



Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales



Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales



Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales
[WHO global standard for safe listening venues and events]

ISBN 978-92-4-005172-0 (versión electrónica)

ISBN 978-92-4-005173-7 (versión impresa)

© Organización Mundial de la Salud 2022

Algunos derechos reservados. Esta obra está disponible en virtud de la licencia 3.0
OIG Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual de Creative Commons (CC BY-NC-
SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

Con arreglo a las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la OMS refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la OMS. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse la siguiente nota de descargo junto con la forma de cita propuesta: «La presente traducción no es obra de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La OMS no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en inglés será el texto auténtico y vinculante».

Toda mediación relativa a las controversias que se deriven con respecto a la licencia se llevará a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (<https://www.wipo.int/amc/es/mediation/rules>).

Forma de cita propuesta. Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales [WHO global standard for safe listening venues and events]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2022. Licencia: **CC BY-NC-SA 3.0 IGO**.

Catalogación (CIP). Puede consultarse en <http://apps.who.int/iris>.

Ventas, derechos y licencias. Para comprar publicaciones de la OMS, véase <http://apps.who.int/bookorders>. Para presentar solicitudes de uso comercial y consultas sobre derechos y licencias, véase <https://www.who.int/es/copyright>.

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo cuadros, figuras o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. Recae exclusivamente sobre el usuario el riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros.

Notas de descargo generales. Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la OMS, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la OMS los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La OMS ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la OMS podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Diseño de 400 communications.

Índice

Agradecimientos	v
Resumen	vii
Introducción	1
Cómo la exposición excesiva al sonido afecta la audición	3
Prevención de la pérdida de audición mediante una escucha sin riesgos	5
Estado actual de las políticas y regulaciones de escucha sin riesgos para locales y eventos musicales	6
Propósito y alcance de la <i>Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales</i>	7
Implementación de la <i>Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales</i>	8
Definiciones de términos utilizados en las características de la escucha sin riesgos	9
1.ª característica: Límite del nivel de presión sonora	17
C1.1 Aspectos clave	18
C1.2 Aplicabilidad	20
C1.3 Niveles sonoros de pico	20
C1.4 Funciones y responsabilidades	21
C1.5 Consideraciones	22
2.ª característica: Monitoreo del nivel de presión sonora	26
C2.1 Aspectos clave	27
C2.2 Equipos y procedimientos de medición	28
C2.3 Medición de la posición y uso de una corrección	31
3.ª característica: Acondicionamiento acústico y sistema de sonorización	33
C3.1 Aspectos clave	34
C3.2 Acondicionamiento acústico del local	35
C3.3 Modos propios de un recinto	37
C3.4 Acondicionamiento acústico de la zona del escenario	38
C3.5 Acondicionamiento acústico de espacios al aire libre	38
C3.6 Diseño del sistema de sonorización	39
C3.7 Zonas de exclusión delante de los altavoces	41
C3.8 Gestión del sonido en el escenario	42

4.^a característica: Protección auditiva personal	43
C4.1 Aspectos clave	44
C4.2 Requisitos de rendimiento	47
C4.3 Suministro en locales y eventos	49
5.^a característica: Zonas tranquilas	50
C5.1 Aspectos clave	51
C5.2 Condiciones acústicas en las zonas tranquilas	53
C5.3 Formas alternativas de ofrecer un descanso de los altos niveles de presión sonora	54
6.^a característica: Capacitación e información adecuadas	57
C6.1 Aspectos clave	58
C6.2 Capacitación	59
C6.3 Información para el público	59
C6.4 Identificación como “local de escucha sin riesgos” o “evento de escucha sin riesgos”	60
<i>Adopción e implementación de la Norma mundial de la OMS para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales</i>	61
Referencias	66
Anexo 1. Una taxonomía de locales musicales	73
Anexo 2. Aplicación de las directrices de la OMS sobre el ruido ambiental para la región europea al límite del nivel de presión sonora	75
Anexo 3. Espectro de sonido en vivo y tipos de mediciones del nivel de presión sonora	79
Anexo 4. La importancia de la calibración	84
Anexo 5. Dónde medir el nivel de presión sonora	86
Anexo 6. Procedimiento para determinar la corrección requerida para la medición de sonido	90
Anexo 7. Tiempos de reverberación adecuados para música amplificada y tratamiento acústico	92
Anexo 8. Problemas acústicos relacionados con la baja frecuencia	99
Anexo 9. Distribución del sonido para una escucha sin riesgos	103
Anexo 10. Niveles de presión sonora cerca de los altavoces	107
Anexo 11. Reducción del sonido en el escenario	109

Agradecimientos

La presente *Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales* es el resultado de un proceso consultivo a nivel mundial liderado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el marco de su iniciativa “Escuchar sin riesgos”. La Norma fue redactada por Shelly Chadha, de la OMS, y Ian Wiggins, investigador principal de la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Nottingham, en estrecha colaboración con un grupo de trabajo técnico. El equipo estuvo bajo la dirección de Alarcos Cieza, Bente Mikkelsen y Ren Minghui.

Los miembros del grupo de trabajo técnico que contribuyó a la elaboración y revisión de esta Norma mundial son: Anya della Croce (PETZI, Federación suiza de clubes y festivales de música sin fines de lucro); Nicola Diviani (investigador principal de Swiss Paraplegic Research y profesor de la Universidad de Lucerna, Suiza); Raphael Elmiger (Oficina Federal de Salud Pública, Dirección de Protección al Consumidor, Suiza); Dorte Hammershøi (profesora del Departamento de Sistemas Electrónicos, Universidad de Aalborg, Dinamarca); Adam Hill (profesor adjunto de Electroacústica, Universidad de Derby, Reino Unido); Ricky Kej (compositor y músico ganador de premios Grammy, India); Michael Kinzel (gerente del segmento global de locales de espectáculos en vivo y entretenimiento, d&b audiotechnik); Marcel Kok (director general de dBcontrol, Países Bajos); Mark Laureyns (audiólogo, profesor del Thomas More University College, Bélgica, y presidente de la Asociación Europea de Profesionales de Audífonos); Amarilis Meléndez (otorrinolaringóloga, jefa del Departamento de Otorrinolaringología, Hospital Santo Tomás, Panamá); Johannes Mulder (tecnólogo musical y profesor titular, Universidad Nacional de Australia); Rick Neitzel (profesor de Ciencias de la Salud Ambiental y Salud Pública Global, Universidad de Michigan, Estados Unidos de América); Aderinola Olopade (directora general de Earcare Foundation Africa, Nigeria); Cory Portnuff (audiólogo, profesor clínico asistente, Universidad de Colorado, Estados Unidos); Janko Ramuscak (consultor superior, d&b audiotechnik); Sara Rubinelli (profesora de Comunicación en Salud, Universidad de Lucerna y Swiss Paraplegic Research, Suiza); Fiona Salter (consultora de medios sobre Salud Pública, Reino Unido).

Asimismo, las siguientes personas realizaron contribuciones técnicas adicionales y revisaron el borrador de la Norma: Elizabeth Beach (exdirectora del Departamento de Ciencias del Comportamiento, Laboratorios Nacionales de Acústica, Australia); Jonathan Burton (profesor titular de Sonido, Luces y Tecnología de Eventos en Vivo, Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Derby); Etienne Corteel (director de Educación y Divulgación Científica, L-Acoustics, Francia); Audrey Guerre (coordinadora de Live DMA, Francia); Sharon G. Kujawa (profesora de Otorrinolaringología, Facultad de Medicina de Harvard; directora de Investigación en Audiología y científica principal, Massachusetts Eye and Ear); Jan de Laat (médico físico, audiólogo, Centro Médico de la Universidad de Leiden); Ken Liston (Universidad de Nottingham Trent, Confetti Institute of Creative Technologies); Isabelle Naegelen Schengen (Agencia de Medio Ambiente, Luxemburgo); Michael Santucci (presidente de Sensaphonics Ltd y miembro de Audio Engineering Society, Estados Unidos); Robert Shephard (audiólogo consultor, Hospital Spire Norwich, Reino Unido, y Asociación Británica de Medicina de las Artes Escénicas); Bård Støfringsdal (especialista principal en Sistemas de Acústica, Sonido y Video, COWI AS, Noruega); Kjetil F. Wevling (director de Educación y Competencia, Kulturrom, Noruega).

El documento se benefició también de las contribuciones de los siguientes funcionarios de la OMS: Malachi Arunda; Ayrton Michael Hogan; Dorota Iwona Jarosińska; Kaloyan Kamenov y Annette Pruss-Ustun.

Resumen

Se estima que 1.100 millones de jóvenes en todo el mundo corren el riesgo de perder audición por exponerse a sonidos de alta intensidad en entornos recreativos. El riesgo de padecer una lesión auditiva permanente debido a prácticas de escucha insegura¹ es evitable y costoso a la vez.

Ante esta creciente amenaza, los gobiernos, las agencias de salud pública, los actores involucrados en la creación, distribución y amplificación de la música, el sector privado, la sociedad civil y otras partes interesadas, todos ellos tienen el deber de comprender los niveles de presión sonora a los que se exponen los espectadores y consumidores y crear entornos que faciliten conductas de escucha sin riesgos.

Para hacer frente a este problema, la OMS, en el marco de su iniciativa “Escuchar sin riesgos”, creó la *Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales* (“la Norma”) que facilita un entendimiento común de la escucha sin riesgos en locales y eventos recreativos. La Norma comprende seis “características” que, si se aplican, permiten a los espectadores de todo el mundo disfrutar de música amplificada con protección auditiva sin dejar de preservar la integridad de la experiencia artística:

1.^a característica: Limitación del nivel de presión sonora²

Se impone un máximo de 100 dB como L_{Aeq} para un período de 15 minutos, manteniendo el sonido a un nivel seguro y agradable para la audiencia.

2.^a característica: Monitoreo y vigilancia del nivel de presión sonora

Un miembro del personal del local monitorea y registra el nivel de presión sonora utilizando equipos calibrados.

¹ “Escucha insegura” se refiere a la práctica común de escuchar música u otro contenido de audio a niveles altos o durante períodos prolongados.

² Basado en las directrices de la OMS para el ruido en la comunidad en la región de Europa y la *Norma mundial de la OMS y la UIT sobre dispositivos y sistemas de audición sin riesgos*.

3.^a característica: Acondicionamiento acústico y sistema de sonorización

El sistema de sonorización y el acondicionamiento acústico de un local se optimizan para garantizar una escucha sin riesgos y una mejor calidad de sonido.

4.^a característica: Protección auditiva personal

Se ponen a disposición del público protectores auditivos, como tapones para los oídos, con las instrucciones apropiadas.

5.^a característica: Zonas tranquilas

Se designan espacios tranquilos habilitados, lo que permite que los espectadores descansen sus oídos y, por lo tanto, disminuyan el riesgo de daño auditivo.

6.^a característica: Capacitación e información adecuadas

Tanto el público como el personal conocen los pasos a seguir para garantizar una escucha sin riesgos.

Las recomendaciones de la *Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales* pueden ser implementadas por:

- **Gobiernos:** A través de la elaboración de leyes o reglamentos por parte de los departamentos gubernamentales correspondientes, seguida de campañas de vigilancia del cumplimiento y concientización pública. La pérdida de audición es un problema de salud pública cada vez mayor y su prevención mejorará la calidad de vida y aumentará la productividad de la población.
- **Propietarios/administradores de locales y eventos:** Algunas de las características o todas ellas pueden ser adoptadas voluntariamente. Proteger el oído de los usuarios y mejorar su experiencia auditiva tiene mucho sentido comercial para una industria que depende de la capacidad auditiva de sus clientes.
- **Técnicos/ingenieros de sonido/músicos/organizadores de eventos y otros:** La necesidad de esta Norma, así como sus beneficios y características, se pueden enseñar formalmente a quienes están involucrados en la creación de música y la gestión de locales o eventos de entretenimiento. Limitar el riesgo de daño auditivo no solo beneficiará a los espectadores, sino también a quienes trabajan en estos entornos.

Introducción

Escuchar música con auriculares y asistir a locales o eventos donde hay música amplificada son actividades recreativas que disfrutan millones de personas todos los días. Sin embargo, escuchar música a un volumen alto implica riesgos además de placer.

Existe una creciente preocupación por el aumento de la exposición a altos niveles de presión sonora en entornos recreativos, ya que la participación regular en tales actividades supone el riesgo de desarrollar una pérdida de audición irreversible (1–10).

La OMS estima que más de mil millones de jóvenes en todo el mundo corren un riesgo evitable de sufrir lesiones auditivas debido a la exposición al ruido en entornos recreativos (véase el [Recuadro 1](#)). Ante esta creciente amenaza, los gobiernos, los organismos de salud pública, los actores involucrados en la creación, distribución y amplificación de la música, los fabricantes de equipos y dispositivos de audio, la sociedad civil y otras partes interesadas, todos ellos tienen el deber de comprender los niveles de sonido a los que se exponen los espectadores y consumidores y crear entornos que faciliten conductas de escucha sin riesgos.

Recuadro 1:**Estimaciones de riesgo de la OMS debido a prácticas auditivas inseguras**

Las estimaciones de la OMS revelan que (10):

- Más de 430 millones de personas (el 5% de la población mundial) viven con una deficiencia auditiva discapacitante como resultado de una variedad de causas. Se prevé que este número aumente sustancialmente en las próximas décadas, a menos que se tomen medidas para mitigar los factores de riesgo de la pérdida de audición.
- 1.100 millones de jóvenes en todo el mundo podrían estar en riesgo de perder audición como resultado de sus hábitos de escucha insegura.
- Entre los adolescentes y adultos jóvenes de 12 a 35 años de edad que residen en países de ingresos medianos y altos:
 - casi el 40% está expuesto a niveles de presión sonora potencialmente dañinos en locales de entretenimiento como clubes nocturnos, discotecas y bares.
 - casi el 50% corre el riesgo de perder audición por usar sus dispositivos personales de reproducción de música a un volumen alto o durante períodos prolongados.

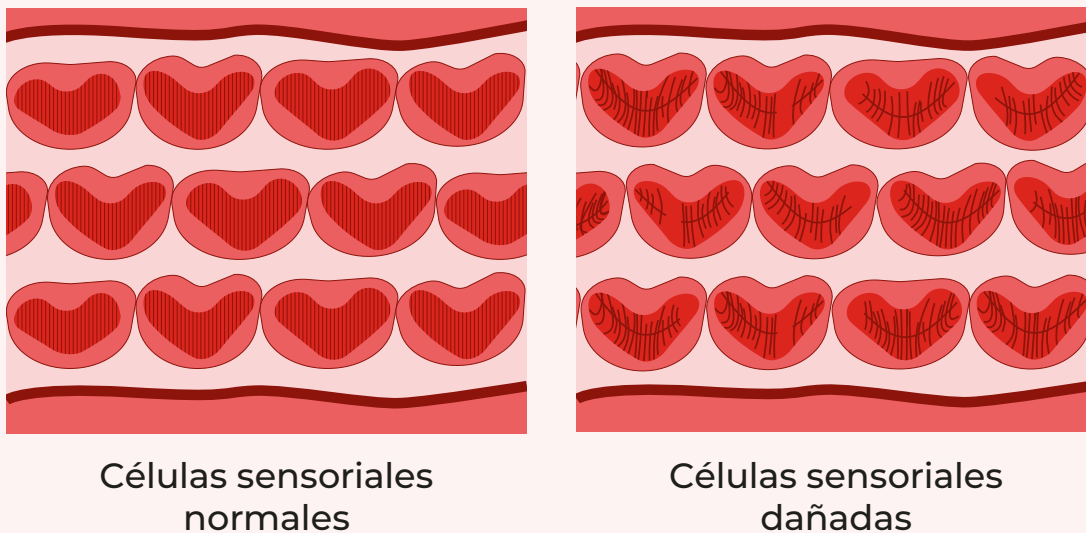
Para hacer frente a la amenaza que plantea la escucha insegura, la OMS puso en marcha la iniciativa “Escuchar sin riesgos”³ en 2015. La visión general de esta iniciativa es un mundo en el que personas de todas las edades disfruten escuchando música con protección auditiva; el objetivo es reducir el riesgo de pérdida de audición que conlleva la exposición continuada a altos niveles de presión sonora en entornos recreativos. En el marco de esta iniciativa, la OMS y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) publicaron en 2019 la *Norma mundial de la OMS y la UIT sobre dispositivos y sistemas de audición sin riesgos*, destinada a hacer frente al riesgo de pérdida auditiva debido a la música amplificada en locales y eventos tales como clubes nocturnos, discotecas, bares, conciertos y festivales.

3 Iniciativa “Escuchar sin riesgos” de la OMS. 2015.
Véase: <https://www.who.int/activities/making-listening-safe>.

Cómo la exposición excesiva al sonido afecta la audición

La exposición reiterada al sonido a alto volumen durante períodos prolongados produce un daño permanente en el delicado funcionamiento del oído interno, como se ilustra en la Figura 1. Las partes más vulnerables del oído son las células ciliadas externas, que hacen que los sonidos débiles sean audibles al amplificar de forma natural la respuesta del oído, y las conexiones sinápticas entre las células ciliadas internas (células sensoriales) y las fibras nerviosas del nervio auditivo que transmiten la información sonora al cerebro (11).

Figura 1:
Daños en las células sensoriales del oído
por la exposición repetida a altos niveles de
presión sonora.



Las lesiones en el oído interno producen una variedad de síntomas que, si no se tratan, pueden empeorar considerablemente la calidad de vida de una persona y tener consecuencias a largo plazo para su bienestar y salud mental. La exposición excesiva al sonido puede provocar pérdida de audición, *tinnitus* (zumbido o pitido en los oídos, también llamado “acúfenos”) o ambos. La pérdida de audición debida a la exposición al ruido puede variar de leve a profunda (12) y provocar:

- dificultad para entender el habla, especialmente con ruido de fondo;
- calidad auditiva degradada; por ejemplo, distorsión de los sonidos, falta de claridad;
- dificultad para diferenciar los sonidos; por ejemplo, los distintos instrumentos de una orquesta.

Cualquier tipo de sonido puede causar una pérdida de audición permanente si se escucha a un nivel suficientemente alto y durante un tiempo suficientemente largo. Aunque esto generalmente se conoce como pérdida de audición inducida por el ruido, puede ocurrir tanto por escuchar música agradable como por la exposición al ruido industrial (de ahí las alternativas comúnmente utilizadas, “pérdida de audición inducida por el sonido” o “pérdida de audición inducida por la música”). De hecho, muchos músicos y otras personas que trabajan en la industria musical vieron frustradas sus carreras debido a lesiones auditivas producidas por la sobreexposición a altos niveles de presión sonora (13).

Los síntomas pueden ser de corta duración; por ejemplo, una pérdida de audición temporal o *tinnitus* que desaparecen en cuestión de horas o días. Sin embargo, incluso cuando los síntomas a corto plazo se resuelven por completo, la lesión progresiva e irreversible del oído interno puede continuar durante meses (14). La evidencia también sugiere que los oídos sobreexpuestos envejecen más rápidamente que los no expuestos (15–17).

La audiometría tonal liminar —la prueba de referencia que actualmente utilizan médicos y audiólogos para evaluar la audición— detecta algunas formas de lesiones que la sobreexposición a altos niveles de presión sonora inflige en el oído, pero no todas (18, 19). A veces, la pérdida de audición causada por la sobreexposición a altos niveles de presión sonora puede permanecer indetectable mediante pruebas audiométricas de rutina, lo que causa una “pérdida de audición oculta” (20, 21). Es probable que muchas personas tengan problemas por la pérdida de audición o hipoacusia oculta; en los grupos más jóvenes se debe a una mayor exposición a altos niveles de presión sonora en entornos recreativos (22).

La pérdida de audición causada por la exposición a altos niveles de presión sonora es irreversible en la mayoría de los casos. Aunque las personas con este tipo de pérdida auditiva pueden beneficiarse del uso de audífonos o implantes cocleares, actualmente no existe una cura para esta afección. Dado que la pérdida de audición inducida por el estilo de vida se suma a la importante disminución natural de la función auditiva debido al envejecimiento (16), es fundamental que las personas cuiden su oído para preservarlo.

