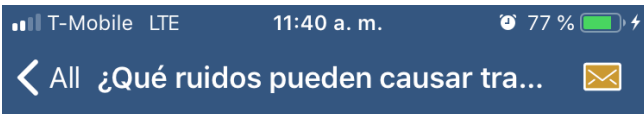
At the bottom, a dark blue navigation bar contains four icons with labels: 'dB Sonómetro', 'Guardado', 'Información acerca del ruido', and 'Configuración'.

Pantalla de información acerca del ruido

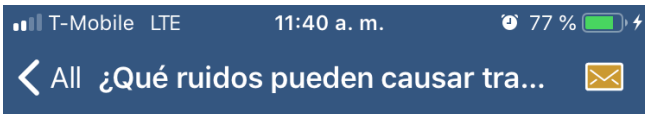
La tercera pantalla contiene información básica del programa de NIOSH acerca del ruido y la prevención de la pérdida auditiva y otros recursos de NIOSH para la investigación:



a. ¿Qué ruidos pueden causar trastornos auditivos?



La exposición a sonidos fuertes puede causar pérdida auditiva, zumbido de oídos (tinnitus) o ambos. La pérdida auditiva comúnmente es causada por la exposición prolongada a sonidos fuertes (especialmente cuando no se usa protección auditiva o los oídos no tienen suficiente tiempo para descansar entre exposiciones), pero también puede ocurrir debido a una sola exposición muy fuerte, como el ruido que causa un arma de fuego o un petardo. Cuanto más fuerte sea el sonido, menor es la cantidad de tiempo necesaria para que ocurra la pérdida auditiva. NIOSH usa una tasa de intercambio de 3-dB, también conocida como "compensación por tiempo". Significa que por cada 3-dB de aumento en la exposición al ruido, la duración se debe reducir a la mitad. A la inversa, por cada disminución de 3-dB en la exposición al ruido, la duración de la exposición se puede duplicar.



- **85 dB(A)**
Las exposiciones regulares y prolongadas al ruido a 85 dB(A) o más (un promedio de 8 horas por día) se consideran peligrosas.
- **100 dB(A)**
La exposición regular y prolongada, sin protección, de más de 15 minutos por día representa un riesgo de pérdida auditiva permanente.
- **110 dB(A)**
La exposición regular y prolongada, sin protección, de más de 1.5 minutos por día representa un riesgo de pérdida auditiva permanente.

Ejemplos de niveles de ruido

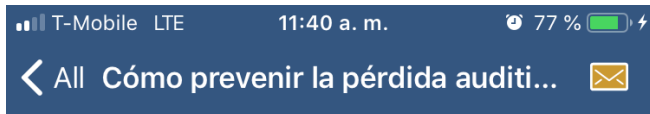


Sepa cuáles ruidos pueden causar daño. Use protección auditiva cuando participe en una actividad con ruidos fuertes.

- **194 dB** Tono más fuerte posible
- **180 dB** Lanzamiento de cohete
- **165 dB** Escopeta calibre 12
- **140 dB** Motor de avión al despegar
- **120 dB** Sirena de ambulancia
- **119 dB** Taladro de percusión neumático
- **114 dB** Martillo de perforación
- **108 dB** Motosierra
- **108 dB** Máquina minera continua
- **105 dB** Topadora, rociador de pintura
- **103 dB** Llave de impacto
- **98 dB** Taladro de mano
- **96 dB** Tractor



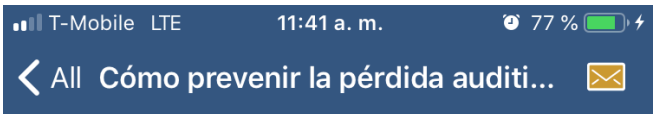
b. Cómo se previene la pérdida auditiva



La mejor estrategia de prevención, obviamente, es evitar los ruidos fuertes y las actividades relacionadas con ellos. Las exposiciones prolongadas a más de 85 decibeles con ponderación A (dBA) sin protección pueden dañar su audición. Una sola exposición a ruido de nivel alto (p. ej., armas de fuego o fuegos artificiales) puede llegar a más de 150-170 dB y puede causar daño mecánico inmediato al oído interno. Si usted necesita gritar para que lo oigan, el ruido está demasiado fuerte y podría ser peligroso. La pérdida auditiva inducida por el ruido es irreversible, pero es un 100 % prevenible.

Hay varias maneras de proteger la audición, tanto en el trabajo como en los momentos de diversión. Sepa cuáles ruidos pueden causar daño; si la lectura promedio de la app supera constantemente los 85 dB, usted está en situación de riesgo. Por sobre todas las cosas, lo más importante para proteger la audición es alejarse. Otros consejos de eficacia comprobada:

- Evite actividades y lugares ruidosos
- Si usa auriculares para trabajar o si escucha música con frecuencia, baje el volumen o use auriculares que anulen el ruido, que puedan bloquear el ruido ambiente.
- Haga pausas en las actividades ruidosas para que sus oídos puedan descansar.
- Use protección auditiva.
- Hágase pruebas de audición si está expuesto a ruido fuerte con frecuencia.



de la app supera constantemente los 85 dB, usted está en situación de riesgo. Por sobre todas las cosas, lo más importante para proteger la audición es alejarse. Otros consejos de eficacia comprobada:

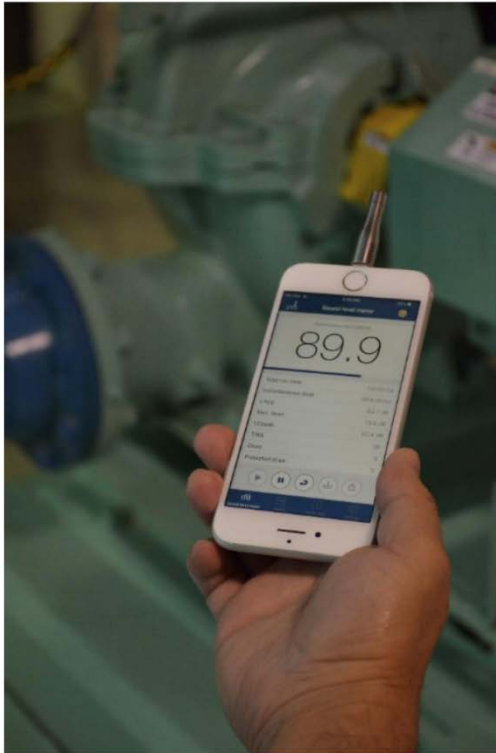
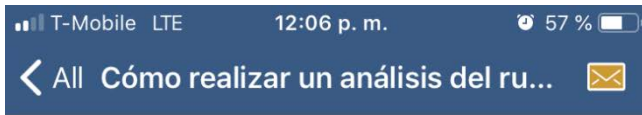
- Evite actividades y lugares ruidosos
- Si usa auriculares para trabajar o si escucha música con frecuencia, baje el volumen o use auriculares que anulen el ruido, que puedan bloquear el ruido ambiente.
- Haga pausas en las actividades ruidosas para que sus oídos puedan descansar.
- Use protección auditiva.
- Hágase pruebas de audición si está expuesto a ruido fuerte con frecuencia.

Con respecto al lugar de trabajo, el [documento de criterios](#) y la [Guía práctica: prevención de la pérdida auditiva ocupacional](#) de NIOSH describen las características de los programas exitosos de prevención de la pérdida auditiva. Los principales componentes de estos programas son:

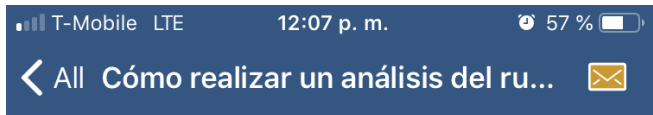
1. Monitoreo de la exposición al ruido
2. Controles técnicos y administrativos
3. Evaluación audiométrica
4. Dispositivos de protección auditiva
5. Educación y motivación
6. Mantenimiento de registros
7. Evaluación del programa
8. Auditoría del programa



c. Cómo realizar un estudio sobre el ruido



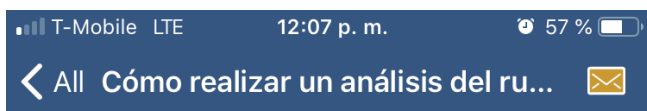
Los análisis del ruido generalmente se realizan para identificar cuáles trabajadores u otras personas están expuestos a niveles de ruido dañinos y para brindar información adecuada, con el fin de tomar medidas correctivas como el control del ruido o la inscripción en



un programa de conservación de la audición. Algunos consejos:

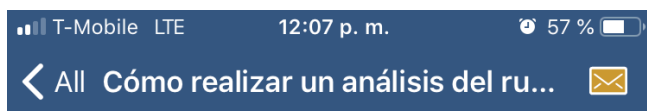
- Recomendamos, si es factible, usar un micrófono externo que pueda calibrarse con un calibrador acústico.
- Si un micrófono externo no está disponible o no puede calibrarse con una fuente conocida antes de la medición, podrían ser necesarias varias mediciones para obtener una muestra representativa.
- Sostenga el teléfono inteligente con micrófono incorporado (o externo) a aproximadamente 10-12 pulgadas (25-30 cm) de su "zona de audición" (la esfera alrededor de su cabeza).
- El micrófono debe apuntarse directamente a la fuente de ruido, preferiblemente a un ángulo de 30 a 45°.
- Si la fuente de ruido es constante, usted solo necesita una medición de entre 30 segundos y 1 minuto.
- Si la fuente de ruido tiene variaciones, es mejor que haya periodos más largos de medición para tratar de captar todas las variaciones. Sugiera que sean de al menos 15 minutos.
- Tome precauciones para no tocar el micrófono, darle un golpecito ni rozarlo con sus dedos, ya que esto puede introducir elementos en la medición.
- No lo use en condiciones de mucho viento; use una pantalla contra el viento si está usando un





micrófono externo (algunos vienen equipados con pantalla contra el viento).

- Evite hacer la medición a menos de 1 metro de una emisión de ruido fuerte o de una superficie reflectora.
- Apriete el botón de REPRODUCIR (PLAY/RUN) en la parte inferior izquierda de la pantalla para grabar su medición.
- Una vez que termine, apriete el botón de PARAR/PAUSA (STOP/PAUSE).
- Repita 3 a 5 veces, si es posible, para obtener una evaluación más representativa y minimizar errores.
- Para guardar la medición use el botón de GUARDAR (SAVE); la guardará automáticamente en la pantalla "GUARDADO".
- Para compartir la medición puede apretar el botón de COMPARTIR (SHARE) y enviarla en formato HTML o PDF.
- Si la medición supera el límite de exposición recomendado por NIOSH, tanto el TWA como la dosis o la dosis proyectada se presentarán en ROJO.
- Si el LAeq (nivel de sonido promedio o equivalente) está constantemente debajo de los 80 dBA, no es necesario hacer nada más.
- Si el LAeq está entre 80 y 85 dBA, infórmele al trabajador u otra persona que hay un riesgo mínimo de pérdida auditiva y dígame que considere usar protección auditiva y hacerse pruebas audiométricas.
- Si el LAeq supera los 85 dBA (y la dosis



se justifica hacer una investigación más profesional.