Prevención de la pérdida de audición mediante una escucha sin riesgos

“Escucha sin riesgos” se refiere a un conjunto de prácticas y comportamientos que promueven el disfrute de la música amplificada a la vez que reducen el riesgo de lesiones auditivas permanentes. La adopción de prácticas de escucha sin riesgos en locales y eventos de entretenimiento ayuda a los espectadores a seguir disfrutando de la música en el futuro.

El riesgo para la audición está determinado por una combinación del nivel de presión sonora y la duración acumulada de la exposición (véase el **recuadro 2**). En el contexto recreativo, la escucha se puede hacer más segura con las siguientes medidas:

- i) reducir el nivel de presión sonora;
- ii) reducir la duración de la exposición;
- iii) reducir la frecuencia de exposición (es decir, exponerse en menos ocasiones).

Recuadro 2:

El principio de igual energía

El principio de igual energía (23, 24) supone que el efecto total del sonido es proporcional a la cantidad total de energía sonora recibida por el oído, independientemente de la distribución de la energía en el tiempo. Es decir que, previsiblemente, cantidades iguales de energía sonora causarán cantidades iguales de pérdida de audición, independientemente de cómo y cuándo ocurra la exposición.

La cantidad de energía se duplica por cada aumento de 3 dB en la intensidad del sonido. Por lo tanto, una persona puede recibir la misma “dosis de sonido” escuchando música a 80 dB durante 8 horas al día que escuchando música a 100 dB durante 5 minutos.

Algunas medidas simples que se pueden adoptar para reducir la exposición individual al sonido incluyen usar protectores auditivos (tapones para los oídos) y buscar periódicamente zonas tranquilas para permitir que los oídos descansen. Varias de las características de escucha sin riesgos descritas en esta Norma tienen como objetivo hacer que estas opciones sean más accesibles para los espectadores.

Para lograr una reducción más generalizada del riesgo, es necesario controlar, y en algunos casos reducir, los niveles de presión sonora en locales y eventos. Pero para que este control sea efectivo, hace falta que lo acepten las partes interesadas a todos los niveles, lo que incluye la elaboración e implementación de políticas y regulaciones basadas en la evidencia por parte de los gobiernos y la adopción de medidas de control del sonido por parte de los operadores de locales y los profesionales que participan en la organización de eventos, así como la cooperación y formación de artistas, técnicos e ingenieros de sonido.

Estado actual de las políticas y regulaciones de escucha sin riesgos para locales y eventos musicales

Si bien muchos países han introducido leyes para proteger la audición de los empleados en el lugar de trabajo, hasta la fecha relativamente pocos han adoptado disposiciones para proteger la audición del público en locales de entretenimiento (25, 26). En 2018, se identificaron 18 jurisdicciones (refiriéndose a países o regiones específicas dentro de un país) de todo el mundo que tenían regulaciones, políticas o leyes para prevenir la pérdida de audición debido a la exposición al sonido en estos locales.

Los ejemplos más detallados y completos de políticas y regulaciones diseñadas para proteger la audición de los clientes y espectadores se encuentran en países europeos (incluidos Alemania, Austria, Bélgica, Chequia, Francia, Italia, Países Bajos, Noruega, Suecia y Suiza), aunque también se aplican requisitos más limitados en algunas regiones de América del Norte y América del Sur. Las características comúnmente reflejadas en las regulaciones incluyen:

- un límite máximo del nivel de presión sonora
- un requisito de monitoreo del nivel de presión sonora en tiempo real
- suministro de tapones para los oídos
- zonas tranquilas (silenciosas)
- suministro de información/advertencias.

Los requisitos específicos varían entre países; falta estandarización en todo el mundo. Con miras a subsanar esta deficiencia, la OMS ha trabajado con las partes interesadas para crear una norma mundial con recomendaciones uniformes basadas en la evidencia.

Propósito y alcance de la Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales

El propósito de esta Norma es proporcionar una idea común de las funciones de escucha sin riesgos para locales y eventos musicales o de entretenimiento. Las características que prevé fueron pensadas para que las audiencias de todo el mundo puedan disfrutar de música amplificada protegiendo su audición, preservando a la vez la integridad de la experiencia artística.

Esta Norma se aplica a todos los locales y eventos recreativos en los que el disfrute de la música amplificada es el propósito central de los asistentes: desde grandes festivales de varios días de duración hasta pequeños bares y clubes del centro de la ciudad (el anexo 1 contiene un detalle de los locales abarcados). Si bien cada local o evento plantea desafíos diferentes y puede exigir soluciones únicas, los mismos principios y las características de escucha sin riesgos de esta Norma están destinados a aplicarse a todo tipo de locales y eventos recreativos.

Cabe aclarar que esta Norma ha sido concebida para proteger la audición del público que asiste a locales y eventos con fines de recreación únicamente. No abarca al personal ni a otras personas que asisten a título profesional, a quienes se les debe brindar protección de acuerdo con las normas de ruido ocupacional. Asimismo, la Norma no aborda los problemas de molestias por ruido a las propiedades vecinas: estos problemas se tratan por separado a través de las normas de ruido ambiental y las políticas de planificación. Sin embargo, el control efectivo del nivel de presión sonora dentro de un local o evento puede disminuir parcialmente las quejas por ruido de los vecinos.

Es importante tener en cuenta que las funciones de escucha sin riesgos propuestas en esta Norma están diseñadas para reducir a un nivel aceptable el riesgo de lesiones auditivas inducidas por el sonido. La eliminación total de los riesgos solo podría lograrse imponiendo un límite del nivel de presión sonora que sería inaceptablemente bajo tanto para el público como para los artistas y cuya implementación resultaría inviable en la mayoría de los contextos de música en vivo (27). Las personas que asisten con frecuencia a locales o eventos con música amplificada o que tienen una vulnerabilidad preexistente deben tomar precauciones adicionales para proteger su audición.

Proceso de elaboración de la Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales

La *Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales* se elaboró a través de un proceso de colaboración dirigido por la OMS con la participación de diversos grupos de partes interesadas, incluidos músicos, operadores de locales, organizadores de eventos, organismos profesionales, grupos de consumidores, organismos internacionales de normalización, agencias gubernamentales y organizaciones no gubernamentales. Se recibieron aportes de expertos en los campos de la audiología, la otología, la salud pública, la epidemiología, la acústica y la ingeniería de sonido.

La característica principal de esta Norma se refiere a la aplicación de un límite del nivel sonoro al contexto de locales y eventos de entretenimiento y se basa en las directrices de la OMS sobre el ruido ambiental para la región europea (23) (véase el **anexo 2**). Las características restantes se basan en la opinión de expertos y en lo siguiente:

- i) una revisión de la evidencia existente a partir de la literatura científica;
- ii) consultas y entrevistas en profundidad con profesionales de toda la industria de la música;
- iii) una encuesta en línea sobre las actitudes de las personas que asisten a locales y eventos musicales, administrada en inglés, francés, chino, ruso y español; y
- iv) sesiones informativas abiertas, consultas y pedidos de contribuciones de los socios, incluidos estudios de casos y ejemplos.

Implementación de la Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales

La presente Norma sirve como un marco en que los gobiernos pueden basarse para desarrollar sus propias pautas, regulaciones y modelos de financiación para una escucha sin riesgos, teniendo en cuenta las condiciones locales, la cultura y el enfoque legislativo y reflejando los puntos de vista de las partes interesadas locales. Las características de la escucha sin riesgos que se describen en esta Norma también pueden ser adoptadas y aplicadas voluntariamente por los operadores de locales, organizadores de eventos y creadores de música que deseen ajustarse a las mejores prácticas y proteger la audición de su público. Todas las partes interesadas, incluidos los organismos reguladores, los propietarios de locales, los creadores de música y la sociedad civil, deben ser socias en este esfuerzo destinado a reducir el riesgo de pérdida auditiva en la población. La sección **“Adopción e implementación de la Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales”** contiene perspectivas adicionales sobre la implementación.

Definiciones de términos utilizados en las características de la escucha sin riesgos

Absorbente de sonido:

Un objeto, material o acabado superficial que proporciona **absorción de sonido**.

Absorción de sonido:

La eliminación de energía sonora del aire cuando el sonido incide sobre un objeto o superficie y se disipa parcialmente a través de un aumento imperceptible de calor.

Agente responsable:

Una persona que tiene la autoridad y los medios para ajustar el nivel de presión sonora de un **local** o **evento**.

Altavoz:

Un componente del **sistema de sonorización** que es responsable de convertir una señal eléctrica en energía acústica (sonora).

Altavoz de subgraves o subwoofer:

Un altavoz dedicado a reproducir solo sonidos de baja frecuencia (graves), por debajo de 100 Hz aproximadamente.

Altavoces principales:

Los **altavoces** son responsables de brindar sonido de banda ancha a la mayoría del **público**.

Calibrador:

Un dispositivo compacto que genera un tono a una frecuencia y nivel de presión sonora conocidos (generalmente un tono de 1000 Hz a 94 dB SPL o 114 dB SPL); el calibrador se coloca sobre el micrófono del sistema de medición del nivel de presión sonora para verificar que se mida con precisión el nivel de presión sonora y ajustar la sensibilidad si es necesario.

Calidad de sonido:

La impresión subjetiva general de la calidad (por ejemplo, claridad, transparencia, naturalidad, impacto, contundencia, plenitud, fidelidad, dinámica) del sonido escuchado por el público.

Cliente:

Sinónimo de **espectador**.

Corrección:

El valor o los valores (donde se realiza la corrección específica de la banda de frecuencia) que se agregarán al nivel de presión sonora medido en la posición de medición a largo plazo para estimar el nivel de presión sonora **correspondiente** en la posición de medición de referencia.

Decibelio (dB):

Unidad relativa utilizada para medir la intensidad de un sonido comparándolo con un valor de referencia en una escala logarítmica; existen muchos tipos diferentes de medidas acústicas que se expresan en decibelios.

Difusión de sonido:

La propagación de la energía del sonido en muchas direcciones cuando el sonido se refleja en una superficie convexa o irregular.

Difusor de sonido:

Un objeto, material o acabado superficial que proporciona **difusión de sonido**.

Dosis de sonido:

Una medida acumulada de **exposición al sonido**, a menudo expresada como porcentaje de una exposición de referencia.

Equipo de escenario o backline:

Amplificadores y monitores colocados detrás de la banda en el escenario; se trata de los equipos propios de los músicos que se utilizan para amplificar guitarras eléctricas, bajos o teclados.

Espectador:

Una persona que asiste a un **local** o **evento** musical con fines recreativos.

Evento:

Una ocasión en la que un **público** asiste a un **local** u otro sitio con el propósito principal de disfrutar de música amplificada.

Evento de escucha sin riesgos:

Un **evento** que adopta y promueve prácticas de escucha segura mediante la implementación de las características descritas en esta Norma.

Exposición al sonido:

La energía de sonido acumulada que un **espectador** recibe en el transcurso de una o más visitas a un **local** o **evento**. También se la puede llamar “exposición al ruido”, indistintamente.

Front of house (FOH):

La ubicación en un **local** o **evento** desde la cual el **ingeniero de sonido** hace las mezclas de audio de una actuación.

Fuente sonora puntual:

Una sola unidad de fuente de sonido o **altavoz** (generalmente contiene múltiples controladores para manejar diferentes partes del espectro de frecuencia) que irradia sonido en un patrón aproximadamente esférico; semejante al altavoz de megafonía que se usa comúnmente en **locales** y **eventos** más pequeños.

Hiperacusia:

Un incremento de la sensibilidad al sonido que hace que los sonidos cotidianos sean percibidos mucho más fuertes de lo que deberían, lo que a veces provoca dolor o malestar.

Ingeniero de monitores:

Un ingeniero de sonido encargado de operar el sistema de monitoreo en el escenario que permite a los artistas escucharse claramente a sí mismos y a los demás.

Ingeniero de sonido:

La persona responsable de manipular el sonido emitido a través del **sistema de sonorización** para lograr una mezcla percibida por el público como equilibrada y agradable; a menudo, aunque no necesariamente, también es el **agente responsable**.

Limitador:

Dispositivo electrónico que evita que la amplitud de una señal supere un valor predeterminado atenuando los picos por encima de cierto umbral; se utiliza como dispositivo de seguridad para evitar que un **sistema de sonorización** genere niveles de pico **peligrosamente altos**.

Límite efectivo del nivel de presión sonora:

Un **límite corregido del nivel de presión sonora** que tiene en cuenta la diferencia entre la **posición de medición a largo plazo** y la **posición de medición de referencia**.

Local:

Un recinto abierto o cerrado al que asiste regularmente **público** con el propósito principal de disfrutar de música amplificada.

Local de escucha sin riesgos:

Un **local** que adopta y promueve prácticas de audición responsable y segura mediante la implementación de las características descritas en esta Norma.

Modo propio de un recinto:

Modo de vibración que se produce como resultado de ondas estacionarias que rebotan en las paredes de un recinto. Estos ocurren a una de varias frecuencias de resonancias cuando el recinto es excitado por una fuente de sonido. Los modos propios dependen de las dimensiones del recinto y pueden dar lugar a una respuesta desigual de bajos en **locales más pequeños**.

Monitor:

Un altavoz colocado en el escenario, de frente a los artistas, para permitirles escuchar su propia interpretación.

Monitor de piso o cuña:

Un tipo de altavoz usado como monitor de escenario con una forma que permite que, cuando se coloca en el piso del escenario, el sonido se proyecte directamente hacia los oídos de los artistas; a menudo se denomina “monitor en cuña”.

Monitor en cuña:

Sinónimo de **monitor de piso**.

Monitores intrauriculares (*in-ear*):

Una alternativa al uso de **monitores de escenario** en la que cada intérprete escucha una mezcla de monitores personalizada a través de un auricular que se inserta en el oído.

Nivel (sonoro) de pico:

Synonymous with **audience member**.

Peak sound level

El nivel de presión sonora instantáneo ponderado C sin ninguna ponderación o promedio temporal (L_{Cpeak}); una medida de los niveles de presión sonora más altos, que ocurren durante transiciones en la música.

Nivel de presión sonora:

Término utilizado para describir el nivel de presión sonora en general, sin implicar ninguna ponderación de frecuencia específica o ventana de integración de tiempo.

Nivel de presión sonora equivalente:

El nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (promediado en el tiempo), medido con un intervalo de tiempo promedio de 15 minutos ($L_{Aeq, 15 \text{ min}}$).

Parte responsable:

La persona u organización que tiene la responsabilidad final de garantizar que las características de la escucha sin riesgos se implementen adecuadamente y que no se exceda el **límite del nivel de presión sonora** en un **local** o **evento**.

Pérdida de audición inducida por el ruido:

Pérdida de audición que ocurre debido a la exposición a altos niveles de sonido. Dicha exposición puede tener lugar en entornos recreativos o laborales. El término abarca la pérdida de audición inducida por la música y la inducida por el sonido en general.

Pérdida de audición oculta:

Degeneración neuronal en el oído interno que no se revela mediante las pruebas estándar de sensibilidad del umbral auditivo y que, sin embargo, puede causar dificultades en áreas como la comprensión del habla cuando hay ruido, **tinnitus** e **hiperacusia**.

Política de escucha sin riesgos:

Una política escrita redactada por la **parte responsable** o en nombre de ella, en la que se establecen las medidas que se deben adoptar para garantizar condiciones de escucha sin riesgos en un **local** o **evento**.

Ponderación A:

Ajuste de nivel en función de la frecuencia utilizada en mediciones de **niveles de presión sonora** cuando el propósito es evaluar el riesgo de lesión auditiva; la ponderación enfatiza las frecuencias medias e imita la sensibilidad del oído humano a los sonidos a niveles bajos a moderados de presión sonora (SPL, por sus siglas en inglés).

Ponderación C:

Ajuste de nivel en función de la frecuencia que pondera las frecuencias de manera relativamente uniforme en la mayor parte del ancho de banda de audio (20 Hz a 20 kHz), imitando la sensibilidad del oído humano a los niveles altos de presión sonora.

Posición de medición a largo plazo:

La posición en un **local** o **evento** donde se coloca el micrófono de medición (un componente del **sistema de medición del nivel de presión sonora**) durante el monitoreo continuo de los niveles de presión sonora.

Posición de medición de referencia:

Una posición preidentificada en un local o evento, en la que se evaluará el cumplimiento del **límite del nivel de presión sonora**.

Principio de igual energía:

La suposición de que el efecto total que tiene el sonido en la audición es proporcional a la cantidad total de energía sonora recibida por el oído, independientemente de la distribución de esa energía a lo largo del tiempo.

Protectores auditivos o equipos de protección auditiva personal:

Dispositivos tales como tapones para los oídos que usa una persona para reducir su **exposición individual al ruido**.

Público:

Uno o más **espectadores** colectivamente.

Refuerzo con retardo o *delay fill*:

Uno o más **altavoces secundarios** utilizados para apoyar la llegada del sonido a la parte trasera de una **zona de público** cuando los **altavoces principales** no pueden cubrir adecuadamente esta área; la señal que se envía a los altavoces de *delay fill* se retarda de manera electrónica o digital para que el sonido llegue en sincronía con el sonido de los altavoces principales o un poco más tarde.

Refuerzo exterior o *out fill*:

Uno o varios altavoces **secundarios**, utilizados para apoyar la llegada del sonido a los bordes exteriores de la **zona del público** cuando los **altavoces principales** no pueden cubrir adecuadamente estas áreas.

Refuerzo frontal o *front fill*:

Uno o más altavoces **secundarios**, generalmente ubicados en el borde frontal del escenario y utilizados para apoyar la llegada del sonido a las primeras filas de la **audiencia**.

Refuerzos laterales o side fill:

Un tipo de monitor que se coloca en posición vertical en el costado del escenario y se usa para cubrir a los artistas que no están dentro del alcance de un **monitor de piso**.

Refuerzo para la batería o drum fill:

Un **monitor lateral de refuerzo acústico** que se usa para ayudar a un baterista a escuchar a los otros músicos por encima del sonido propio (en general muy intenso) de la batería.

Reverberación:

La multitud de reflexiones que se producen cuando el sonido rebota repetidamente en las superficies de un recinto, lo que hace que los sonidos persistan hasta unos segundos después de que hayan cesado en su origen.

Señal de prueba:

Una señal digital o electrónica que se reproduce a través del **sistema de sonorización** para determinar la **corrección** requerida entre la **posición de medición a largo plazo** y la **posición de medición de referencia**.

Sistema de altavoces en línea o line array:

Un sistema de **altavoces** que comprende varios altavoces individuales dispuestos en línea, generalmente vertical; suelen usarse como los **altavoces principales** en **locales y eventos medianos y grandes** para ayudar a distribuir el sonido uniformemente en la **zona del público**.

Sistema de medición del nivel de presión sonora:

La combinación de un micrófono de medición, un instrumento de medición y una pantalla instalados en un **local** o **evento** con el fin de monitorear el **nivel de presión sonora**.

Sistema de megafonía:

Sinónimo de **sistema de sonorización**, también referido en ocasiones como sistema de PA (*public address*).

Sistema de sonorización:

El conjunto completo de equipos electrónicos responsables de reproducir o reforzar la música amplificada en un **local** o **evento**, que generalmente comprende micrófonos, una mesa de mezcla, procesadores de señal, amplificadores y altavoces.

Tiempo de reverberación (RT60):

Una propiedad de un recinto que describe el tiempo que tarda la intensidad sonora en decaer en una cantidad determinada (60 dB); a veces, el RT60 se mide cronometrando la caída de intensidad en un rango más pequeño y multiplicando ese tiempo por un factor apropiado (p. ej., medir el tiempo que tarda la energía en decaer en 30 dB y multiplicarlo por un factor de 2 da una medida conocida como T_{30}).

Tinnitus:

La percepción de ruidos en la cabeza o el oído que no tienen un origen externo, a menudo percibidos como “zumbido en los oídos” después de la exposición a altos niveles de presión sonora.

Valor de protección asumida:

La atenuación en decibelios (dB) que se espera lograr en determinada banda de octava por un tipo y modelo particular de **protector auditivo** al menos en el 84% de las personas.

Zona de audiencia principal:

El área principal en un **local** o un **evento** que normalmente estaría ocupada por **espectadores** que escuchan activamente la música (por ejemplo, el área frente al escenario o la pista de baile principal); la zona de audiencia principal, también denominada “pista”, se extiende desde la primera fila hasta la parte posterior de la zona normalmente ocupada por espectadores (o, en el caso de locales con galería, desde la primera fila hasta el borde frontal de la galería).