- Comparta los resultados con los trabajadores y recomiende el uso de protección auditiva o la realización de pruebas audiométricas, si corresponde; también comparta las sugerencias para reducir el ruido o las exposiciones, que se presentan en el sitio web de NIOSH sobre la pérdida auditiva.

Se puede encontrar información más detallada, videos educativos, un manual del usuario y cómo interpretar resultados específicos en la página web "Sonómetro" de NIOSH:

<https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/ruidoApp.html>

Estándares útiles de medición:

- ANSI S12.19-1996 (R2006) - Medición de la exposición al ruido ocupacional.
- CSA Standard Z107.56-2013 (R2018) - Procedimientos para la medición de la exposición al ruido ocupacional.
- AS/NZS 1269:2005 (R2016) - Manejo del ruido ocupacional. Descripción y requisitos generales.
- ISO 9612 (2009) - Acústica. Determinación de la exposición al ruido ocupacional. Método de ingeniería.
- ISO 1999 (2013) - Acústica. Determinación de la exposición al ruido ocupacional y estimación de las deficiencias auditivas inducidas por el ruido.



d. Cómo seleccionar una protección auditiva adecuada

The image displays two side-by-side screenshots of a mobile application interface. Both screenshots show a status bar at the top with 'T-Mobile LTE', '12:08 p. m.', and '57%' battery. The app title is 'All Cómo seleccionar dispositivos...'. The left screenshot shows a text block about hearing damage and a list of three bullet points regarding noise protection standards in the US, Canada, and Europe. The right screenshot shows a text block about hearing protection standards in Europe and Australia, followed by a list of three bullet points. At the bottom of both screenshots is a navigation bar with four icons: a sound level icon labeled 'dB Sonómetro', a folder icon labeled 'Guardado', an information icon labeled 'Información acerca del ruido', and a gear icon labeled 'Configuración'.

El daño auditivo puede ocurrir debido a la exposición prolongada al ruido de 85 decibeles con ponderación A (dBA) o más. Los protectores auditivos están diseñados para reducir la cantidad de ruido dañino que llega al oído interno. En la mayoría de los países se exige al fabricante que proporcione una etiqueta para indicar cuánta atenuación brinda el protector auditivo:

- En los Estados Unidos, la EPA requiere una etiqueta de calificación de reducción del ruido (NRR, por sus siglas en inglés) en el envase. El rango de NRR va de 0 a alrededor de 35 decibeles y brinda una atenuación media sobre siete frecuencias de prueba (de 125 Hz hasta 8000 Hz) cuando se usa de un modo adecuado. Sin embargo, NIOSH y la OSHA recomiendan un sistema de disminución de potencia (de-rating), ya que es poco probable que la mayoría de las personas alcance el total de atenuación que indica el NRR. En la actualidad, NIOSH recomienda hacer pruebas de ajuste (medición de la reducción del ruido para cada uno de los trabajadores mediante sistemas de pruebas de ajuste) en lugar del método de disminución de potencia.
- En Canadá, la Asociación Canadiense de Estándares especifica diferentes clases de protectores auditivos; los de clase A ofrecen la mayor protección y pueden usarse hasta un TWA de 105 dBA, los de clase B pueden usarse hasta 95 dBA y los de clase C hasta 89 dBA. También especifican el sufijo "L" para los protectores

auditivos que tienen al menos 20 dB de protección a una frecuencia baja (125 Hz).

- En la mayor parte de Europa, la Unión Europea especifica una clasificación llamada índice de reducción único (SNR, por sus siglas en inglés), que se basa en pruebas realizadas en laboratorios independientes. El SNR es un valor único que brinda una estimación de la reducción del ruido, al igual que el NRR. Además, la Unión Europea requiere una denominación HML para especificar el espectro de ruido en el entorno: H para los entornos de frecuencia alta, M para la frecuencia media y L para la frecuencia baja.
- En Australia y Nueva Zelandia se usa la conversión de nivel de sonido (SLC80, por sus siglas en inglés) para estimar el nivel de protección que logra el 80 % de los usuarios, también con base en las pruebas de laboratorios independientes. También se asigna otra clasificación a cada protector: clase 1 para el ruido de hasta 90 dB, clase 2 para el ruido de hasta 95 dB y clase 3 para el ruido de hasta 100 dB (y así sucesivamente con incrementos de 5 dB).

La etiqueta tipo de un protector auditivo que se vende en todo el mundo puede tener las siguientes calificaciones:

- NRR 31
- CAN clase A(L)
- SNR 34 (H=33, M=31, L=29)
- SLC80 25 (clase 4)

Los entornos con ruido muy fuerte exigen niveles más altos de atenuación, pero la sobreprotección puede ser contraproducente y puede hacer que la persona se sienta aislada y menos consciente de la situación. La mayoría de las exposiciones son de menos de 95 dBA, lo que significa que un protector auditivo con solo 10 dB de atenuación real podría ser más eficaz que los protectores altamente calificados que no se usan de forma adecuada o se usan solo esporádicamente.

Para escoger el protector auditivo adecuado, también deben considerarse los factores como la comodidad, la comunicación, el costo, la durabilidad, el entorno laboral, la facilidad de uso e incluso el estilo.