Zona del público:

Todas las ubicaciones de un **local** o **evento** que podría esperarse razonablemente que estén ocupadas por un **espectador**.

Zona tranquila:

Un área en un **local** o **evento** en el que los niveles de sonido se mantienen intencionalmente más bajos, es decir, un sitio donde los **espectadores** pueden descansar sus oídos.

Zumbador de graves o bass shaker:

Un transductor táctil que normalmente se conecta al taburete de un baterista para que pueda monitorear su bombo a través de vibraciones de baja frecuencia transmitidas por el cuerpo, eliminando la necesidad de un *subwoofer* de monitoreo acústico o *drum fill*.

1

1.^a característica: Límite del nivel de presión sonora

Límite del nivel de presión sonora:
por debajo de 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$



1.ª característica: Límite del nivel de presión sonora

Límite del nivel de presión sonora: por debajo de 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$

- ») La 1.ª característica especifica un límite máximo para el nivel de presión sonora en locales y eventos musicales.
- ») Mantener el nivel de presión sonora por debajo del límite hace que la experiencia sea más segura y placentera para el público.
- ») El límite del nivel de presión sonora se aplica en una posición de medición de referencia definida dentro de cada local o evento.
- ») Se trata de un límite máximo, no de un objetivo deseado; un nivel de presión sonora sustancialmente por debajo del límite sería adecuado para muchos locales y eventos.
- ») Se debe implementar un límite reducido para eventos dirigidos a niños.
- ») Es importante saber, en cada local o evento, quién es responsable de garantizar que el nivel de presión sonora se mantenga por debajo del límite.
- ») Puede que los locales populares necesiten un apoyo considerable para poder cumplir con el límite.

C1.1 Aspectos clave

C1.1.1 Un aspecto clave para proteger la audición de los espectadores en locales y eventos es mantener el control sobre el nivel de presión sonora. La 1.ª característica especifica un límite máximo para el nivel de presión sonora que busca equilibrar la necesidad de proteger la audición, por un lado, con las expectativas de la audiencia y la libertad de expresión artística por el otro.

C1.1.2 El límite del nivel de presión sonora recomendado es 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$ evaluado en **la posición de medición de referencia** (véase el **anexo 5**).

C1.1.3 Dicho límite se especifica como un nivel de presión sonora continuo equivalente (también conocido como nivel de presión sonora promediado en el tiempo), L_{eq} , expresado en decibelios.⁴

Este tipo de medición es muy adecuado para locales recreativos, donde los niveles de presión sonora fluctúan con el tiempo. El nivel de presión sonora continuo equivalente es el nivel de presión sonora constante que, durante un período determinado, tendría la misma energía total que el nivel de presión sonora fluctuante.

C1.1.4 El límite del nivel de presión sonora se especifica como un **nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A**, L_{Aeq} . La ponderación A es una ponderación de frecuencia que se utiliza comúnmente al evaluar el riesgo de lesión auditiva inducida por el sonido. Se aproxima a la sensibilidad que presenta el oído humano a los sonidos de diferentes frecuencias.⁴ La justificación de su uso se resume en el **anexo 3**.

Es importante tener en cuenta que el límite del nivel de presión sonora de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ no elimina, y no puede eliminar, todo el riesgo de que un espectador individual sufra una lesión auditiva inducida por el sonido, especialmente si se trata de una persona que asiste con frecuencia a locales o eventos de música.

C1.1.5 El límite del nivel de presión sonora se especifica con un intervalo de tiempo promedio de 15 minutos, $L_{Aeq, 15min}$.

El nivel de presión sonora obtenido en un momento dado está influido por lo que sucedió durante los 15 minutos anteriores. Es una medida de promedio móvil, lo que significa que el nivel de presión sonora se actualiza continuamente, en lugar de medirse en períodos discretos de 15 minutos.

El uso de un intervalo de tiempo promedio de 15 minutos está de acuerdo con las preferencias de los ingenieros de sonido en vivo y ofrece ventajas sobre intervalos más cortos (por ejemplo, 1 minuto) o más largos (por ejemplo, 60 minutos) (29, 30).

Un intervalo de 15 minutos es lo suficientemente largo para permitir que se conserve la dinámica natural (sonidos de alta y baja intensidad) de una interpretación musical y, a la vez, es lo suficientemente corto para proporcionar a los ingenieros de sonido la información oportuna que necesitan para controlar el nivel de presión sonora de manera efectiva (véase el **anexo 2**).

C1.1.6 El límite del nivel de presión sonora de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ tiene como objetivo reducir la exposición del público a niveles de presión sonora innecesariamente peligrosos y, con ello, la incidencia de la pérdida de audición inducida por el sonido. Se deriva de los límites basados en la evidencia recomendados en las directrices de la OMS sobre el ruido ambiental para la región europea (23) (consúltase el **anexo 2** para obtener más información).

⁴ Comisión Internacional de Acústica, 2013. IEC 61672-1:2013. Consúltase: <https://webstore.iec.ch/publication/5708>.

C1.2 Aplicabilidad

C1.2.1 El límite del nivel de presión sonora se aplica en la **posición de medición de referencia**, que se refiere a una posición preidentificada específica para cada local o evento (véase el [Anexo 5](#)). Se espera que el nivel de presión sonora en la posición de medición de referencia sea representativo del nivel al que está expuesta la mayoría del público.

C1.2.2 La zona de audiencia principal es la zona ubicada frente al escenario o la pista de baile principal, que normalmente estaría ocupada por espectadores que participan activamente de la música. Se extiende desde la primera fila hasta la parte trasera del área normalmente ocupada por espectadores (o, en el caso de locales con gradas, desde la primera fila hasta el borde frontal de la grada superior). (El [Anexo 5](#) contiene una ilustración visual de la zona de audiencia principal).

C1.2.3 El límite del nivel de presión sonora se aplica siempre que haya público presente en un local o evento. Esto significa que el nivel de presión sonora promediado en 15 minutos, medido sobre la base de un promedio móvil, en ningún momento debe exceder los 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ mientras haya público presente.

C1.3 Niveles sonoros de pico

C1.3.1 El límite del nivel de presión sonora de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ puede parecer bajo en comparación con los informes de los medios de comunicación sobre los niveles sonoros en conciertos de *rock*, que alcanzan los 125 dB y más. Sin embargo, es importante reconocer que los especialistas en acústica utilizan muchos tipos diferentes de medidas para caracterizar los niveles de presión sonora y, si bien todos se expresan en decibelios, no son equivalentes y no se pueden comparar directamente. Un concierto que ha sido sonorizado para cumplir con el límite de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ puede contener, de todos modos, niveles de presión sonora momentáneos (cuantificados como L_{AFmax} o $L_{Cpeak, 1780}$, por ejemplo) que suelen exceder los 100 dB (en el [anexo 3](#) figura una explicación más detallada).

C1.3.2 Los sonidos momentáneos que son lo suficientemente intensos, como los que pueden generar la pirotecnia, los cañones o los sistemas de sonorización potentes, pueden causar daños mecánicos inmediatos y duraderos en el oído. Por el contrario, la pérdida de audición inducida por el sonido se desarrolla gradualmente y resulta de la exposición sostenida y repetida a niveles de sonido promedialmente altos. Aunque está claro que los picos intensos pueden causar un daño auditivo agudo, no hay acuerdo sobre cuál es un nivel seguro (23). Si bien hay investigaciones en curso,

Los espectadores que estén de pie o sentados cerca de los altavoces o del escenario pueden experimentar niveles de presión sonora más altos. Los espectadores que estén de pie o sentados lejos de los altavoces o del escenario pueden experimentar niveles de presión sonora más bajos. Este aspecto se explica en la 3.ª característica.

se pueden aplicar las directrices existentes basadas en la evidencia, como 140 dB L_{Cpeak} (nivel de pico instantáneo con ponderación C), a niveles de presión sonora momentáneos, para proteger contra lesiones auditivas inmediatas (37).

C1.3.3 En los casos en que el sistema de sonorización sea capaz, en principio, de producir niveles de pico superiores a 140 dB L_{Cpeak} , la salida debe controlarse mediante un limitador electrónico de acción rápida para evitar que tales niveles ocurran en cualquier lugar que normalmente pueda ocupar un espectador. El propósito del limitador no es apagar o silenciar la música si el nivel de presión sonora es demasiado alto: su propósito es proteger contra picos extremos repentinos, limitando el nivel al que el sistema de sonorización los reproducirá (véase [Anexo 3](#)).

C1.4 Funciones y responsabilidades

C1.4.1 Para lograr un control efectivo de los niveles de presión sonora en locales y eventos, hacen falta una voluntad común y la cooperación entre múltiples partes interesadas, desde los músicos e ingenieros de sonido hasta los operadores de locales y organizadores de eventos.

Sin embargo, es importante que, para cada local o evento, se identifique una **parte responsable** que tenga la responsabilidad final de garantizar que las funciones de escucha sin riesgos se implementen adecuadamente. La parte responsable suele ser la persona u organización legalmente responsable del evento, como el propietario del local o el organizador del evento.

C1.4.2 La parte responsable debe elaborar por escrito una **política de escucha sin riesgos** que establezca las medidas que deben adoptarse para garantizar esas condiciones de escucha, incluida la aclaración de las funciones y responsabilidades individuales y toda recomendación o procedimiento operativo estándar que deba cumplirse.

C1.4.3 Cuando exista un requisito para que terceras personas —por ejemplo, artistas, ingenieros de sonido o reservadores de talentos— desempeñen una función activa para alcanzar de condiciones de escucha segura, estos requisitos deben estar recogidos en una relación contractual formal.

C1.4.4 Para cada local o evento, la parte responsable debe asegurarse de que se designe un **agente responsable** para supervisar periódicamente el nivel de presión sonora (véase la [2.ª característica](#): Monitoreo del nivel de presión sonora) y realizar los ajustes necesarios a fin de mantener ese nivel por debajo del límite máximo.

C1.4.5 La función del **agente responsable** puede ser desempeñada por un sistema automatizado que tenga la capacidad de recibir e interpretar los datos de medición del nivel de presión sonora y realizar los ajustes adecuados para impedir que se supere el límite máximo.

El funcionamiento de un sistema de este tipo se diferenciaría de un limitador electrónico convencional en que, por lo general, solo habría que realizar ajustes graduales (e, idealmente, inapreciables) en el nivel de salida del sistema de sonorización.

C1.5 Consideraciones

C1.5.1 Cumplir con el límite del nivel de presión sonora puede suponer un gran desafío para algunos locales, especialmente los locales pequeños de música en vivo (véase el **recuadro 3**). Incluso cuando se han tomado todas las medidas razonablemente viables, es posible que se supere el límite del nivel de presión sonora, estando estos sucesos fuera del control del agente responsable. Se recomienda encarecidamente a los gobiernos y a las autoridades locales que tengan en cuenta estas limitaciones a la hora de elaborar leyes o protocolos de aplicación basados en esta Norma.

C1.5.2 Es habitual que el nivel de presión sonora en los conciertos y los clubes nocturnos aumente de forma constante a lo largo de la velada, a veces hasta 10–15 dB L_{Aeq} (32, 33).

Estos incrementos no siempre son deliberados, y en algunos casos son el resultado de un aumento gradual del volumen para compensar la fatiga creciente del oído que experimenta la persona responsable de ajustar el volumen.

Cuando se desea aumentar gradualmente el nivel de presión sonora, por ejemplo, a medida que un evento avanza hacia su clímax, es aconsejable que ese nivel comience siendo lo suficientemente bajo en la primera parte del evento para que se lo pueda aumentar más tarde sin que deje de estar por debajo del límite. En algunos casos, puede ser necesario que los operadores de locales u organizadores de eventos impongan una obligación contractual a las actuaciones secundarias (y/o a su ingeniero de sonido) para que mantengan un límite más bajo, a fin de posibilitar que en la actuación principal se pueda tocar “más fuerte” sin dejar de respetar el límite del nivel de presión sonora de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$.

C1.5.3 En los locales o eventos dirigidos específicamente a los niños, debe aplicarse un límite más bajo del nivel de presión sonora, dado que el sistema auditivo en desarrollo de los niños puede ser más vulnerable a las lesiones inducidas por el sonido que el sistema auditivo completamente desarrollado de los adultos. Además, es menos probable que los niños sean capaces de tomar decisiones libres e informadas sobre su exposición al sonido (34).

No hay pruebas claras de cuánto más bajo debería ser el límite para los locales o eventos dirigidos específicamente a los niños. Sin embargo, según los precedentes internacionales (25, 26), cuando se espera que un evento atraiga a un público compuesto mayoritariamente de niños, el límite del nivel de presión sonora debe reducirse al menos a 94 dB $L_{Aeq, 15min}$, y al menos a dB $L_{Aeq, 15min}$ en los eventos dirigidos a niños pequeños. Los niveles máximos de sonido en locales o eventos destinados específicamente a los niños no deben exceder los 120 dB L_{Cpeak} (31) (véase el **anexo 3**).

Recuadro 3:**El reto de controlar el nivel de presión sonora en locales pequeños de música en vivo**

En bares, clubes u otros locales que solo reproducen música pregrabada, el nivel de presión sonora se puede controlar simplemente ajustando el volumen a un nivel adecuado. La situación es más compleja en los locales de música en vivo. Los niveles de sonido pueden cambiar de manera impredecible de un momento a otro durante una presentación en vivo y, especialmente en locales pequeños y cerrados, el sonido proveniente de fuentes potentes que están en el escenario — como la batería, los amplificadores de guitarra eléctrica y los monitores — puede hacer que se exceda el límite del nivel de presión sonora, independientemente del sonido procedente de los altavoces principales. A menos que se hayan tomado las medidas adecuadas con anticipación, es posible que el ingeniero de sonido no pueda reducir el nivel de presión sonora mientras se realiza una actuación.

El monitoreo a largo plazo de los niveles de presión sonora en más de 600 conciertos que tuvieron lugar en 50 locales de Noruega reveló que, en alrededor de un tercio de todos los conciertos, los niveles medidos a la altura de la mesa de mezclas FOH excedieron los 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ (35). Los niveles superiores a 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ ocurrieron con mayor frecuencia en locales más pequeños (altura del techo < 4 m/capacidad de espectadores < 350) que en locales más grandes. Lo anterior está de acuerdo con los informes de otros países que indican que, mientras que los ingenieros de sonido profesionales a menudo mezclan voluntariamente los espectáculos a 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ o menos en locales más grandes (36), los niveles de presión sonora en locales pequeños o medianos de música en vivo superan con frecuencia los 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ (37).

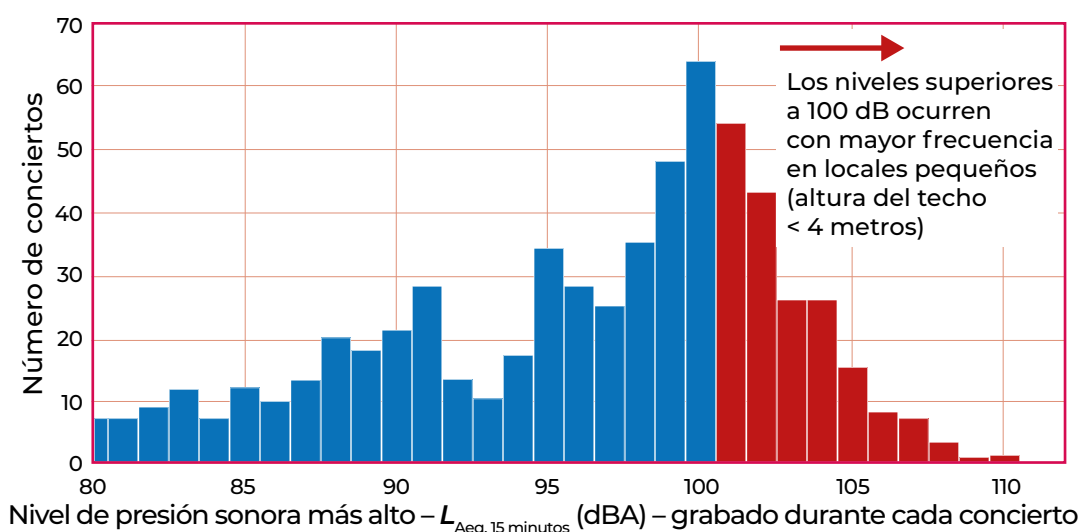


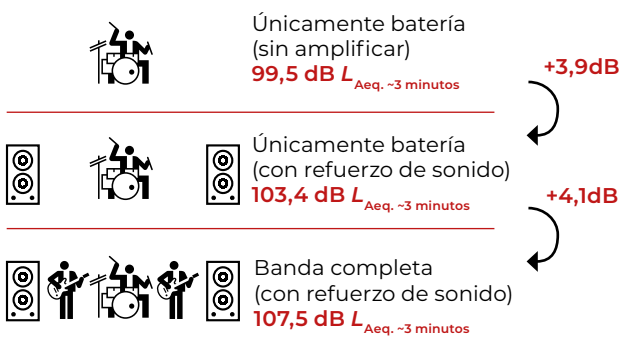
Imagen adaptada por cortesía de Morten Andreas Edvardsen, de su tesis Analysis measurements from Norwegian venues for amplified music (Mediciones de análisis de música amplificadas en locales noruegos), Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología.

Recuadro 3:
El reto de controlar el nivel de presión sonora en locales pequeños de música en vivo (continuación)

Una investigación realizada por el gobierno de Flandes confirma que, en los locales pequeños de música en vivo, el nivel de presión sonora es determinado casi siempre por el nivel de la fuente más potente que está en el escenario, generalmente una batería acústica. Un estudio de caso realizado en un local pequeño típico halló que el nivel de presión sonora en el medio del local era de 99,5 dB $L_{Aeq, \sim 3min}$ cuando el baterista tocaba su parte de una canción, solo y sin amplificación. Cuando la batería se amplificaba mínimamente para crear un sonido de batería reforzado adecuado para la música *rock*, el nivel de presión sonora aumentaba a 103,4 dB $L_{Aeq, \sim 3min}$. Al agregar el resto de la banda (guitarras, bajo y voces) se producía un aumento adicional a 107,5 dB $L_{Aeq, \sim 3min}$.



Imagen cortesía de Marcel Kok, de dBControl.



En circunstancias como estas, el ingeniero de sonido tiene un margen extremadamente limitado para “bajar el volumen”: el nivel de presión sonora que emana de una batería acústica no puede alterarse mientras se está realizando una interpretación y, si se reduce la salida del sistema de sonorización principal, se corre el riesgo de que las voces y otros instrumentos queden ahogados por el sonido que proviene directamente de la batería.

La comprensión de la escala de las medidas que pueden ser necesarias en un pequeño local de música en vivo* proviene de un estudio de caso realizado en un local sueco (38).

* La 3.ª característica proporciona más información sobre la optimización del acondicionamiento acústico y los sistemas de sonorización para una escucha sin riesgos.

Recuadro 3:**El reto de controlar el nivel de presión sonora en locales pequeños de música en vivo (continuación)**

Para lograr una reducción de 9 dB en el nivel de presión sonora medio durante los conciertos (necesaria para adecuar los niveles de presión sonora al límite de 100 dB L_{Aeq} recomendado por el gobierno), se aplicaron las siguientes medidas:

- Instalación de un nuevo sistema de techo suspendido
- Instalación de paneles de pared que absorben el sonido
- Instalación de un nuevo sistema de sonorización
- Reconfiguración del diseño del escenario
- Reubicación de la barra fuera del espacio de actuación principal
- Capacitación integral al técnico interno del local sobre la escucha sin riesgos.

Si bien no todas las medidas anteriores son necesarias en todos los locales, está claro que las medidas necesarias para mantener los niveles de sonido por debajo de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ en locales pequeños e interiores de música en vivo pueden ser costosas y requerir considerables conocimientos especializados. A pesar de desempeñar un papel económico y cultural esencial en los pueblos y ciudades, la mayoría de los locales de música en vivo populares operan con márgenes extremadamente estrechos, si no con pérdida, y muchos no pueden financiar por sí mismos las mejoras necesarias (39).

Se alienta a los gobiernos y las autoridades municipales a encontrar formas de apoyar a los locales para que brinden condiciones de escucha más seguras a sus audiencias (la sección siguiente a Características: *“Adopción e implementación de la Norma mundial de la OMS para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales”*, contiene detalles de un esquema financiado con fondos públicos que apoya a los locales noruegos para que realicen mejoras en el acondicionamiento acústico y los sistemas de sonorización).

2



2.^a característica: Monitoreo del nivel de presión sonora

El nivel sonoro debe monitorearse activamente para
asegurar el cumplimiento del límite de 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ minutos}}$



2.^a característica: Monitoreo del nivel de presión sonora

El nivel sonoro debe monitorearse activamente para asegurar el cumplimiento del límite de 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ minutos}}$

- La 2.^a característica describe cómo se deben monitorear los niveles de presión sonora en locales y eventos.
- Se explican los requisitos de precisión y calibración del equipo de medición y mantenimiento de registros.
- Se establecen procedimientos para aplicar una corrección cuando el nivel de presión sonora no se puede medir directamente en la posición de medición de referencia.

C2.1 Aspectos clave

C2.1.1 Para controlar efectivamente los niveles de presión sonora en locales y eventos, es necesario que dichos niveles se midan con precisión y que los resultados sean visibles para el agente responsable en tiempo real, de modo que pueda efectuar todo cambio que sea necesario para mantener el nivel de presión sonora por debajo del límite (40).

C2.1.2 Debe utilizarse un sistema de medición del nivel de presión sonora para monitorear activamente la presión sonora durante toda la duración de cada actuación o evento. Cuando pueda suponerse que el nivel de presión sonora es razonablemente estático (por ejemplo, cuando se reproduce música pregrabada a través de un sistema de sonorización en un bar o club), puede bastar con comprobar el nivel de presión sonora únicamente cuando se realiza un ajuste del volumen. Durante una actuación en vivo, en la que el nivel de presión sonora puede cambiar más rápidamente y de forma imprevisible, suele ser necesario monitorearlo más estrechamente.

C2.1.3 Cuando el equipo de medición lo permita, se deben mantener registros digitales a prueba de manipulaciones, con fecha y hora, de los niveles de presión sonora medidos durante el horario de funcionamiento de un local o durante cada evento.

Siempre que sea posible, estos registros deben incrementarse con información que pueda servir de base a futuras investigaciones, incluidos los espectros de frecuencia de los niveles de presión sonora medidos con una resolución de banda de octava o de un tercio de octava, el tipo de evento, el género musical principal, el tamaño aproximado de la audiencia y toda otra información relevante (por ejemplo, si una actuación en el marco de una gira utilizó su propio sistema de sonorización, en lugar del sistema propio de la sala).

Debe utilizarse un sistema de medición del nivel de presión sonora para monitorear activamente la presión sonora durante toda la duración de cada actuación o evento.

C2.1.4 El requisito de monitorear activamente el nivel de presión sonora podrá no aplicarse en aquellos casos en que pueda demostrarse que el sistema de sonorización instalado no es capaz de producir un nivel de presión sonora ($L_{Aeq, 15min}$) superior al límite en la posición de medición de referencia, o que medios electrónicos le impiden superar ese límite.

Cuando la salida del sistema de sonorización esté limitada por medios electrónicos, los usuarios no deben tener la posibilidad de alterar o anular esta funcionalidad antes de un evento o durante él.

En tales casos, el sistema de sonorización debe ser revisado periódicamente por una persona debidamente cualificada para confirmar que funciona de acuerdo con sus especificaciones de diseño y que cualquier característica limitante del sonido sigue siendo eficaz.

Nota: La limitación opcional para asegurar el cumplimiento del límite del nivel de presión sonora de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ en la posición de medición de referencia es independiente y complementaria de toda limitación requerida para controlar los niveles sonoros de pico (véase el [anexo 3](#)).

C2.2 Equipos y procedimientos de medición

C2.2.1 El sistema de medición del nivel de presión sonora debe cumplir las funciones de integrar y promediar, y ser capaz de medir y expresar la medida $L_{Aeq, 15min}$ numéricamente en decibelios (41). El nivel de presión sonora debe medirse sobre la base de un promedio móvil, con la pantalla actualizada a intervalos periódicos (por ejemplo, una vez por segundo) para mostrar el valor actual de $L_{Aeq, 15min}$.

C2.2.2 La pantalla numérica puede complementarse con otros indicadores visuales del nivel de presión sonora; por ejemplo, una pantalla estilo semáforo o un medidor gráfico diseñado para comparar el nivel actual con el nivel máximo permitido. Para evitar que los niveles de presión sonora se establezcan más altos de lo necesario, se debe considerar cuidadosamente el diseño de dichas pantallas, de modo que no induzcan al agente responsable a considerar el límite del nivel de presión sonora como un nivel “preferido” (30).

C2.2.3 El nivel de presión sonora medido debe ser claramente visible para el agente responsable desde la posición en la que puede ajustar ese nivel (por ejemplo, desde la mesa de mezclas FOH o desde el sitio donde se encuentra el control de volumen para el sistema de sonorización).

C2.2.4 En general, el nivel de presión sonora medido no debe mostrarse a la audiencia, a fin de evitar un fenómeno que se observa, por ejemplo, en algunos eventos deportivos, en que la multitud participa en una competición por registrar el nivel de presión sonora más alto posible.

C2.2.5 La precisión de un sonómetro se indica por su “clase”, tal como se define en la norma internacional (41). Un sonómetro de clase 1 es más preciso, aunque generalmente también más costoso, que un sonómetro de clase 2.

El sistema de medición del nivel de presión sonora debe cumplir, como mínimo, los principales requisitos de rendimiento para un dispositivo de clase 2 en frecuencias entre 63 Hz y 8 kHz inclusive, evaluados sobre la base de las pruebas periódicas definidas en las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) (42).

Centrarse en los principales requisitos de rendimiento de un sonómetro de clase 2, y no en el conjunto completo de requisitos acústicos y eléctricos que deben cumplirse para que un dispositivo se considere totalmente compatible con la clase 2, permite utilizar una gama más amplia de equipos de medición, algunos de los cuales probablemente sean más accesibles, en particular en países de bajos ingresos (véase el **recuadro 4**).

Recuadro 4:

Diferentes sistemas de medición del nivel de presión sonora

Los sistemas de medición del nivel sonoro adoptan diferentes formas. A continuación se describen algunas formas comunes.

Sonómetro autónomo

Esta es la forma tradicional de la mayoría de los sonómetros compatibles con clase 1 y clase 2 según las normas de la CEI (40).

El dispositivo puede ser portátil o montarse en un trípode.

Por lo general, es posible comprar un cable de extensión especial si el micrófono de medición necesita montarse en una ubicación diferente al cuerpo principal del dispositivo.



*Imagen cortesía de
Marcel Kok,
de dBControl.*

Recuadro 4:**Diferentes sistemas de medición del nivel de presión sonora (continuación)**

Imagen cortesía de Marcel Kok, de dBControl.

Sistema basado en computadora

Estos sistemas combinan una aplicación de *software* que se ejecuta en una computadora portátil o tableta con un micrófono de medición externo calibrado*, a menudo conectado por USB.

Algunos fabricantes ofrecen soluciones listas para usar (*plug-and-play*) para el monitoreo del nivel de presión sonora en directo, en las que todo el *software* y el *hardware* necesarios se proporcionan en un paquete. Una ventaja de tales soluciones integradas es que el *software* suele incluir funciones especialmente diseñadas para facilitar que el ingeniero de sonido cumpla con un límite

determinado del nivel de presión sonora, y posibilita el registro automático de los resultados de la medición en un servicio basado en la nube.

Algunos sistemas pueden haber sido sometidos a pruebas para verificar el cumplimiento de los requisitos de un sonómetro de clase 1 o clase 2 (41).

Aplicación para teléfono inteligente con micrófono de medición externo

Los teléfonos inteligentes (*smartphones*) están diseñados para funcionar principalmente como dispositivos de comunicación, no como instrumentos de medición de precisión. Los micrófonos incorporados no son adecuados para medir con precisión los niveles de presión sonora.

Sin embargo, cuando se usa una aplicación† bien desarrollada y validada junto con un micrófono de medición externo de alta calidad, algunos teléfonos inteligentes pueden constituir la base de un sistema que cumpla con los requisitos clave de rendimiento para un sonómetro de clase 2 (43).

Dado que el *hardware*, los sistemas operativos y las aplicaciones de los teléfonos inteligentes experimentan un rápido desarrollo y, por lo general, no están destinados a utilizarse como instrumentos de medición de precisión, se recomienda encarecidamente utilizar solo una combinación de *hardware* y aplicación que haya sido probada formalmente para verificar el cumplimiento de las normas CEI.



Imagen cortesía de NIOSH.

* Téngase en cuenta que la compra de un micrófono “que cumple con la clase 2” no significa automáticamente que el sistema de medición del nivel de presión sonora cumplirá con los requisitos de rendimiento de la clase 2: los requisitos se aplican al sistema en su totalidad, incluido todo el *hardware*, el *software* y los componentes de interconexión.

† La aplicación de sonometría (SLM) del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) está validada y disponible gratuitamente en <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/app.html>.

La calibración periódica es importante para asegurar la precisión de las mediciones del nivel de presión sonora.

C2.2.6 El micrófono de medición debe tener un patrón polar omnidireccional (lo que significa que capta el sonido de manera uniforme desde todas las direcciones); puede ser de campo libre o de campo difuso (incidencia aleatoria).

Cuando se utilice un micrófono de campo libre, debe apuntarse hacia la fuente de sonido dominante (normalmente, los altavoces o el escenario principal).

Cuando se utilice un micrófono de campo difuso, no debe apuntarse directamente hacia ninguna fuente de sonido, sino hacia arriba (hacia el techo) o hacia abajo (hacia el suelo) si está suspendido del techo.

C2.2.7 El uso de un parabrisas alrededor del micrófono de medición es adecuado tanto para reducir la influencia del ruido del viento, cuando se mide al aire libre, como para brindar protección adicional contra el polvo y los golpes en espacios cerrados.

Nota: En algunos sonómetros, es necesario cambiar un ajuste en el menú de configuración para indicar que se está utilizando un parabrisas.

C2.2.8 La calibración periódica es importante para asegurar la precisión de las mediciones del nivel de presión sonora (el [anexo 4](#) contiene más información sobre la importancia de la calibración).

La calibración del sistema de medición del nivel de presión sonora (incluidos los cables de extensión, los adaptadores y los dispositivos de visualización) debe verificarse periódicamente con un calibrador de campo acústico de clase 1 o clase 2 (44), según corresponda a la clase del sistema de medición en uso.

C2.3 Medición de la posición y uso de una corrección

C2.3.1 El micrófono de medición debe colocarse (en la medida de lo posible):

- i) en la posición de medición de referencia o cerca de ella, donde se aplica el límite de nivel de presión sonora (véase el [anexo 5](#));
- ii) a una altura comparable a la altura de la cabeza del público;
- iii) fuera del alcance de los espectadores;
- iv) al menos a 1 metro de cualquier superficie reflectante grande (como una pared, un techo o un mueble o equipo de gran tamaño); y/o
- v) con una línea de visión despejada a los altavoces principales.

C2.3.2 Cuando no sea posible colocar el micrófono como se describe anteriormente, porque no hay tal ubicación disponible o porque esta no sería un lugar seguro para montar el micrófono mientras se lleva a cabo un evento, el micrófono debe colocarse en una **posición de medición a largo plazo** más conveniente. Esta posición podría ser, por ejemplo, directamente frente a los altavoces principales, suspendido del techo sobre la zona del público o en la mesa de mezclas FOH.

C2.3.3 Cuando la posición de medición a largo plazo es diferente de la posición de medición de referencia, puede ser necesaria una corrección para que las mediciones reflejen el nivel de presión sonora en la posición de medición de referencia. Es posible que tal corrección no sea necesaria cuando se cumplen ciertas condiciones (45) (consúltense el [anexo 5](#) y el [anexo 6](#)).

C2.3.4 Cuando se va a aplicar una corrección, debe aplicarse automáticamente para que las mediciones reflejen el nivel de presión sonora en la posición de medición de referencia. Cuando esto no sea posible, una alternativa es ajustar el límite del nivel de presión sonora en una cantidad igual a la corrección (consúltense el [anexo 5](#) y el [anexo 6](#)).

La corrección debe volver a medirse después de todo cambio importante en el diseño del local, actualización o modificación del sistema de sonorización, o cambio en el sistema de medición del nivel de presión sonora (incluido un cambio en la posición de medición a largo plazo).

3

3.ª característica: Acondicionamiento acústico y sistema de sonorización

El acondicionamiento acústico y el sistema de sonorización de un local deben optimizarse para lograr una escucha sin riesgos, en la medida de lo razonablemente posible.



3.ª característica: Acondicionamiento acústico y sistema de sonorización

El acondicionamiento acústico y el sistema de sonorización de un local deben optimizarse para lograr una escucha sin riesgos, en la medida de lo razonablemente posible.

- 1)) La 3.ª característica garantiza que el acondicionamiento acústico y el diseño del sistema de sonorización de un local faciliten una escucha sin riesgos.
- 1)) Si se optimizan el acondicionamiento acústico y el sistema de sonorización para una escucha sin riesgos, se mejora tanto la calidad del sonido como la experiencia auditiva para los espectadores y los artistas.
- 1)) Se analizan los objetivos de diseño de alto nivel del acondicionamiento acústico y el sistema de sonorización de un local, junto con sugerencias y consejos generales sobre cómo se pueden lograr estos objetivos.
- 1)) Los niveles de presión sonora aumentan rápidamente y de inmediato frente a los altavoces, por lo que se debe evitar que los espectadores se acerquen a ellos siempre que sea posible.
- 1)) La gestión eficaz de los niveles de presión sonora en el escenario es crucial para lograr condiciones de escucha sin riesgos en pequeños locales de música en vivo.

C3.1 Aspectos clave

C3.1.1 Es fundamental contar con un acondicionamiento acústico adecuado del local y un diseño apropiado del sistema de sonorización para ofrecer una experiencia auditiva segura y de alta calidad a todos los espectadores. En particular en locales cerrados más pequeños que albergan actuaciones de música en vivo, estos elementos pueden determinar si es físicamente posible cumplir con el límite del nivel de presión sonora (hay más información en el [recuadro 3](#)).

C3.1.2 La buena calidad del sonido y la escucha sin riesgos van de la mano, por lo que se puede esperar que optimizar el acondicionamiento acústico y el sistema de sonorización del local para favorecer la escucha sin riesgos también mejore la calidad del sonido y promueva una mayor satisfacción del público.

C3.1.3 Se debe apoyar y alentar a los propietarios u operadores de locales a que tomen todas las medidas razonablemente factibles a fin de optimizar el acondicionamiento acústico y el sistema de sonorización para una escucha sin riesgos. Aunque algunas medidas son relativamente fáciles y asequibles de aplicar, muchos locales se enfrentan a importantes barreras económicas para realizar las mejoras necesarias, así como a posibles limitaciones relacionadas con cuestiones arquitectónicas, estructurales, de accesibilidad, de seguridad, de planificación y contractuales. En el **recuadro 8** se presenta un estudio de caso de Noruega, donde existe un plan financiado con fondos públicos para ayudar a los locales a realizar mejoras.

C3.1.4 Las experiencias auditivas seguras y agradables ocurren (46):

- i) cuando la acústica del local se adapta bien a la música amplificada;
- ii) cuando el sistema de sonorización está bien diseñado y es de buena calidad; y
- iii) en el caso de los eventos en vivo, cuando los artistas y los ingenieros de sonido cooperan para manejar los niveles de presión sonora en el escenario y brindar un sonido de alta calidad al público.

Estos tres aspectos se consideran en el resto de esta sección.

C3.2 Acondicionamiento acústico del local

C3.2.1 Una acústica deficiente o inadecuada en un local cerrado puede afectar los niveles de sonido de dos maneras principales:

- i) Si un local es excesivamente reverberante (demasiado sonido proviene de las reflexiones en el suelo, las paredes y el techo), el sonido de todas las fuentes se amplifica, lo que aumenta el nivel general de presión sonora. Es posible que el ingeniero de sonido deba subir el volumen del sistema de sonorización a niveles peligrosos para superar el sonido que proviene directamente del escenario o del público.
- ii) Un local demasiado reverberante o con otros problemas acústicos (como ecos prominentes o una respuesta de frecuencia desequilibrada) dificulta que el ingeniero de sonido logre una mezcla clara y controlada. Los niveles de presión sonora pueden aumentar gradualmente a medida que el ingeniero de sonido se esfuerza por mejorar la claridad de la mezcla (29, 35, 47).

C3.2.2 La música amplificada generalmente suena mejor en locales que tienen una reverberación de sala bien amortiguada, es decir, un carácter acústico “seco”. Los tiempos de reverberación adecuados para locales con música amplificada (según las normas noruegas) (48) se proporcionan en el **anexo 7**.

C3.2.3 En la mayoría de los locales, y especialmente en aquellos que tienen superficies reflectantes predominantemente duras (por ejemplo, ladrillo, hormigón, yeso o vidrio), es necesario introducir una absorción de sonido adicional para controlar la reverberación de la sala (el **anexo 7** contiene ejemplos de materiales para el tratamiento acústico de un local).

Aunque, en la mayoría de los casos, el problema es la reverberación excesiva, el objetivo no debe ser absorber todo el sonido reverberante, ya que un local acústicamente “muerto” dificulta que los músicos toquen como conjunto y puede generar una sensación de desconexión del público.

Un ingeniero acústico capacitado puede evaluar el acondicionamiento acústico de un local existente o propuesto y asesorar sobre la naturaleza y el alcance de cualquier tratamiento acústico necesario.⁵

C3.2.4 El sonido de media y alta frecuencia se puede absorber con materiales suaves y porosos, como asientos tapizados, alfombras, cortinas y paños. Un cielo raso suspendido puede ser particularmente efectivo para absorber el sonido, en parte debido a la gran área de superficie disponible para el tratamiento. También hay paneles absorbentes de sonido de alto rendimiento, generalmente hechos de espuma de celda abierta o materiales de fibra compacta, como la lana mineral. Estos paneles se pueden instalar en las paredes o en el techo.

C3.2.5 La absorción de sonido de baja frecuencia suele ser más difícil, pero puede mejorar considerablemente la calidad del sonido. A través de un mejor control de la reverberación de baja frecuencia, el ingeniero de sonido puede lograr más fácilmente una mezcla clara e impactante respetando el límite del nivel de presión sonora. Este resultado normalmente puede obtenerse con el uso de absorbentes resonantes (en el **anexo 7** se proporcionan ejemplos).

La música amplificada generalmente suena mejor en locales que tienen una reverberación de sala bien amortiguada, es decir, un carácter acústico “seco”.

⁵ REW (www.roomeqwizard.com/) es un popular paquete de *software* gratuito capaz de realizar mediciones de tiempo de reverberación. Puede ser un recurso útil para locales que no tienen acceso a los servicios de un técnico acústico capacitado.

C3.2.6 Para que sea eficaz, la absorción del sonido generalmente debe distribuirse por las superficies de un local, en lugar de concentrarse en una sola área. En algunos casos, sin embargo, puede ser beneficioso colocar determinados materiales de tratamiento acústico en sitios específicos para lograr el efecto deseado. En caso de que dispongan de ingenieros acústicos capacitados, se alienta a los propietarios o administradores de locales a procurar asesoramiento sobre estos asuntos.

C3.2.7 Las reflexiones fuertes (p. ej., en la pared posterior de un local) y los efectos de enfoque de sonido (p. ej., debido a una construcción abovedada o arqueada) pueden afectar gravemente la calidad del sonido y, en consecuencia, también la capacidad de un ingeniero de sonido para lograr una mezcla clara e impactante a un nivel de presión sonora seguro. Es posible solucionar este tipo de problemas acústicos tratando de forma adecuada la(s) superficie(s) que origina(n) la reflexión o el efecto de enfoque de sonido. El tratamiento requerido generalmente consiste en absorción de sonido (para reducir la cantidad de sonido que se refleja en la superficie) o **difusión de sonido** (para dispersar el sonido de la superficie en todas las direcciones, en lugar de reflejarlo en una sola dirección).