Hay varios estilos de protectores auditivos: tapones de oídos, orejeras, tapones auditivos en banda, o cascos. Algunos tienen elementos electrónicos incorporados para mejorar la comunicación o para anular el ruido. Los tapones de oídos pueden ser más cómodos y generalmente son preferibles para el uso a largo plazo y en entornos cálidos, son más fáciles de guardar, y vienen en diferentes medidas y formas, pero deben quedar bien ajustados para ser eficaces. Las orejeras, por otro lado, no requieren un ajuste adecuado, generalmente se las vende en una sola medida, y son preferibles para el uso esporádico y si la persona se las quita múltiples veces durante el día, y su protección general se considera más confiable que la de los tapones de oídos. Los protectores electrónicos para anular el ruido pueden ayudar al usuario a oír sonidos en el entorno que de otra manera podrían ser atenuados por el protector, y son

How To Wear Soft Foam Earplugs

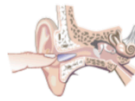
To get the best protection from your soft foam earplugs, remember to **roll**, **pull**, and **hold** when putting them in. Use clean hands to keep from getting dirt and germs into your ears!



1. Roll the earplug up into a small, thin "snake" with your fingers. You can use one or both hands.



2. Pull the top of your ear up and back with your opposite hand to straighten out your ear canal. The rolled-up earplug should slide right in.

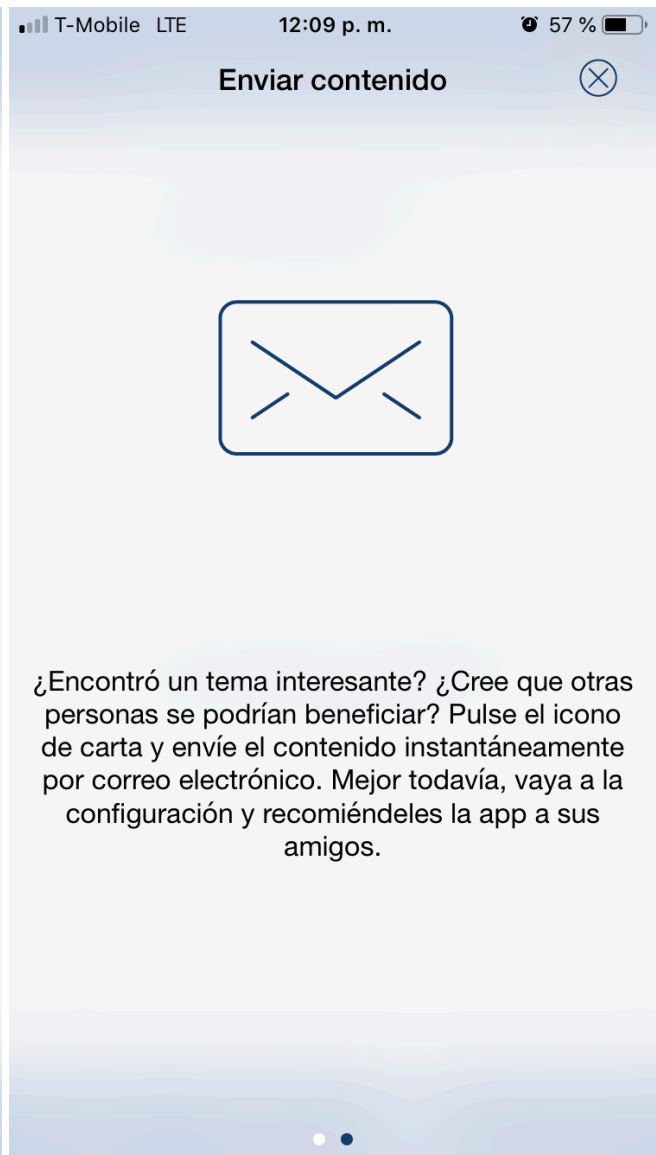


3. Hold the earplug in with your finger. Count to 20 or 30 out loud while waiting for the plug to expand and fill the ear canal. Your voice will sound muffled when the plug has made a good seal.

Recursos adicionales:

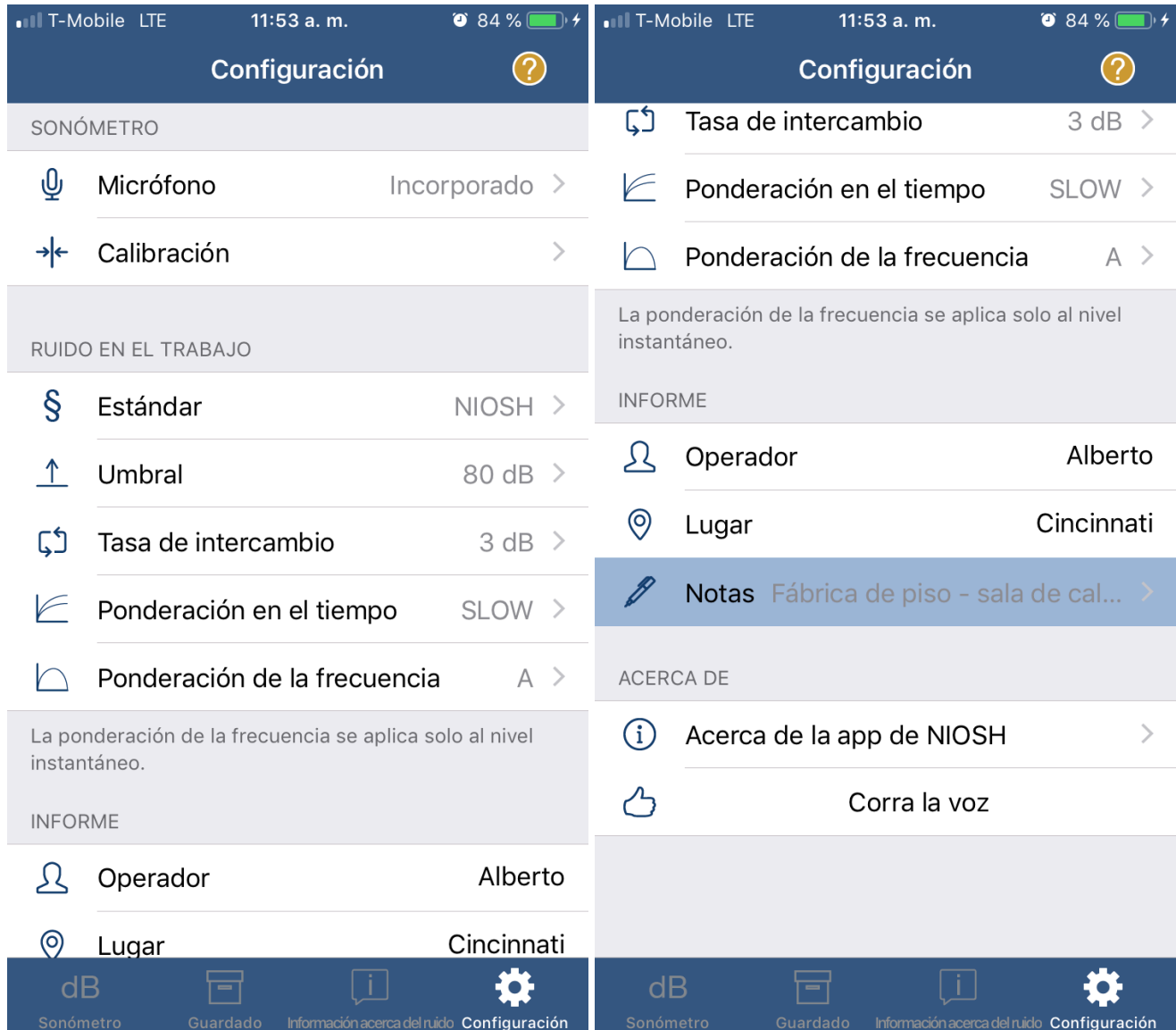
- Equipo de protección personal (EPP) de NIOSH <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/reducenoise/>
- Protección auditiva. OSH WIKI https://oshwiki.eu/wiki/Hearing_protection
- Boletín de mejores prácticas: Nuevas tendencias en la protección auditiva: Pruebas de ajuste a nivel personal <https://www.hearingconservation.org/assets/docs/A/>
- La norma de etiquetado de la EPA se define en el Código 40 de Regulaciones Federales, parte 211,

Hay dos pantallas de "ayuda", como la de "Información" y la de "Enviar contenido", en las pantallas de "Información acerca del ruido".

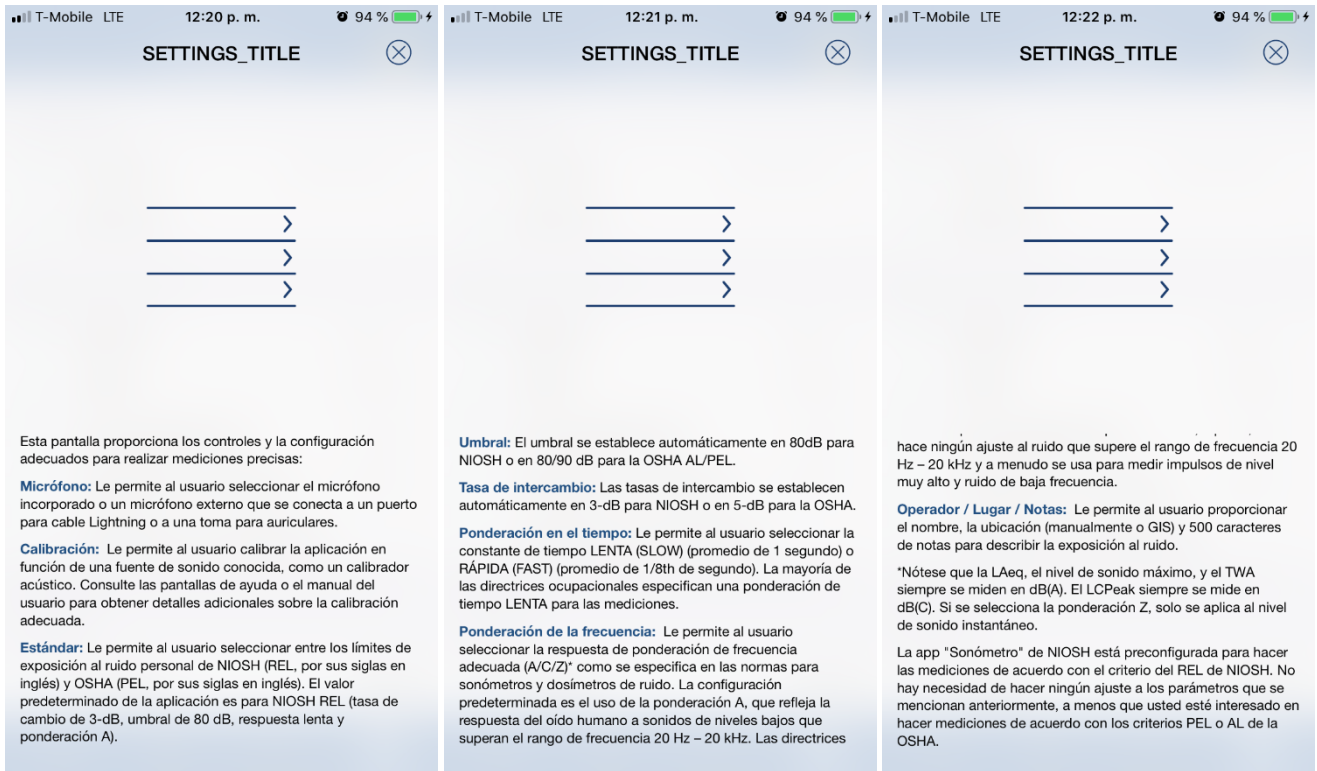


Pantalla "Configuración"

La pantalla "Configuración" (*Settings*) brinda al usuario los controles de ajuste adecuados para realizar mediciones precisas.