Nota: La difusión de sonido puede ser proporcionada por una superficie curva (convexa) o por una superficie con un perfil de profundidad variable (por ejemplo, una serie de “surcos” de diferentes profundidades). Una superficie que comprende un arreglo de áreas absorbentes y reflectantes en mosaico también proporciona un grado de difusión del sonido (véanse ejemplos en el [anexo 7](#)).

C3.3 Modos propios de un recinto

C3.3.1 Los modos propios de un recinto (46) son resonancias de baja frecuencia derivadas de ondas de sonido que rebotan entre las superficies de una habitación (el [anexo 8](#) contiene más detalles). Estos modos propios pueden ser problemáticos en locales pequeños, como cafeterías y bares, con un volumen inferior a los 1000 m³. Si la respuesta de las frecuencias bajas (graves) parece muy desigual o retumba demasiado al desplazarse por un local pequeño, esto podría indicar un problema con los modos propios de un recinto.⁶

C3.3.2 La solución a los problemas relacionados con el modo propio de un recinto consiste generalmente en introducir una mayor absorción de sonido de baja frecuencia (consúltese el [anexo 8](#)), centrándose especialmente en el tratamiento de las esquinas y/o límites donde se encuentran dos de las superficies del recinto (49).

⁶ Una respuesta de bajos desigual también puede indicar un problema con la interferencia coherente entre el sonido directo o el que se refleja a partir de uno o más altavoces que reproducen sonido de baja frecuencia (consúltese el [anexo 8](#)).

C3.4 Acondicionamiento acústico de la zona del escenario

C3.4.1 El acondicionamiento acústico de la zona del escenario requiere una atención especial, sobre todo en locales cerrados y pequeños. Hay dos consideraciones principales:

- i) El escenario debe proporcionar un entorno cómodo para que los músicos actúen, siendo el factor más importante que puedan oírse a sí mismos y a los demás con claridad sin necesidad de recurrir a un nivel de salida excesivo de los monitores de escenario;
- ii) Se debe controlar adecuadamente la propagación de sonido directo (fuga de sonido) desde el escenario hacia el público. Los niveles de presión sonora en el escenario pueden ser muy altos y no estar bajo el control del ingeniero de sonido.

C3.4.2 En general, el acondicionamiento acústico de la zona del escenario debe ser similar al de todo el local, lo que significa que, idealmente, la reverberación debe controlarse mediante una combinación equilibrada de absorbentes resonantes de baja frecuencia (que pueden estar ubicados alrededor del perímetro del escenario) y absorbentes porosos para frecuencias medias a altas (a menudo en forma de cortinas, paños u otros “artículos textiles escénicos”). Toda superficie dura debe tener un diseño difusor del sonido para ayudar a distribuirlo de manera uniforme en el escenario y evitar reflexiones problemáticas.

C3.4.3 En combinación con otras medidas (consúltese el [anexo 7](#)), la absorción del sonido en la pared trasera de la zona del escenario (detrás de donde normalmente se sentaría un baterista) puede ayudar en gran medida a reducir el nivel de presión sonora del escenario que se propaga hacia la zona del público en pequeños locales cerrados.

C3.5 Acondicionamiento acústico de espacios al aire libre

C3.5.1 El acondicionamiento acústico de los espacios al aire libre es generalmente mucho más fácil de manejar que el de los locales cerrados. El principal problema de diseño acústico consiste en evitar que objetos grandes, como vallas publicitarias, autobuses o la marquesina del escenario, reflejen o enfoquen el sonido directamente hacia el escenario o la zona del público. Además, se debe tener el cuidado de evitar que haya reflexiones fuertes en superficies duras circundantes a la zona del escenario que puedan interferir con la capacidad de los músicos para escucharse a sí mismos con claridad.

C3.6 Diseño del sistema de sonorización

C3.6.1 Un objetivo principal del diseño de un sistema de sonorización debe ser lograr una distribución razonablemente uniforme del sonido en la zona del público, tanto en lo que respecta al nivel de presión sonora en general como, especialmente, al equilibrio espectral entre frecuencias bajas y altas, de modo que todos los espectadores puedan experimentar un sonido de alta calidad a un nivel seguro y agradable. La ubicación de los altavoces es particularmente importante para lograr este objetivo. En el [anexo 9](#) se presentan escenarios que ilustran la ubicación de los altavoces y el impacto en la distribución del sonido.

C3.6.2 Si bien generalmente es deseable obtener una cobertura uniforme de sonido en toda la zona del público, puede ser apropiado tratar deliberadamente de producir un nivel de presión sonora más bajo en ciertas áreas, como la parte trasera de un local, bares o puestos de mercancías, o zonas por donde circula el público. Esta medida puede mejorar las opciones y la comodidad de los espectadores, algunos de los cuales tal vez deseen disfrutar de un evento desde un lugar un poco más tranquilo. Este es un aspecto particularmente importante para las zonas donde no se espera que los espectadores escuchen activamente la actuación. Un nivel de presión sonora más bajo también facilita la comunicación verbal en zonas donde esto es importante.

C3.6.3 Cada local es diferente y plantea exigencias únicas con respecto al diseño del sistema de sonorización. Un diseñador profesional de sistemas de sonorización podrá asesorar sobre la configuración de altavoces más adecuada para un local o evento en particular. También hay paquetes de *software* que permiten comparar diferentes configuraciones de altavoces prediciendo el nivel de presión sonora que se generará en diferentes sitios dentro de la zona del público, aunque la mayoría de estos paquetes solo predicen el sonido directo y no tienen en cuenta la acústica del local.

C3.6.4 A fin de lograr una distribución uniforme del sonido y crear las condiciones adecuadas para que el ingeniero de sonido produzca una mezcla clara, impactante y de alta calidad, se pueden adoptar las siguientes precauciones generales (46, 50–52) (véase también el [anexo 9](#)):

- i) Tratar de evitar que algunos espectadores estén mucho más cerca de los altavoces que otros.
- ii) Evitar una situación en la que el sonido directo de los altavoces principales no llegue a las personas que se encuentran en la parte posterior del público debido a otros espectadores que se encuentran al frente.

- iii) Elevar (“volar”) los altavoces por encima de la altura de la cabeza siempre que sea posible.
- iv) Prestar atención al patrón de directividad de los altavoces e intentar que la mayor parte posible del sonido llegue a donde se desea (es decir, hacia el público y lejos de paredes y techos).
- v) Asegurarse de que todos los sistemas de altavoces múltiples (p. ej., *line arrays*) se hayan instalado cuidadosamente y estén distribuyendo el sonido según lo previsto.
- vi) Utilizar altavoces secundarios (p. ej., refuerzo con retardo, refuerzo frontal o refuerzo exterior) para ayudar a llevar el sonido a zonas que los altavoces principales no pueden cubrir adecuadamente (p. ej., la parte trasera de una gran audiencia o el espacio que está debajo de una grada superior).
- vii) Cuando no exista el requisito de que el sonido parezca originarse en un lugar específico (p. ej., en bares o clubes que reproducen música pregrabada y no tienen escenario), se puede considerar el uso de un sistema de altavoces totalmente distribuido (p. ej., colgado del techo). Dado que cada altavoz solo tiene que cubrir su propia zona pequeña, el sonido se emite a un nivel más bajo.

C3.6.5 La mayoría de los sistemas de sonorización, especialmente en locales más grandes, incorporan *subwoofers* (altavoces que reproducen sonido de baja frecuencia, por debajo de aproximadamente 100 Hz). Es una práctica común colocar los *subwoofers* a nivel del suelo cerca del escenario, lo que puede exponer a los espectadores que están en las primeras filas a un sonido intenso de baja frecuencia (36). Aunque en la actualidad no está claro cuánto riesgo representa esto para la audición humana, se podrían prevenir riesgos colocando los *subwoofers* por encima de la altura de la cabeza. En el [anexo 9](#) se describen consideraciones prácticas relacionadas con esta cuestión.

C3.7 Zonas de exclusión delante de los altavoces

C3.7.1 Los niveles de sonido aumentan rápidamente cuando una persona se acerca a unos pocos metros de un altavoz (consúltese el [anexo 10](#)) (53); por lo tanto, el área que está inmediatamente delante de los altavoces es un sitio especialmente peligroso. Se recomienda encarecidamente que ningún espectador esté a menos de 1 metro de cualquier altavoz. Idealmente, los espectadores deben mantenerse al menos a 3 metros de distancia de los altavoces (46).

Nota: Estas distancias sugeridas deben considerarse teniendo en cuenta la capacidad de salida máxima de los altavoces en cuestión, que puede diferir mucho entre diferentes marcas y modelos. En el caso de los altavoces de baja potencia, puede que no sea necesaria una zona de exclusión, mientras que, en el caso de los altavoces de alta potencia, puede que sea necesaria una zona de exclusión que se extienda más allá de los 3 metros.

C3.7.2 Cuando sea posible, elevar los altavoces por encima de la altura de la cabeza es una solución efectiva para imponer una separación mínima de los espectadores; esto también conducirá generalmente a una mejor distribución del sonido (véase el [anexo 9](#)). En entornos donde esto no sea posible, una barrera resistente puede evitar que los espectadores se acerquen demasiado a los altavoces (46).



C3.8 Gestión del sonido en el escenario

C3.8.1 En locales pequeños de música en vivo, los altos niveles de presión sonora que se propagan directamente del escenario a la zona del público plantean un gran desafío para el cumplimiento del límite (consúltese el **recuadro 3**). Para dar respuesta a este problema, suele ser importante colocar absorción de sonido adicional en el local, incluso alrededor de la zona del escenario, a fin de controlar la acumulación de sonido reverberante. Sin embargo, en muchos locales, este paso por sí solo no será suficiente. Para cumplir con el límite del nivel de presión sonora hará falta reducir activamente los niveles de sonido en el escenario.

C3.8.2 El enfoque más efectivo para el control de los niveles de presión sonora en el escenario consiste en silenciar (o, cuando sea posible, eliminar) las fuentes más ruidosas (46) (en el **anexo 11** se pueden consultar sugerencias).

C3.8.3 Una vez que las fuentes ruidosas del escenario se han silenciado tanto como sea posible, el siguiente paso es considerar la reducción de la cantidad de sonido que se propaga desde el escenario hasta la zona del público, lo que comúnmente implica proyectar el sonido lejos del público o usar materiales para bloquear el sonido y evitar que llegue directamente al público (46) (en el **anexo 11** se pueden consultar sugerencias).

Estas medidas requieren la cooperación y el consentimiento de los músicos, los técnicos y sonidistas; son efectivas y no tienen por qué ser costosas.

4

4.ª característica: Protección auditiva personal

Se debe ofrecer protectores auditivos personales
a los espectadores en el local o evento.



4.^a característica: Protección auditiva personal

Se debe ofrecer protectores auditivos personales a los espectadores en el local o evento.

-)) La 4.^a característica garantiza que los espectadores tengan acceso a protectores auditivos personales en locales y eventos.
-)) Mientras que los tapones para los oídos desechables y de bajo costo pueden ofrecer una protección eficaz, los tapones de alta fidelidad diseñados para la música ofrecen una mejor calidad de sonido, comodidad y facilidad de uso.
-)) Se deben brindar instrucciones adecuadas junto con la protección auditiva, dado que los tapones para los oídos solo son efectivos cuando se usan de manera apropiada.

C4.1 Aspectos clave

C4.1.1 El uso de protectores auditivos puede ser el único medio factible por el cual las personas pueden reducir su exposición personal al sonido mientras continúan disfrutando de un evento sin restricciones (54).

Los protectores auditivos comúnmente comprenden tapones para los oídos, orejeras y protectores de canal (55). Los tapones para los oídos son la forma de protección auditiva personal que se considera más adecuada para usar en locales de entretenimiento, aunque otras formas de protección auditiva, como las orejeras, también pueden ser eficaces.

Se ha demostrado que el uso de tapones para los oídos entre los asistentes a los festivales reduce considerablemente la pérdida de audición temporal y el *tinnitus* debido a la exposición a la música a niveles de presión sonora altos (56, 57).

Dado que los tapones para los oídos funcionan atenuando físicamente la intensidad del sonido que llega al tímpano, es razonable esperar que la protección a corto plazo inmediatamente después de la exposición se traduzca en una protección a largo plazo contra la pérdida de audición inducida por el sonido (suponiendo que se usan constantemente tapones para los oídos durante las exposiciones posteriores).

C4.1.2 Muchos fabricantes diferentes producen tapones para los oídos con diferentes tipos de materiales. Los tapones se producen en diferentes formas y tienen diferentes precios.

Algunas de las formas principales en que se pueden clasificar los tapones para los oídos son las siguientes (en cada caso, la alternativa menos costosa se indica primero):

- i) de un solo uso (desechable) vs. reutilizables
- ii) de medida estándar listos para usar vs. hechos a medida
- iii) genéricos vs. específicos para música (de alta fidelidad)
- iv) pasivos vs. activos (electrónicos).

Los tapones para los oídos listos para usar pueden ser moldeables (aquellos que requieren cierto grado de manipulación antes de la colocación) o preformados (aquellos que no requieren manipulación antes de la colocación).

Nota: Los tapones para los oídos que son activos (electrónicos) cuentan con un micrófono externo y un altavoz interno y, en principio, permiten una atenuación variable y selectiva de los sonidos en diferentes frecuencias. Actualmente no se usan de manera generalizada y, por lo tanto, no se les da más consideración en esta versión de la Norma.

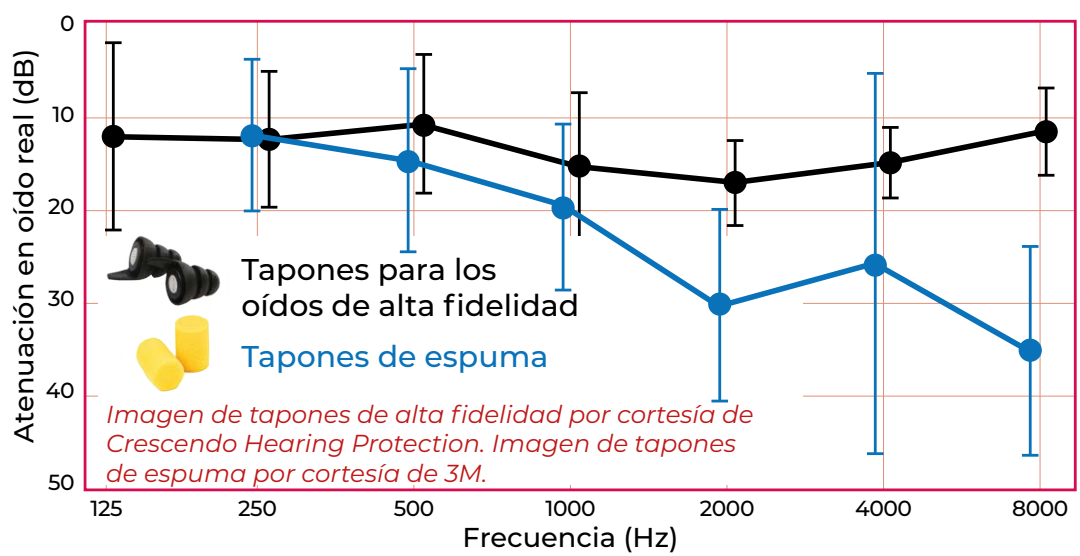
C4.1.3 Los tapones para los oídos diseñados específicamente para escuchar música se conocen como tapones para los oídos de “alta fidelidad” o, a veces, “tapones para los oídos de atenuación uniforme”. Ofrecen importantes ventajas en comparación con los tapones genéricos desechables (véase el **recuadro 5**) y su uso es el más adecuado por motivos de utilidad y sostenibilidad.

C4.1.4 Los tapones para los oídos hechos a medida son la elección preferida de los ingenieros de sonido en vivo y los músicos profesionales por su comodidad y calidad de sonido. También son potencialmente adecuados para que los usen los espectadores, especialmente aquellos que asisten a locales o eventos con regularidad. Sin embargo, dado que su fabricación requiere que un especialista capacitado tome impresiones del oído y que son relativamente costosos, no es posible proporcionarlos a pedido en locales y eventos (54).

Se exhorta a los gobiernos y a los proveedores de atención sanitaria a que consideren la posibilidad de proporcionar protectores auditivos hechos a medida de forma gratuita o a un costo subsidiado, como componente importante de la atención preventiva de la salud auditiva. Para asegurar un mejor rendimiento, la atenuación que proporcionan estos tapones para los oídos personalizados debe verificarse mediante un procedimiento de prueba de atenuación a nivel de umbral de audición en oído real (58).

Recuadro 5:
Tapones de alta fidelidad versus tapones genéricos para música

A diferencia de los tapones genéricos para los oídos, los de alta fidelidad están diseñados para atenuar los sonidos aproximadamente por igual en todas las frecuencias, lo que conduce a una calidad de sonido más natural (54, 59–61). Como se ilustra en la figura siguiente, los tapones genéricos de espuma generalmente atenúan las frecuencias altas mucho más que las frecuencias bajas, y esto hace que la música suene amortiguada y menos agradable.



Si bien los tapones de alta fidelidad cuestan más que los genéricos y, comúnmente, no proporcionan tanta atenuación general, su ventaja en la calidad del sonido los hace más compatibles con el disfrute de la música amplificada.

Una menor atenuación general no es necesariamente un atributo negativo, ya que la mayoría de los usuarios querrán escuchar la música con claridad y conservando cierta sensación de volumen. En principio, incluso una reducción de 6 dB en todas las frecuencias multiplica por 4 el tiempo durante el cual es segura la exposición a un nivel de presión sonora dado. Un tapón que proporcione una atenuación constante pero moderada también facilitará que los usuarios conversen sin necesidad de quitarse temporalmente los protectores auditivos.

Es importante señalar que, en la práctica, no todos los tapones que se comercializan como aptos para la música y que ofrecen una atenuación plana en todas las frecuencias cumplen esa condición (62). La herramienta “What Plug?” (“¿Qué tapón usar?”) de HEARsmart* ofrece información útil y reseñas de tapones para los oídos de alta fidelidad para escuchar música.‡

* “What Plug?” Recurso disponible en: https://hearsmart.org/earplugs/what_plug/.
‡ Actualmente, la disponibilidad está limitada al mercado australiano únicamente.

Debe haber protectores auditivos adecuados para niños en locales y eventos dirigidos a niños o donde sea probable que los niños formen parte del público.

C4.1.5 Los tapones para los oídos son efectivos para atenuar los sonidos solo si se usan correctamente; la atenuación lograda por la mayoría de los usuarios no capacitados cae por debajo del rendimiento declarado por el fabricante (54, 63). Por lo tanto, es importante que, con los tapones para los oídos de todo tipo, se proporcionen instrucciones de uso claras, por escrito o en video.

C4.1.6 Si bien todos quienes que visitan locales o asisten a eventos donde se toca música amplificada deben considerar el uso de protección auditiva, esta es especialmente importante para las siguientes personas (54):

- personas que asisten regularmente a locales o eventos;
- personas que están empleadas en un lugar de trabajo ruidoso;
- personas que están expuestas a otras fuentes de sonido con altos niveles de presión sonora (ya sean personales o ambientales); por ejemplo, quienes escuchan música a través de dispositivos de audio personales;
- personas que ya tienen problemas auditivos, como pérdida de audición o *tinnitus*, para evitar que empeore su condición; y
- niños que visitan eventos o locales.

Nota: Debe haber protectores auditivos adecuados para niños en locales y eventos dirigidos a niños o donde sea probable que los niños formen parte del público.

C4.2 Requisitos de rendimiento

C4.2.1 Los tapones para los oídos que se usan en locales y eventos musicales deben proporcionar de manera confiable un nivel considerable de protección contra lesiones auditivas, pero al mismo tiempo deben permitir que los espectadores continúen escuchando y disfrutando la música y conversando cómodamente. En la práctica, esto significa que los tapones para los oídos deben proporcionar suficiente atenuación del sonido, pero no demasiada.

C4.2.2 Para que los tapones para los oídos brinden un nivel mínimo razonable de protección, la atenuación en oído real medida en laboratorio debe alcanzar 12 dB⁷ para al menos el 84% de los sujetos sin experiencia que se colocan los protectores ellos mismos (el “valor de protección asumida”).

Basado en el espectro promedio a largo plazo de sonido en vivo (véase el [anexo 3](#)), un tapón para el oído que cumpla con estos requisitos generalmente asegura que un nivel de presión sonora sin protección de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ se reduzca a 88 dB $L_{Aeq, 15min}$ o menos cuando se usa adecuadamente. El uso de estos tapones combinado con el límite del nivel de presión sonora (1.a característica) debería ser suficiente para proteger la audición de una persona que asiste a locales o eventos durante un promedio de hasta seis horas a la semana (consúltese el [anexo 2](#)). Esto es equivalente a la protección que normalmente se otorga a los trabajadores de acuerdo con las normas sobre ruido ocupacional (27, 54). Sin embargo, es importante reconocer que tal protección no tiene en cuenta la exposición al sonido de otras fuentes en ámbitos distintos al entorno en cuestión.

Nota: El valor de protección asumida basado en un rendimiento de protección del 84% se puede estimar con respecto a cada banda de octava como la atenuación media en un panel de 16 o más sujetos menos una desviación estándar (64).

C4.2.3 Es importante tener en cuenta que, aunque los tapones se comercializan a menudo con un determinado “índice de dB”, estas afirmaciones suelen basarse en pruebas realizadas en condiciones favorables (por ejemplo, cuando un experimentador ajusta los tapones a los oídos de cada sujeto y realiza un ajuste óptimo). Es poco probable que un usuario medio consiga el nivel de atenuación declarado en el uso real. Por esta razón, los criterios mínimos de rendimiento de esta norma se especifican en referencia al valor de protección asumida, es decir, la atenuación que se espera que logren al menos el 84% de los usuarios sin experiencia al colocarse los tapones para los oídos por sí mismos (64).

Los tapones para los oídos que se usan en locales y eventos musicales deben proporcionar de manera confiable un nivel considerable de protección contra lesiones auditivas, pero al mismo tiempo deben permitir que los espectadores continúen escuchando y disfrutando la música y conversando cómodamente.

⁷ Atenuación en oído real de 12 dB en cada una de las bandas de octava de 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz y 4 kHz.

C4.2.4 Los tapones también deben cumplir con todos los demás requisitos mínimos de fabricación, diseño, rendimiento, marcado e información del usuario, como se especifique en una norma nacional o internacional aplicable (por ejemplo, normas establecidas en Australia, Europa y Nueva Zelanda) (65–67).

C4.3 Suministro en locales y eventos

C4.3.1 Los espectadores deben tener acceso a protectores auditivos adecuados en locales y eventos previa solicitud, ya sea de forma gratuita o a un precio asequible.

C4.3.2 Sin imponer una carga económica indebida a los espectadores, se debe fomentar la adopción de tapones auditivos reutilizables de alta fidelidad en lugar de tapones auditivos básicos de un solo uso, como una opción más sostenible desde el punto de vista ambiental. Dichos tapones para los oídos también ofrecen una experiencia auditiva de mayor calidad, lo que hace más probable que los espectadores acepten y usen la protección auditiva de manera sistemática.

C4.3.3 Los tapones para los oídos deben estar a disposición de los espectadores en un sitio (o en sitios) accesible(s) durante todo el evento. Si bien se les pueden entregar a los espectadores al ingresar al local o evento, también debe haber una opción para aquellos espectadores que deseen adquirirlos una vez que el evento haya comenzado.

C4.3.4 Siempre que sea posible, y para tener en cuenta los diferentes tipos de oídos, se deben poner a disposición de los espectadores distintos tamaños de tapones para los oídos en el local o evento. Esto es especialmente importante en eventos dirigidos a niños o a los que se espera que asistan niños.

C4.3.5 Además de las instrucciones impresas proporcionadas en el envase del fabricante, se debe dirigir a los espectadores a una fuente confiable de información en línea donde puedan encontrar instrucciones en video sobre el uso correcto de los tapones para los oídos. Para ello podría usarse, por ejemplo, un código QR en el empaque o en la señalización del sitio donde se proporcionan los tapones para los oídos.

5



5.ª característica: **Zonas tranquilas**

Una “zona tranquila” designada permitirá que los espectadores descansen los oídos de los altos niveles de presión sonora.



5.ª característica: Zonas tranquilas

Una “zona tranquila” designada permitirá que los espectadores descansen los oídos de los altos niveles de presión sonora.

- 1) La 5.ª característica consiste en disponer de un lugar para que los espectadores descansen los oídos de los altos niveles de presión sonora.
- 2) Se proporciona orientación sobre las condiciones acústicas adecuadas y los niveles de sonido ambiente en zonas tranquilas.
- 3) Se sugieren formas alternativas de ofrecer períodos de descanso de los altos niveles de presión sonora cuando los locales no pueden tener una zona tranquila.

C5.1 Aspectos clave

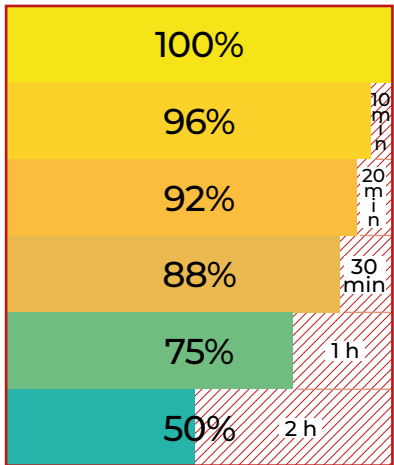
C5.1.1 Una zona tranquila es un área designada en un local o evento al que los espectadores pueden ir para que sus oídos descansen de la exposición a los altos niveles de presión sonora. Esto podría ayudar a reducir el riesgo de pérdida de audición inducida por el sonido de varias maneras (consúltese el **recuadro 6**) (70). Los jóvenes que asisten a eventos con música amplificada han mostrado interés y voluntad de aprovechar las zonas tranquilas para ayudar a proteger su audición (68).

C5.1.2 La(s) zona(s) tranquila(s) que se ofrezca(n) en un local o evento debe(n) dar cabida de manera colectiva y segura a una proporción razonable del público (71). Se sugiere un objetivo de al menos el 10 por ciento de la capacidad total del público, aunque se reconoce que la viabilidad de este objetivo depende del tamaño, la estructura y el diseño del local.

C5.1.3 Las zonas tranquilas deben estar claramente señalizadas y accesibles para los espectadores durante todo el evento. En las instalaciones permanentes, las áreas exteriores solo deben designarse como zona tranquila si son adecuadas para utilizarse en condiciones meteorológicas adversas y se pueden usar durante todo el evento sin contravenir las restricciones de planificación locales o las normas sobre ruido ambiental (46, 71).

Recuadro 6:
Beneficios de permitir que los oídos descansen de los altos niveles de presión sonora

Dosis de sonido relativa durante 4 horas



 = tiempo de permanencia en la zona tranquila (<80 dB L_{Aeq})

Hay pocos estudios y pruebas que indiquen la eficacia de las zonas tranquilas para reducir el riesgo de pérdida de audición. Sin embargo, existen pruebas claras de que, cuanto menos tiempo pasa una persona expuesta a altos niveles de presión sonora, menor es su riesgo de lesión auditiva (10, 23).

La figura de la izquierda muestra que, cuando una persona pasa la mayor parte de su tiempo en una zona tranquila, la dosis de sonido relativa (una medida de la exposición al sonido acumulada) recibida se reduce en consecuencia durante el transcurso del evento. Esto, a su vez, puede reducir el riesgo de lesión auditiva (10, 23, 27).

Si bien es necesario que una persona pase un tiempo considerable (por ejemplo, de 30 a 60 minutos en el transcurso de un evento de 4 horas) en una zona tranquila para reducir sustancialmente su exposición general, existen otras razones por las que puede ser beneficioso dar un descanso a los oídos:

- Existe cierta evidencia de que, al permitir la recuperación parcial de las delicadas estructuras del oído, los períodos regulares de descanso durante la exposición continua al sonido tienen un efecto protector superior al esperado, basado únicamente en una modesta reducción de la dosis de sonido acumulada (69, 70).
- A menudo, solo después de entrar en un entorno tranquilo se perciben los efectos de la sobreexposición a niveles de presión sonora altos (p. ej., zumbidos en los oídos, sonidos que parecen apagados, dificultad para conversar). En este punto, es más probable que las personas adopten comportamientos de autoprotección, como el uso de protectores auditivos personales.

C5.1.4 Los espectadores no deben estar más expuestos a otros peligros para la salud (por ejemplo, el humo de cigarrillo) mientras hacen uso de una zona tranquila.

C5.2 Condiciones acústicas en las zonas tranquilas

C5.2.1 Para que una zona silenciosa sea efectiva, la presión sonora debe mantenerse deliberadamente a niveles que presenten un riesgo mínimo de causar o exacerbar toda pérdida de audición inducida por el sonido y que permitan algún grado de recuperación de las delicadas estructuras fisiológicas del oído interno después de la exposición. Los espectadores también deberían poder conversar sin necesidad de alzar la voz.

C5.2.2 Para lograrlo, el nivel de presión sonora ambiente dentro de una zona tranquila debe mantenerse tan por debajo de 70 dB $L_{Aeq, 15min}$ (23) como sea razonablemente posible.

El nivel de presión sonora ambiente puede estar determinado por fuentes como el ruido de la ventilación mecánica, la entrada de ruido del tráfico desde el exterior del edificio, la música ambiente de bajo volumen o la fuga de sonido hacia la zona tranquila desde los espacios contiguos en los que se toca o se interpreta música a un volumen alto (46).

Se excluyen los sonidos generados por los ocupantes de la zona tranquila ya que, en la práctica, el nivel de estos sonidos sería extremadamente difícil de controlar. Asegurarse de que el nivel de presión sonora ambiente en la zona tranquila sea, como máximo, moderado, crea condiciones en las que los niveles de presión sonora generales permanecen naturalmente por debajo de 70 dB $L_{Aeq, 15min}$ la mayor parte del tiempo, incluso cuando se tiene en cuenta la actividad de los ocupantes.

C5.2.3 Las zonas tranquilas interiores deben tener una cantidad razonable de absorbentes de sonido (por ejemplo, alfombras, cortinas, paños, muebles o paneles especiales para la absorción de sonido) a fin de controlar la acumulación de sonido reverberante. Un mínimo sugerido es el 20% de la superficie total de las paredes y el techo de la zona tranquila. Los materiales absorbentes deben distribuirse por toda la habitación, para evitar que los niveles de presión sonora suban en espiral cuando el recinto está ocupado.

C5.2.4 Las particiones internas que separan una zona tranquila de un espacio adyacente en el que se toca o reproduce música a niveles altos deben ser de una construcción adecuada para evitar la fuga excesiva de sonido hacia la zona silenciosa. En general, es probable que se requiera una pared de mampostería sólida o una partición de doble pared con suficiente masa.

C5.2.5 Cuando una zona tranquila colinde directamente con un espacio en el que se toca o reproduce música a niveles altos, los espacios deben estar separados por dos puertas bien selladas en cada extremo de un vestíbulo revestido con material que absorba el sonido, a fin de reducir la transmisión del sonido del aire a la zona tranquila cuando la gente entra y sale.

C5.3 Formas alternativas de ofrecer un descanso de los altos niveles de presión sonora

C5.3.1 En algunos locales, puede ser imposible proporcionar una zona tranquila de tamaño adecuado debido a limitaciones de espacio, arquitectónicas, de seguridad contra incendios o de acceso (46).

En tales casos, sigue siendo beneficioso ofrecer a los espectadores períodos de descanso de los altos niveles de presión sonora. Tales medidas podrían incluir, entre otras:

- i) bajar temporalmente el nivel de toda música pregrabada que se reproduzca a través del sistema de sonorización por debajo de 70 dB $L_{Aeq, 15min}$ a intervalos periódicos (por ejemplo, durante el cambio entre actos), y
- ii) asegurar que los niveles de presión sonora se mantengan entre bajos y moderados en zonas auxiliares, como las áreas de bares, pasillos, vestíbulos y baños.

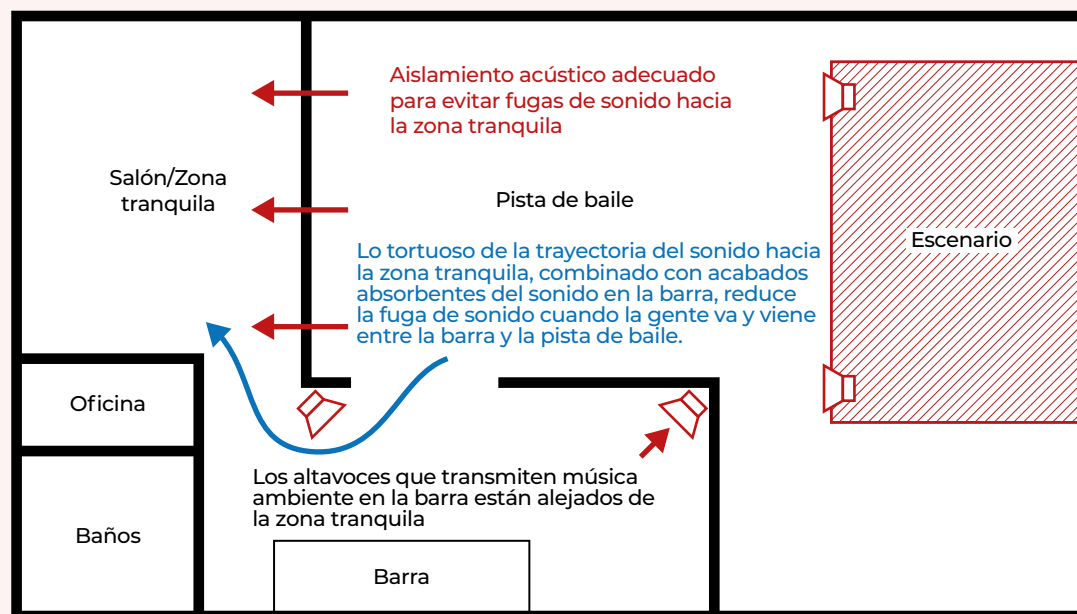
C5.3.2 Estas medidas alternativas hacen poco para reducir la exposición acumulativa al sonido para los asistentes mientras se encuentran en el local o evento. No obstante, son importantes porque les brindan la oportunidad de reconocer en sí mismos los signos de fatiga auditiva y considerar la adopción de comportamientos de autoprotección, como el uso de equipos de protección auditiva personal.

Recuadro 7.**Zonas tranquilas en locales de música de Suiza:
un estudio de caso**

De acuerdo con la ordenanza suiza de la Ley Federal de Protección contra los Riesgos asociados a Radiaciones No Ionizantes y con Sonido (O-NIRSA) (71, 72), se deben proporcionar zonas tranquilas (zonas de descanso) cuando un evento tiene un nivel de presión sonora de hasta 100 dB(A) por hora y una duración de más de 3 horas. La zona tranquila debe cumplir con los siguientes requisitos:

- el nivel de presión sonora promedio no debe superar los 85 dB $L_{Aeq, 1hr}$;
- la zona debe representar al menos el 10 por ciento del área total ofrecida para el público en el evento;
- la zona debe estar claramente delimitada y ser de fácil acceso para los espectadores durante todo el evento;
- más del 50% de la zona tranquila debe ser libre de humo.

Ejemplo de un plano de local que incluye una zona tranquila de acuerdo con las normas suizas:



*Imagen cortesía de Raphael Elmiger,
de la Oficina Federal de Salud Pública de Suiza.*

Recuadro 7.**Zonas tranquilas en locales de música de Suiza:
un estudio de caso (continuación)**

La experiencia en Suiza muestra que los clientes suelen hacer uso de las zonas tranquilas para distintos propósitos más allá de descansar los oídos, como los siguientes:

- conversar con amigos si los niveles de presión sonora son demasiado altos para hacerlo cómodamente en la sala principal del local;
- comer o beber;
- descansar durante fiestas largas;
- fumar (si está permitido).

En entrevistas con propietarios de locales y representantes de la industria en Suiza se han identificado consideraciones importantes al planificar una zona tranquila:

- Un nivel de presión sonora ambiente adecuadamente bajo en la zona tranquila puede ser difícil de lograr si se filtra demasiado sonido de la sala principal. Por lo tanto:
 - Realice un aislamiento acústico adecuado entre la sala principal y la zona tranquila.
 - Asegúrese de que los altavoces (especialmente los controladores de alta frecuencia) no estén dirigidos hacia la zona tranquila.
- Es posible que los clientes no deseen hacer uso de una zona tranquila inadecuada:
 - Diseñe la zona tranquila para que sea un espacio cómodo y atractivo.
 - Trate de evitar el uso de salas de fumadores, pasillos u otras habitaciones sin infraestructura como zonas tranquilas.
- Encontrar el espacio adecuado para una zona tranquila es un desafío para los locales más pequeños con espacio limitado.
- Algunos clientes prefieren tomar un descanso al aire libre, así que trate de facilitárselos cuando sea posible:
 - Evite las políticas de entrada unidireccional que impiden que los clientes vuelvan a entrar después de salir del local.
 - Los descansos al aire libre deben equilibrarse con el riesgo de perturbación por ruido a las propiedades vecinas.

6

6.ª característica: Capacitación e información adecuadas

Se necesita y se debe proporcionar capacitación e información adecuadas sobre cómo escuchar sin riesgos.



6.^a característica: Capacitación e información adecuadas

Se necesita y se debe proporcionar capacitación e información adecuadas sobre cómo escuchar sin riesgos.

- 1)) El objetivo de la 6.^a característica es concientizar al personal y al público sobre las medidas prácticas que se pueden adoptar para hacer que escuchar sea más seguro y sobre la importancia de adoptarla.
- 1)) Todo el personal que ocupa cargos gerenciales o técnicos o interactúa con los clientes debe tener un conocimiento básico de las medidas de escucha sin riesgos que se aplican en el local o evento.
- 1)) Las personas que tienen la responsabilidad de monitorear y controlar el nivel de presión sonora requieren una capacitación más profunda.
- 1)) Los espectadores deben recibir información sobre la escucha sin riesgos en los billetes de entrada y los avisos del local o evento.
- 1)) Si una autoridad competente ha certificado que un local o evento aplica adecuadamente las características descritas en esta Norma, dicho local o evento puede identificarse como un “local de escucha sin riesgos” o un “evento de escucha sin riesgos”.

C6.1 Aspectos clave

C6.1.1 Para lograr el objetivo general de esta Norma (crear un entorno en el que las personas puedan disfrutar de música amplificada protegiéndose los oídos), es fundamental crear conciencia en el público y las personas que trabajan en las industrias de la música y el entretenimiento sobre el riesgo de lesiones auditivas permanentes debido a la exposición a altos niveles de sonido y sobre las prácticas de escucha que pueden ayudar a reducir ese riesgo (73–76).

C6.1.2 Debe reconocerse que muchas personas que asisten a locales y eventos o trabajan en ellos lo hacen porque disfrutan de los sentimientos y sensaciones que se derivan de escuchar música a niveles altos. Los mensajes de comunicación de salud efectivos sobre la escucha sin riesgos deben reflejar esta realidad (76–78).

C6.2 Capacitación

C6.2.1 Todo el personal del local o evento empleado en funciones administrativas, técnicas y de interacción con los clientes debe recibir capacitación básica que abarque (79):

- i) el riesgo de sufrir lesiones auditivas permanentes debido a la exposición a altos niveles de presión sonora, y
- ii) las medidas de escucha sin riesgos que se aplican en el local o evento.

C6.2.2 Las personas responsables de monitorear y controlar el nivel de presión sonora (el “agente responsable”, según C1.4) deben recibir una capacitación más avanzada que, además de lo anterior, abarque:

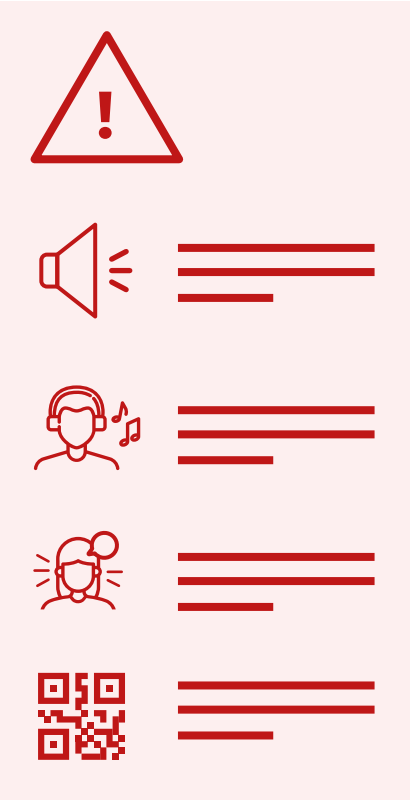
- i) el funcionamiento del sistema de medición del nivel de presión sonora (incluidos, cuando proceda, los procedimientos de mantenimiento y calibración);
- ii) cómo interpretar el nivel de presión sonora medido $L_{Aeq, 15min}$;
- iii) el límite del nivel de presión sonora (o el límite efectivo del nivel de presión sonora; véase C1.1) que se debe cumplir; y
- iv) cómo controlar el nivel de salida (volumen) del sistema de sonorización.