Hay una pantalla de ayuda para la configuración que explica todos los diversos parámetros y lo que significan:



Bajo "SONÓMETRO", hay dos botones de configuración:

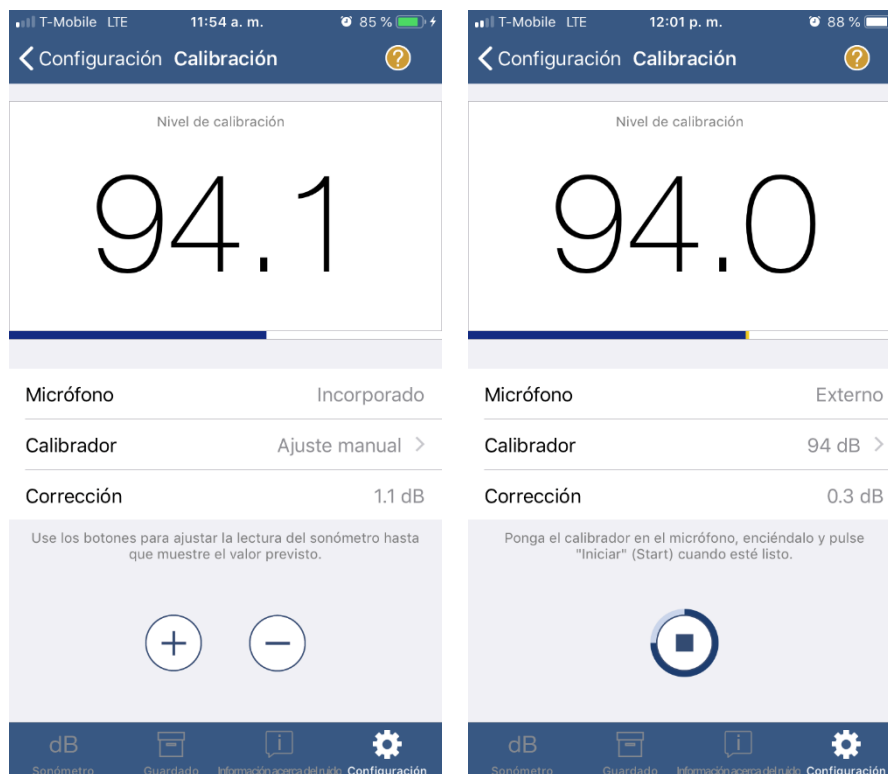
1. **Micrófono:** Le permite al usuario seleccionar el micrófono incorporado o un micrófono externo que se conecta a un puerto para cable *Lightning* o a una toma para auriculares.
2. **Calibración:** Le permite al usuario calibrar la *app* antes de cada uso, tanto manual como automáticamente. El proceso de calibración se usa para ajustar la lectura de la *app* y que esta coincida con una fuente conocida de sonido. La lectura podría no ser correcta siempre debido a diferencias en la sensibilidad de los micrófonos, los efectos de las condiciones ambientales o un posible daño causado por el mal manejo o un defecto de fábrica. Se recomienda la calibración antes y después de cada medición. La *app* ofrece dos formas de calibración: manual (para micrófonos incorporados) y automática (para micrófonos externos):

a. Calibración manual:

El usuario puede ajustar manualmente la lectura en la pantalla de calibración al apretar los botones de más (+) o menos (-) para que coincida con la lectura de una referencia conocida, como un sonómetro calibrado. El nivel puede ajustarse con cambios de 0.1 dB.

b. Calibración automática:

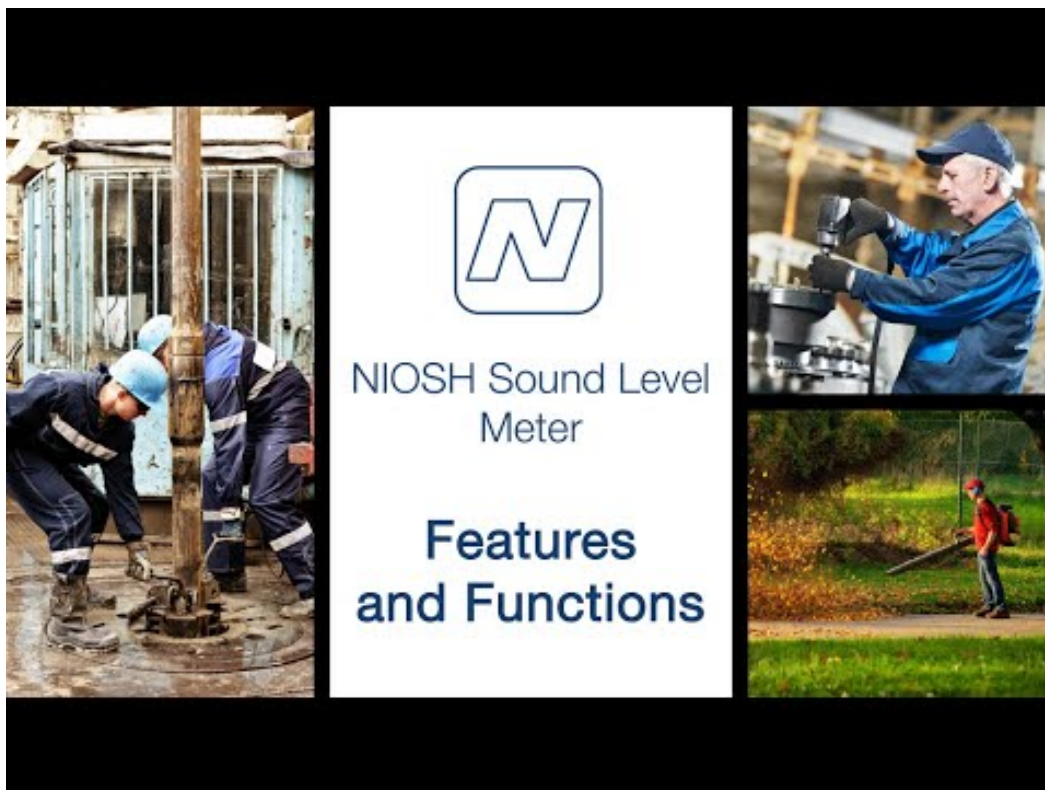
Es mejor usar la función de ajuste automático para calibrar la *app* con micrófonos externos. Esta es una función avanzada destinada a mediciones de sonido más profesionales, ya que también se requiere acceso a un calibrador acústico. El usuario pone el calibrador automático en el micrófono de la forma que se muestra. La mayoría de los calibradores acústicos pueden generar un tono de calibración de 94 dB o 114 dB (nivel de presión sonora). El usuario oprime el botón "Reproducir" (Play) y la *app* ajusta el nivel automáticamente a 94 dB o 114 dB.



La siguiente imagen muestra cómo calibrar la *app* con un micrófono externo mediante el uso de un calibrador acústico:



En el minuto 4:04 de este video informativo, también se muestra cómo se hace la calibración con un micrófono externo: https://www.youtube.com/watch?v=zK07tLj_SDs



También hay tres pantallas de "Ayuda" (*Help*) que pueden guiar al usuario para realizar una calibración precisa, como se muestra a continuación:



Las normas de exposición ocupacional se establecieron para proteger a los trabajadores contra los efectos en la salud de sustancias y agentes peligrosos, cuando se alcanzan ciertos valores (o límites). NIOSH establece límites de exposición recomendados (REL, por sus siglas en inglés) con base en los mejores conocimientos científicos y prácticas disponibles. El REL para el ruido es 85 decibeles, con una respuesta de frecuencia de ponderación A y una tasa de intercambio de 3-dB como un TWA de 8 horas; las exposiciones de este nivel o niveles superiores se consideran peligrosas. La OSHA establece límites de exposición permisibles (PEL, por sus siglas en inglés), de carácter legal obligatorio, que requieren que los empleadores tomen medidas para reducir las exposiciones de los trabajadores. El PEL de la OSHA para el ruido es 90 dB(A) como un TWA de 8 horas, con base en una tasa de intercambio de 5-dB. NIOSH usa el umbral de 80 dB(A) para calcular el REL. La OSHA usa un umbral de 90 dB(A) para calcular el PEL y un umbral de 80 dB(A) para calcular el nivel de acción.

Bajo **EL RUIDO EN EL TRABAJO**, hay cuatro categorías de configuración:

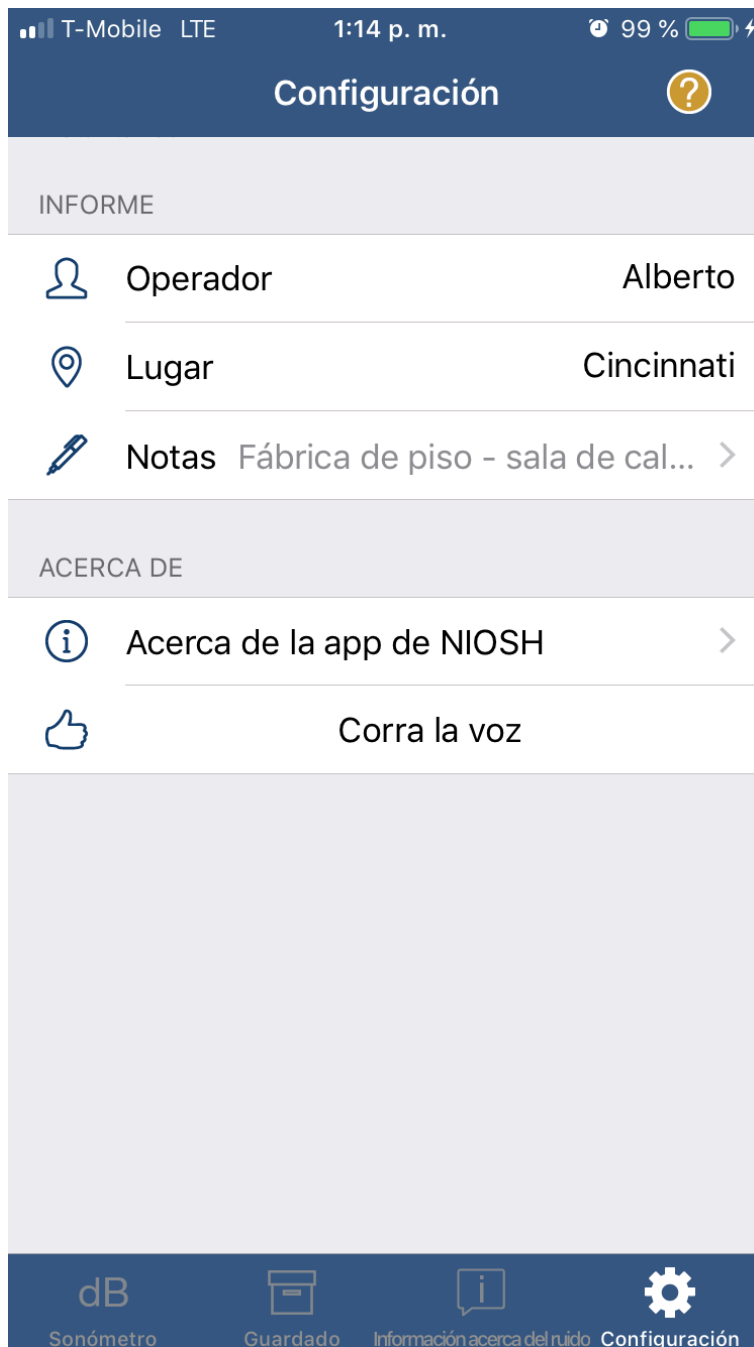
1. Estándar: Le permite al usuario seleccionar entre los criterios de medición de NIOSH o la OSHA.
2. Umbral: El umbral se establece automáticamente en 80dB para NIOSH o en 80/90 dB para la OSHA AL/PEL.
3. Tasa de intercambio: Las tasas de intercambio se establecen automáticamente en 3dB para NIOSH o en 5 dB para la OSHA.
4. Ponderación en el tiempo: Le permite al usuario seleccionar la constante de tiempo LENTA (*SLOW*) (promedio de 1 segundo) o RÁPIDA (*FAST*) (promedio de 1/8th de segundo). La mayoría de las directrices ocupacionales especifican una ponderación de tiempo LENTA para las mediciones.
5. Ponderación de la frecuencia: Le permite al usuario seleccionar la respuesta de ponderación de frecuencia adecuada (A/C/Z)*, como se especifica en las normas para sonómetros y dosímetros de ruido. La configuración predeterminada es el uso de la ponderación A, que refleja la respuesta del oído humano a sonidos de niveles bajos que superan el rango de frecuencia 20 Hz – 20 kHz. Las directrices ocupacionales y ambientales establecen la ponderación A para evaluar el daño auditivo potencial y otros efectos en la salud causados por la exposición al ruido. La ponderación C refleja la respuesta del oído humano a niveles de sonido más altos y frecuentemente se usa para medir los niveles pico de sonido y evaluar la protección auditiva. La ponderación Z, o plana, no hace ningún ajuste al ruido que supere el rango de frecuencia 20 Hz – 20 kHz y a menudo se usa para medir impulsos de nivel muy alto y ruido de baja frecuencia.

*Nótese que la LAeq, el nivel de sonido máximo, y el TWA siempre se miden en dB(A). El LCPeak siempre se mide en dB(C). Si se selecciona la ponderación Z, solo se aplica al nivel de sonido instantáneo.

Como se ha mencionado, la *app* "Sonómetro" de NIOSH está preconfigurada para hacer las mediciones de acuerdo con el criterio del REL de NIOSH. No hay necesidad de hacer ningún ajuste a los parámetros que se mencionan anteriormente, a menos que usted esté interesado en hacer mediciones de acuerdo con los criterios PEL o AL de la OSHA.

Bajo **REPORTE**, hay tres categorías de configuración:

1. Operador: Le permite al usuario ingresar el nombre o el número relacionado con el operador de la *app*.
2. Lugar: Le permite al usuario ingresar la ubicación de la medición, que puede escribirse manualmente o generarse automáticamente al seleccionar el icono de GIS del servicio de localización del teléfono.
3. Notas: Le permite al usuario ingresar notas adicionales relacionadas con la medición que sumen hasta 500 caracteres.



Bajo **INFORMACIÓN ACERCA DEL RUIDO OCUPACIONAL**, hay dos categorías de configuración:

1. Acerca de la *app* de NIOSH (contiene información sobre NIOSH [la versión, los términos de uso] y sobre EA LAB, el productor de la *app*).
2. Corra la voz: Le permite al usuario compartir la *app* mediante plataformas de medios sociales o correo electrónico.



Estudios relevantes sobre teléfonos inteligentes

Kardous and Shaw (2014). [Evaluation of smartphone sound measurement applications \(Evaluación de las aplicaciones de teléfonos inteligentes para medir el sonido\)](#), Journal of Acoustical Society of America

Kardous and Shaw (2014). [So how accurate are these smartphone sound measurement apps? \(¿Qué tan precisas son estas aplicaciones de los teléfonos inteligentes para medir el sonido?\)](#), blog de ciencia de NIOSH

Kardous and Shaw (2016). [Evaluation of smartphone sound measurement applications \(apps\) using external microphones – A follow-up study \(Evaluación de las aplicaciones de teléfonos inteligentes para medir el sonido cuando se usan micrófonos externos. Un estudio de seguimiento\)](#), Journal of Acoustical Society of America

Roberts, Neitzel, and Kardous (2016). [Improving the accuracy of smart devices to measure noise exposure \(Cómo mejorar la precisión de los dispositivos inteligentes para medir la exposición al ruido\)](#), Journal of Occupational and Environmental Hygiene

Kardous and Celestina (2017). [New NIOSH Sound Level Meter App \(Nueva app "Sonómetro" de NIOSH\)](#), blog de ciencia de NIOSH.

Celestina, Hrovat, and Kardous (2018). [Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of compliance with international sound level meter standards \(Apps para medir el nivel de sonido que funcionan en teléfonos inteligentes: Evaluación del cumplimiento con las normas internacionales para sonómetros\)](#), Applied Acoustics Journal.