C6.2.3 La capacitación debe actualizarse a intervalos regulares y cada vez que se incorporen nuevos miembros al personal, para mantener actualizados las habilidades y los conocimientos.

C6.2.4 Se han presentado propuestas preliminares para un programa mundial de capacitación y certificación para ingenieros de sonido en vivo (79). Tal programa podría contribuir de manera importante al desarrollo de los conocimientos y habilidades de los ingenieros de sonido en vivo y, en particular, ayudarles a afrontar algunos de los desafíos únicos de control de la exposición del público al sonido en entornos de música en vivo. Por ejemplo, se podría negociar con los artistas para que reduzcan los niveles de presión sonora en el escenario y lograr una mezcla de alta calidad cumpliendo con el límite del nivel de presión sonora (80).

C6.3 Información para el público

C6.3.1 Cuando se prevean niveles de presión sonora elevados en un local o evento, las entradas electrónicas e impresas podrían incluir una advertencia sobre el riesgo de lesiones auditivas permanentes, junto con un enlace o código QR que dirija a los espectadores a una fuente de información fiable sobre la escucha sin riesgos (por ejemplo, las preguntas frecuentes de la OMS sobre [Escuchar sin riesgos](#)).



C6.3.2 Deben colocarse avisos en un sitio destacado a la entrada de los locales y eventos y en lugares visibles dentro de ellos (por ejemplo, en las barras o en las puertas interiores) para informar al público sobre las medidas de seguridad que se aplican. Estos avisos deben indicar, como mínimo:

- i) que se está monitoreando el nivel de presión sonora;
- ii) dónde se puede obtener protectores auditivos;
- iii) la ubicación de la(s) zona(s) tranquila(s), y
- iv) un enlace o código QR que dirija a los espectadores a una fuente de información fiable sobre la escucha sin riesgos (por ejemplo, la página web de la OMS sobre la iniciativa [Escuchar sin riesgos](#)).

C6.4 Identificación como “local de escucha sin riesgos” o “evento de escucha sin riesgos”

C6.4.1 Cuando una autoridad competente haya certificado que un local o evento implementa adecuadamente las características descritas en esta Norma, podrá identificarse como un “local de escucha sin riesgos” o “evento de escucha sin riesgos”. Estas descripciones (u otras similares) podrían incluirse en los avisos, las entradas y los listados de eventos y otros materiales de marketing, tanto en línea como impresos.

C6.4.2 Si un local o evento identificado como “de escucha sin riesgos” incumple los requisitos de esta Norma, por ejemplo en relación con el monitoreo de los niveles de presión sonora, entonces deja de ser un “local de escucha sin riesgos” o un “evento de escucha sin riesgos” y debe dejar de utilizar inmediatamente cualquiera de esas descripciones en sus materiales en línea e impresos.

C6.4.3 Los gobiernos pueden considerar la posibilidad de introducir un mecanismo para certificar el estado de los locales y eventos a fin de evitar el uso no autorizado de las etiquetas “local de escucha sin riesgos” o “evento de escucha sin riesgos” y permitir que los espectadores consulten el estado de la certificación de un local o evento.



Adopción e implementación
de la *Norma mundial de la
OMS para la escucha sin
riesgos en locales y eventos
musicales*

Adopción e implementación de la *Norma mundial de la OMS para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales*

Esta Norma está diseñada para ayudar a los países, a los propietarios y a los administradores de locales y eventos de entretenimiento, así como a la sociedad civil, a enfocar la prevención de la pérdida de audición de forma estratégica, sencilla y basada en la evidencia.



Adopción e implementación por los gobiernos

La implementación de esta Norma puede promoverse de las siguientes maneras:

Legislación o regulación: Los departamentos pertinentes del gobierno deberían crear leyes, reglamentos o políticas apropiadas que se refieran a la mitigación de la exposición al sonido en locales o eventos donde se pasa música amplificada. Dicha normativa debe basarse en la Norma mundial de la OMS y elaborarse mediante la colaboración de las partes interesadas, entre ellas:

- diferentes departamentos gubernamentales, como los de sanidad, educación, medio ambiente, juventud y cultura;
- expertos en acústica y diseño de sistemas de sonorización;
- grupos de la sociedad civil, incluidas asociaciones de personas con dificultades auditivas, ONG y sociedades profesionales;
- organizaciones de jóvenes;
- asociaciones de propietarios de locales;
- organizadores de grandes eventos;
- organizaciones de protección al consumidor, y
- otras partes interesadas en el contexto del país.

Se prevé que las diversas partes interesadas tengan intereses y opiniones variados y, a veces, contradictorios. Se debe nombrar a un presidente capacitado para que coordine los debates. El objetivo sería llevar a todos los grupos al acuerdo de reducir la exposición a los sonidos fuertes, lo que podría facilitar en gran medida la adopción, el cumplimiento y la aceptación de las medidas propuestas en esta Norma.

Apoyo a los propietarios de locales y a los organizadores de eventos:

el papel de los organismos gubernamentales o reguladores debe ir más allá de la elaboración y aplicación de la normativa. Dichos organismos deben asociarse con los propietarios de los locales para garantizar una escucha sin riesgos para el público, apoyándoles en este esfuerzo. En el proceso, deben prestar especial atención a lo siguiente:

- Los locales más pequeños del centro de la ciudad pueden tener limitaciones de espacio y recursos y, por lo tanto, tal vez les resulte difícil aplicar todas las características descritas en esta Norma. Deben hacerse ajustes razonables en las políticas para dichos locales, manteniendo los límites del nivel sonoro exigidos. A lo largo de este documento se han analizado estrategias de implementación específicas para esos locales.
- Se debe evitar que los propietarios de locales se enfrenten a dificultades financieras indebidas o que su modelo de negocios se vea amenazado por aplicar la Norma. Siempre que sea viable, debe considerarse la posibilidad de prestar apoyo financiero a estas empresas. Un ejemplo de ello es Noruega, donde el Gobierno ha puesto en marcha un programa sin fines de lucro para ayudar a mejorar el acondicionamiento acústico y los sistemas de sonorización de locales nuevos y ya existentes (véase el estudio de caso del **recuadro 8**).

Certificación de locales de escucha sin riesgos: como se menciona en el punto 6.4, los gobiernos deberían considerar la posibilidad de establecer un mecanismo para certificar que ciertos locales o eventos son de “escucha sin riesgos”. El debido proceso de certificación y el monitoreo periódico son esenciales para que esa etiqueta no se utilice indebidamente.

Campañas de sensibilización pública: junto con la legislación y otras políticas para aplicar la Norma, los gobiernos deben lanzar campañas de sensibilización pública dentro de sus países para crear conciencia sobre lo siguiente:

- los riesgos que suponen los niveles de presión sonora elevados, especialmente los que se experimentan en entornos recreativos; y
- prácticas de escucha sin riesgos que pueden reducir el riesgo de pérdida de audición entre los oyentes.



Adopción voluntaria de la Norma por propietarios y administradores de locales y eventos

Los propietarios y administradores de locales de entretenimiento, salas de conciertos, discotecas, bares, gimnasios u otros locales en los que se reproduzca música amplificada, así como los organizadores de festivales de música u otros eventos afines, pueden aplicar voluntariamente todas o algunas de las características descritas en esta Norma, en función de lo que sea factible. Los ingenieros de sonido, los técnicos y otras personas implicadas en la gestión del sonido en locales y eventos también deberían familiarizarse con las características aquí expuestas y aplicarlas como parte de las buenas prácticas.

Invertir en la salud auditiva del público y los clientes tiene mucho sentido desde el punto de vista empresarial para una industria que depende de la capacidad auditiva de sus clientes. Además, según algunas investigaciones, muchas personas abandonan los locales o eventos insatisfechas por haber experimentado niveles de sonido que consideran demasiado altos (68, 74). La reducción de los niveles de presión sonora, junto con la mejora del acondicionamiento acústico de los locales y el diseño de los sistemas de sonorización, puede animar a los espectadores a pasar más tiempo en estos locales y eventos, sabiendo que podrán disfrutar de un sonido de alta calidad sin molestias ni riesgos para su audición.



Escuelas de música y otras instituciones con programas de educación o formación en ingeniería acústica, ingeniería de sonido y gestión del nivel de presión sonora, así como asociaciones de la industria

En el plan de estudios de todos los cursos que educan o forman a las personas que participan en la creación, producción o interpretación de música amplificada debe incluirse contenido sobre los fundamentos de la escucha sin riesgos y las características de esta Norma. Los directores y profesores de estas instituciones deberían asegurarse de que se incluya un módulo sobre la escucha sin riesgos en el plan de estudios. El módulo debería enfocarse en lo siguiente:

- la importancia de la salud auditiva;
- el efecto del sonido sobre el sistema auditivo y el cuerpo humano;
- la prevención de la pérdida de audición inducida por el sonido;
- los principios de la escucha sin riesgos, y
- las características descritas en la *Norma mundial de la OMS para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales*.

Además, las asociaciones de la industria que representan a los músicos, ingenieros de audio y otros deberían abogar en nombre de sus asociados por la aplicación de las características descritas en esta Norma, ya que la minimización de los riesgos auditivos redundaría en el interés de los grupos que representan.

Recuadro 8.

Apoyo a locales para que realicen mejoras: un estudio de caso de Noruega

Kulturrom es una organización sin fines de lucro que apoya a locales privados y espacios de ensayo en Noruega para que realicen mejoras en sus instalaciones y equipos con el fin de lograr condiciones de escucha con menos riesgos. Cada año, la organización recibe fondos del Departamento de Cultura e Igualdad de Noruega, a través de la lotería nacional noruega.

Los locales nuevos y en proceso de renovación pueden solicitar apoyo financiero para los siguientes aspectos:

- Evaluación acústica
 - Evaluación del local por parte de un ingeniero acústico profesional. El local debe presentar un informe de evaluación para poder solicitar la financiación.
- Tratamiento acústico
 - Mejoras en el acondicionamiento acústico del local, sobre la base de las recomendaciones del informe acústico independiente.
- Compra de equipos
 - Compra o actualización de equipos como sistemas de sonorización, mesas de mezclas, equipos de iluminación, equipos de *backline* de uso compartido (baterías, amplificadores).
- Mantenimiento
 - Evaluación de los equipos existentes por parte de un profesional, así como reparaciones y mejoras para garantizar un funcionamiento adecuado.

Generalmente se otorga apoyo financiero para cubrir el 75% del costo total, y el local contribuye con el 25% restante. Kulturrom adjudica anualmente alrededor de 4 millones de euros, y desde que comenzó en 2009 ha invertido cerca de 35 millones de euros para mejorar salas de conciertos, teatros, salas polivalentes y espacios de ensayo. Además, cada año reciben financiación cerca de 200 iniciativas, desde pequeños coros hasta grandes salas de conciertos.

Durante varios años, Kulturrom ha financiado la realización de mejoras que han ayudado a lograr condiciones de escucha con menos riesgos para los espectadores en muchos locales, mejorando la acústica y/o el sistema de sonorización.

Kulturrom también ha proporcionado fondos para instalar sistemas de medición del nivel de presión sonora en más de 100 locales de Noruega. Estos aparatos no solo posibilitan el monitoreo de los niveles de sonido en locales individuales, sino que también han proporcionado datos de investigación invaluable que sirven de base para las pautas y regulaciones relacionadas con la escucha sin riesgos (35).[‡]

[‡] Støfringsdal B. Expected sound levels at concert venues for amplified music. Auditorium Acoustics. Hamburgo, Alemania 2018.

Referencias

1. Meyer-bisch C. Epidemiological evaluation of hearing damage related to strongly amplified music (personal cassette players, discotheques, rock concerts) – high-definition audiometric survey on 1364 subjects. *Audiology*. 1996; 35(3):121–142.
2. Biassoni EC, Serra MR, Richtert U, Joeques S, Yacci MR, Carignani JA et al. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part II: development of hearing disorders. *Int J Audiol*. 2005; 44(2):74–85.
3. Serra MR, Biassoni EC, Richter U, Minoldo G, Franco G, Abraham S et al. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: an interdisciplinary long-term study. *Int J Audiol*. 2005; 44(2):65–73.
4. Biassoni EC, Serra MR, Hinalaf M, Abraham M, Pavlik M, Villalobo JP et al. Hearing and loud music exposure in a group of adolescents at the ages of 14–15 and retested at 17–18. *Noise Health*. 2014; 16(72):331–341.
5. Ivory R, Kane R, Diaz RC. Noise-induced hearing loss: a recreational noise perspective. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014; 22(5):394–398.
6. Serra MR, Biassoni EC, Hinalaf M, Abraham M, Pavlik M, Villalobo JP et al. Hearing and loud music exposure in 14–15 years old adolescents. *Noise Health*. 2014; 16(72):320–330.
7. Keppler H, Dhooge I, Vinck B. Hearing in young adults. Part II: The effects of recreational noise exposure. *Noise Health*. 2015; 17(78):245–252.
8. Gjestland T, Tronstad TV. The efficacy of sound regulations on the listening levels of pop concerts. *J Occup Environ Hyg*. 2017; 14(1):17–22.
9. Pienkowski M. Loud music and leisure noise is a common cause of chronic hearing loss, tinnitus and hyperacusis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(8):4236.
10. Hearing loss due to recreational exposure to loud sounds: a review. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2015.
11. Kujawa SG, Liberman MC. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after “temporary” noise-induced hearing loss. *J Neurosci*. 2009; 29(45):14077–14085.

12. Informe mundial sobre la audición. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2021 (<https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing>, consultado el 20 de febrero de 2021).
13. Schink T, Kreutz G, Busch V, Pigeot I, Ahrens W. Incidence and relative risk of hearing disorders in professional musicians. *Occup Environ Med*. 2014; 71(7):472–476.
14. Bohne BA, Kimlinger M, Harding GW. Time course of organ of Corti degeneration after noise exposure. *Hear Res*. 2017; 344:158–169.
15. Fernandez KA, Jeffers PW, Lall K, Liberman MC, Kujawa SG. Aging after noise exposure: acceleration of cochlear synaptopathy in “recovered” ears. *J Neurosci*. 2015; 35(19):7509–7520.
16. LePage EL, Murray NM. Latent cochlear damage in personal stereo users: a study based on click-evoked otoacoustic emissions. *Med J Aust*. 1998; 169(11–12):588–592.
17. Liberman MC, Kujawa SG. Cochlear synaptopathy in acquired sensorineural hearing loss: manifestations and mechanisms. *Hear Res*. 2017; 349:138–147.
18. Kobel M, Le Prell CG, Liu J, Hawks JW, Bao J. Noise-induced cochlear synaptopathy: past findings and future studies. *Hear Res*. 2017; 349:148–154.
19. Fernandez KA, Guo D, Micucci S, De Gruttola V, Liberman MC, Kujawa SG. Noise-induced cochlear synaptopathy with and without sensory cell loss. *Neuroscience*. 2020; 427:43–57.
20. Schaette R, McAlpine D. Tinnitus with a normal audiogram: physiological evidence for hidden hearing loss and computational model. *J Neurosci*. 2011; 31(38):13452–13457.
21. Zheng Y, Guan J. Cochlear synaptopathy: a review of hidden hearing loss. *J Otorhinolaryngol Disord Treat*. 2018; 1(1).
22. Liberman MC, Epstein MJ, Cleveland SS, Wang H, Maison SF. Toward a differential diagnosis of hidden hearing loss in humans. *PLoS One*. 2016; 11(9):e0162726.
23. Environmental noise guidelines for the European Region. Organización Mundial de la Salud; 2018 (<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>, consultado el 27 de noviembre de 2021).
24. Norma mundial de la OMS y la UIT sobre dispositivos y sistemas de audición sin riesgos. Organización Mundial de la Salud; 2019 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/330020>, consultado el 27 de noviembre de 2021).

25. Beach EF, Mulder J, O'Brien I, Cowan R. Overview of laws and regulations aimed at protecting the hearing of patrons within entertainment venues. *Eur J Public Health*. 2020; 31(1):227–233.
26. Beach EF, Cowan R, Mulder J, O'Brien I. Regulations to reduce risk of hearing damage in concert venues. *Bull World Health Organ*. 2020; 98(5):367–369.
27. Neitzel RL, Fligor BJ. Risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: review and recommendations. *J Acoust Soc Am*. 2019; 146(5):3911–3921.
28. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues. *Make Listening Safe*. Organización Mundial de la Salud; mayo de 2020.
29. Hill AJ, Burton J. A case study on the impact live event sound level regulations have on sound engineering practice. *Institute of Acoustics*; 2020.
30. Hill A, Mulder J, Burton J, Kok M, Lawrence M (In press). Sound level monitoring at live events. Part 2: regulations, practices, and preferences. *J. Audio Eng. Soc*.
31. Berglund B, Lindvall T, Schwela D, Goh KT. Guidelines for community noise. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2000 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>, consultado el 27 de noviembre de 2021).
32. Welch D, Fremaux G. Why do people like loud sound? A qualitative study. *Int J Environ Res Public Health*. 2017; 14(8):908.
33. Williams W, Beach EF, Gilliver M. Clubbing: the cumulative effect of noise exposure from attendance at dance clubs and night clubs on whole-of-life noise exposure. *Noise Health*. 2010; 12(48):155–158.
34. Roberts B, Neitzel RL. Noise exposure limit for children in recreational settings: review of available evidence. *J Acoust Soc Am*. 2019; 146(5):3922–3933.
35. Edvardsen MA. Analysis of measurements from Norwegian venues for amplified music. Master's thesis in Civil and Environmental Engineering. Norwegian University of Science and Technology; 2021.
36. Hill AJ, Kok M, Mulder J, Burton J, Kociper A, Berrios A. A case study on sound level monitoring and management at large-scale music festivals. Milton Keynes: Institute of Acoustics; 2019.
37. McGinnity S, Mulder J, Beach EF, Cowan R. Management of sound levels in live music venues. *J Audio Eng Soc*. 2019; 67(12):972–985.

38. Sandell J, Berntson A, Sjösten P, Blomgren G, Kähäri K. Acoustic intervention in a live music club. *Acta Acustica united with Acustica*. 2007; 93(5):843–849.
39. Music Venue Trust (2015). Understanding small music venues.
40. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; mayo de 2020.
41. Commission IE. IEC 61672-1:2013 Electroacoustics. Sound level meters – Part 1: Specifications; 2013.
42. Commission IE. IEC 61672-3:2013 Electroacoustics. Sound level meters – Periodic tests; 2013.
43. Celestina M, Hrovat J, Kardous CA. Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of compliance with international sound level meter standards. *Applied Acoustics*. 2018; 139:119–128.
44. Commission IE. IEC 60942:2017 Electroacoustics. Sound calibrators; 2017.
45. Measurement protocol for noise covenant in the Netherlands, 2019 (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/03/20/meetprotocol-convenant-geluid-nederland-2019>, consultado el 29 de noviembre de 2021).
46. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; setiembre de 2020.
47. Adelman-Larsen N, Thompson E. The importance of bass clarity in pop and rock venues. *J Acoust Soc Am*. 2008; 123:3090.
48. Rindel J. New Norwegian standard on the acoustics of rooms for music rehearsal and performance. 2014; 10.13140/2.1.4374.1440.
49. Fuchs HV, Zha X. Requirement for low-frequency reverberation in spaces for music: Part 1: smaller rooms for different uses. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*. 2015; 25(3):272–281.
50. Corteel E, Coste-Dombre H, Combet C, Horyn Y, Montignies F. On the efficiency of flown vs. ground-stacked subwoofer configurations. 145.^a Convención de la Audio Engineering Society, Nueva York, Estados Unidos. 2018.
51. Moore JB, Hill AJ. Dynamic diffuse signal processing for sound reinforcement and reproduction. *J Audio Eng Soc*. 2018; 66(11):953–965.

52. Hill A, Beale C, Begault D, Burton J, Corteel E, Frick C et al. Technical Document AESTD1007.1.20-05: Understanding and managing sound exposure and noise pollution at outdoor events. Nueva York: Audio Engineering Society; 2020.
53. McCarthy, B. Sound systems: design and optimization. Modern techniques and tools for sound system design and alignment. Taylor & Francis Group; Oxford, Reino Unido; 2016.
54. Portnuff C, Claycomb S. Hearing protection use in recreational music exposure: a review and analysis of the literature. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; mayo de 2020.
55. Choose the hearing protection that's right for you. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), USA (<https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/choose.html>, consultado el 27 de noviembre de 2021).
56. Ramakers GG, Kraaijenga VJ, Cattani G, van Zanten GA, Grolman W. Effectiveness of earplugs in preventing recreational noise-induced hearing loss: a randomized clinical trial. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2016; 142(6):551–558.
57. Kraaijenga VJ, Ramakers GG, Grolman W. The effect of earplugs in preventing hearing loss from recreational noise exposure: a systematic review. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2016; 142(4):389–394.
58. Methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors. American National Standard. ANSI/ASA S12.6-2016 (R2020); 2020.
59. Beach E, Williams W, Gilliver M. Hearing protection for clubbers is music to their ears. Health Promot J Austr. 2010; 21(3):215–221.
60. Bockstael A, Keppler H, Botteldooren D. Musician earplugs: appreciation and protection. Noise Health. 2015; 17(77):198–208.
61. Portnuff CD. Best practices for fitting, dispensing, and verifying hearing protection devices for musicians. AES International Conference on Music Induced Hearing Disorders, Audio Engineering Society; 2018.
62. Beach EF. What Plug? Choosing high-fidelity earplugs for music listening. National Hearing Conservation Association. Spectrum. 2018; 35(2):12–16.
63. Neitzel R, Somers S, Seixas N. Variability of real-world hearing protector attenuation measurements. Ann Occup Hyg. 2006; 50(7):679–691.

64. Acoustics – Hearing protectors – Part 2: Estimation of effective A-weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn. ISO 4869-2:2018 (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4869:-2:ed-2:vl:en>, consultado el 27 de noviembre de 2021).
65. Hearing protectors – General requirements – Part 2: Earplugs. CEN standard EN 352-2:2020 (<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/7dab262d-722e-4744-8464-d36eda670068/en-352-2-2020>, consultado el 27 de noviembre de 2021).
66. Methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors. ANSI/ASA S12.6-2016 (R2020) (<https://webstore.ansi.org/Standards/ASA/ANSIASAS122016R2020>, consultado el 27 de noviembre de 2021).
67. Acoustics – Hearing protectors. Standards Australia. Standards Catalogue: AS/NZS 1270-2002 (<https://www.standards.org.au/standards-catalogue/sa-snz/health/av-003/as-slash-nzs--1270-2002>, consultado el 27 de noviembre de 2021).
68. Diviani N, Chadha S, Arunda M O, Rubinelli, S. Attitudes towards Safe Listening Measures in Entertainment Venues: Results from an International Survey among Young Venue-Goers. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(23):12860.
69. Suter AH. Occupational hearing loss from non-gaussian noise. *Semin Hear*. 2017; 38(3):225–262.
70. Harding GW, Bohné BA. Noise-induced hair-cell loss and total exposure energy: analysis of a large data set. *J Acoust Soc Am*. 2004; 115(5 Pt 1):2207–2220.
71. Chadha S, Kamenov K. Regulation for control of sounds exposure in entertainment venues. Case studies from Belgium, France and Switzerland. *Make Listening Safe*. Laureyns M, Ollandini D, Fiori M, Horvilleur JL, Elmiger R (eds.). Organización Mundial de la Salud; diciembre de 2019.
72. Ordinance to the federal act on protection against the risks associated with non-ionising radiation and with sound. The Swiss Federal Council. 2019 (<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2019/183/en>, consultado el 27 de noviembre de 2021).
73. Gilliver M, Beach EF, Williams W. Noise with attitude: influences on young people's decisions to protect their hearing. *Int J Audiol*. 2013; 52 Suppl 1:S26–S32.

74. Alnuman N, Ghnimat T. Awareness of noise-induced hearing loss and use of hearing protection among young adults in Jordan. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(16):2961.
75. Gopal KV, Champlin S, Phillips B. Assessment of safe listening intentional behavior toward personal listening devices in young adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(17):3180.
76. Meinke DK, Martin WH. Review of background materials for development of health communications for promotion of safe listening. *Make Listening Safe*. Altieri E, Chadha S (eds.). Organización Mundial de la Salud; febrero de 2017.
77. Diviani N, Zanini C, Amann J, Chadha S, Cieza A, Rubinelli S. Awareness, attitudes, and beliefs about music-induced hearing loss: towards the development of a health communication strategy to promote safe listening. *Patient Educ Couns*. 2019; 102(8):1506–1512.
78. Rubinelli S, Diviani N, Zanini C. Development of health communication aspect in safe listening devices: narrative review for policy brief. *Make Listening Safe*. Organización Mundial de la Salud; febrero de 2018.
79. Mulder J, Hill A, Burton J, Kok M, Lawrence M, Shabalina E. Education and certification in sound pressure level measurement, monitoring and management at entertainment events. *Audio Engineering Society*. 2021.
80. Beach EF, Gilliver M. Time to listen: most regular patrons of music venues prefer lower volumes. *Front Psychol*. 2019; 10(607).

Anexo 1.

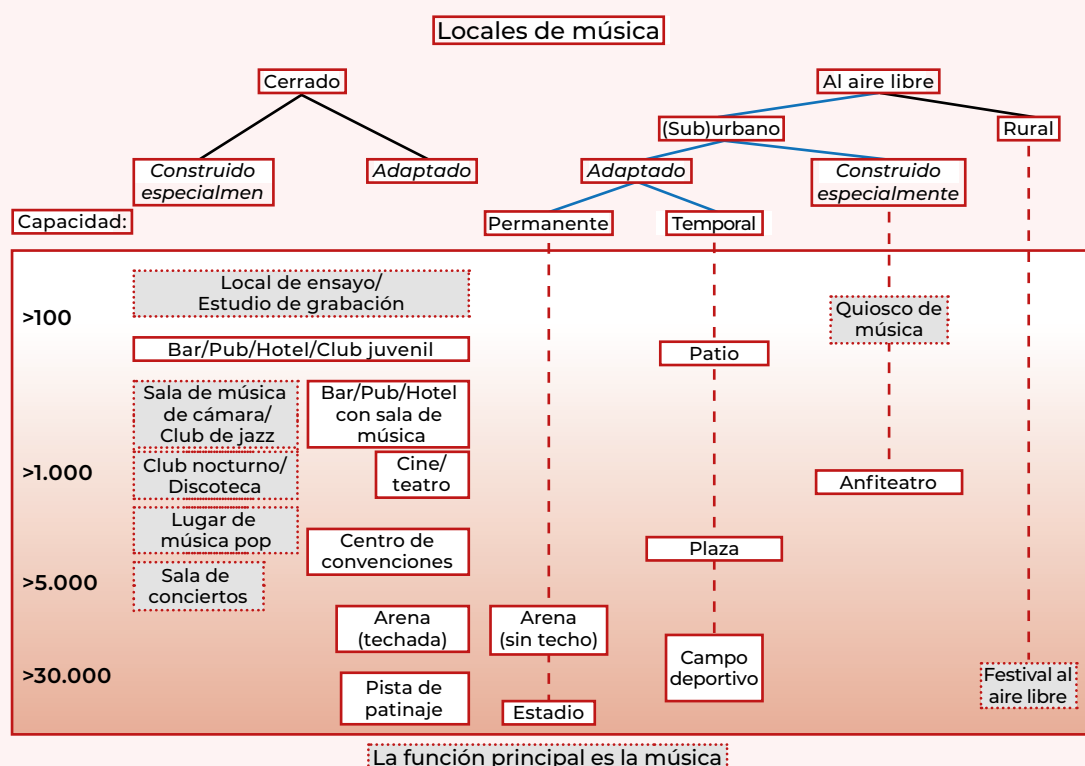
Una taxonomía de locales musicales

Una amplia gama de locales albergan eventos que cuentan con música amplificada como elemento central. Algunos de los principales aspectos en que varían los locales son (1):

- abiertos vs. cerrados (con las consiguientes diferencias de acústica);
- si el local se construyó especialmente para la música o se adaptó a partir de otro propósito;
- si la función principal del local es ofrecer música o si tiene otro propósito (por ejemplo, deportes); y
- tamaño y aforo (de decenas a cientos de miles de personas).

La taxonomía que contiene la Figura A1.1 describe las principales dimensiones variables para locales con música amplificada.

Figura A1.1:
Una taxonomía de locales musicales



Reference

1. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-level-measurement-management-and-documentation-in-music-venues.pdf?sfvrsn=69990849_5, consultado el 17 de diciembre de 2021).

Anexo 2.

Aplicación de las directrices de la OMS sobre el ruido ambiental para la región europea al límite del nivel de presión sonora

El límite del nivel de presión sonora propuesto, de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ se basa en las directrices de la OMS sobre el ruido ambiental para la región europea, que recomiendan lo siguiente:

- Reducir el promedio anual de todas las fuentes de ruido recreativo combinadas a 70 dB $L_{Aeq, 24h}$, ya que el ruido recreativo por encima de este nivel está asociado con efectos adversos para la salud.
- El principio de igual energía puede usarse para derivar límites de exposición para otros promedios de tiempo, lo que podría ser más práctico en procesos regulatorios.
- Con respecto a las exposiciones a ruidos de evento único y de impulso, se deben seguir las pautas y regulaciones legales existentes para limitar el riesgo de aumentos en la discapacidad auditiva a causa del ruido recreativo, tanto en niños como en adultos.
- Siguiendo un enfoque precautorio, a fin de reducir los posibles efectos sobre la salud, los responsables de la formulación de políticas deben tomar medidas para evitar la exposición por encima de los valores de referencia para el ruido medio y las exposiciones al ruido de evento único y al ruido de impulso, especialmente dado que una gran cantidad de personas pueden estar expuestas y en riesgo de sufrir una discapacidad auditiva a través del uso de dispositivos de escucha personales.

Derivada de estas pautas, y basada en una revisión de toda la evidencia disponible (2), la *Norma mundial de la OMS y la UIT sobre dispositivos y sistemas de audición sin riesgos* (3) recomienda un límite semanal de 1,6 Pa² (pascales por metro cuadrado) horas por 7 días como exposición de referencia, lo que equivale a 80 dB(A) durante 40 horas a la semana.

A los efectos de lograr la paridad entre las normas, para el límite del nivel de presión sonora para locales y eventos de entretenimiento se aplica además el principio de igual energía a la recomendación de 80 dB(A) durante 40 horas a la semana. Esto se traduce en un límite del nivel de presión sonora de 100 dB(A) durante aproximadamente 1 hora y 45 minutos al mes. Una encuesta realizada por la OMS y su centro colaborador para estudiar los comportamientos del grupo destinatario con respecto a las visitas a los locales muestra que la mayoría (65%) de los encuestados visita los locales de entretenimiento una o menos veces al mes en promedio (4). La mayoría de las personas pasan de 1 a 3 horas en estos locales (4).

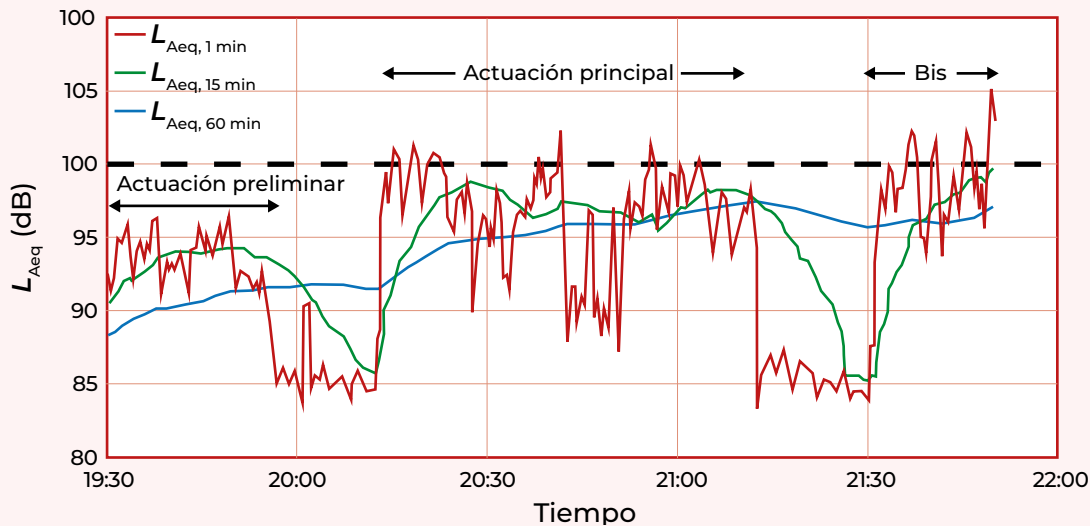
De acuerdo con estas observaciones, un nivel de 100 dB(A) probablemente no cause daño a la audición de la mayoría de los espectadores que asisten a locales o eventos de entretenimiento no más de una vez al mes y un máximo de 2 horas cada vez, en promedio.

El uso de protectores auditivos como los tapones para los oídos debe proporcionar una atenuación mínima de 12 dB(A) (véase la [4.a característica](#)), lo que permitiría aumentar en 16 veces el período de escucha sin riesgos para sus usuarios. Por lo tanto, un límite del nivel de presión sonora de 100 dB(A) combinado con el uso de protectores auditivos, como tapones para los oídos, puede ofrecer protección adicional a quienes asisten a locales con mayor frecuencia o se quedan más tiempo, con un total de alrededor de 6 horas a la semana en promedio.

Elección del intervalo de tiempo promedio

En la Figura A2.1 se muestra cómo el nivel de presión sonora con ponderación A promediado en el tiempo, L_{Aeq} evoluciona en el transcurso de un evento típico de música en vivo cuando se usan diferentes intervalos de tiempo promedio (1 minuto, 5 minutos o 60 minutos).

Figura A2.1:
Evolución del nivel de presión sonora con
ponderación A promediado en el tiempo: ejemplo
de un evento de música en vivo



Como base para monitorear y controlar el nivel de presión sonora durante una presentación en vivo de una banda de música, el uso de un intervalo de tiempo promedio de 1 minuto ($L_{Aeq, 1 \text{ min}}$) sería problemático. El valor de $L_{Aeq, 1 \text{ min}}$ fluctúa en 10 dB+ dentro del conjunto de una banda, y hay picos regulares en el nivel de presión sonora cuando la multitud aplaude entre canciones. No sería práctico ni apropiado que el ingeniero de sonido ajustara continuamente la salida del sistema de sonorización en respuesta a estos cambios fugaces en el nivel de presión sonora.

El uso de un intervalo de tiempo promedio de 60 minutos ($L_{Aeq, 60 \text{ min}}$), que forma la base de las regulaciones del nivel de presión sonora en algunos países (5, 6), también puede ser problemático en la práctica. Debido al largo tiempo promedio, $L_{Aeq, 60 \text{ min}}$ solo tiende a aumentar gradualmente durante la configuración de una banda, sin alcanzar nunca un valor estable. Del mismo modo, $L_{Aeq, 60 \text{ min}}$ tarda en caer después de que una banda ha terminado su presentación, lo que significa que cuando la siguiente actuación se presenta en el escenario (generalmente después de una pausa de alrededor de 20–30 minutos), el valor de $L_{Aeq, 60 \text{ min}}$ sigue estando fuertemente influido por la actuación anterior. Si cada banda usa su propio ingeniero de sonido, esto podría causar fricciones, y los ingenieros de sonido descubrirían que su libertad está restringida por las decisiones y acciones de su predecesor.

El uso de un intervalo de tiempo promedio de 15 minutos ($L_{Aeq, 15 \text{ min}}$), como se recomienda en esta *Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales*, constituye una elección pragmática. Un intervalo de 15 minutos es lo suficientemente largo para permitir que se conserve la dinámica natural (los altos y bajos de intensidad) de una actuación musical, y lo suficientemente corto para proporcionar a los ingenieros de sonido la información oportuna que necesitan para controlar el nivel de presión sonora de manera efectiva e independiente entre actos (véase el anexo 2).

Referencias

1. Environmental Noise Guidelines for the European Region. Organización Mundial de la Salud; 2018 (<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>, consultado el 29 de noviembre 2021).
2. Neitzel RL, Fligor BJ. Risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: review and recommendations. *J Acoust Soc Am*. 2019; 146(5):39113–921.
3. Norma mundial de la OMS y la UIT sobre dispositivos y sistemas de audición sin riesgos. Ginebra: Organización Mundial de la Salud y Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2019 (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/280085/9789241515276-eng.pdf>, consultado el 29 de noviembre de 2021).
4. Diviani N, Zanini C, Amann J, Chadha S, Cieza A, Rubinelli S. Awareness, attitudes, and beliefs about music-induced hearing loss: towards the development of a health communication strategy to promote safe listening. *Patient Educ Couns*. 2019; 102(8):1506–1512.
5. Beach EF, Cowan R, Mulder J, O'Brien I. Regulations to reduce risk of hearing damage in concert venues. *Bull World Health Organ*. 2020; 98(5):367–369.
6. Beach EF, Mulder J, O'Brien I, Cowan R. Overview of laws and regulations aimed at protecting the hearing of patrons within entertainment venues. *Eur J Public Health*. 2020; 31(1):227–233.

Anexo 3.

Espectro de sonido en vivo y tipos de mediciones del nivel de presión sonora

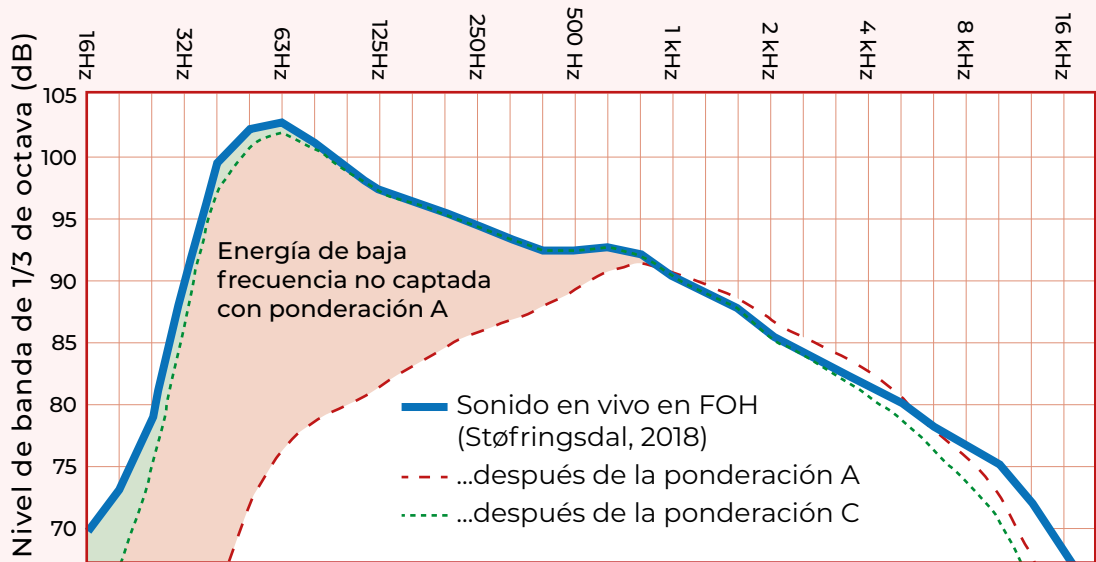
Ponderación A y el espectro de sonido en vivo

La ponderación A es la ponderación de frecuencia más utilizada para medir el nivel de presión sonora. Los criterios de riesgo establecidos para la pérdida de audición inducida por el ruido se basan en límites de exposición con ponderación A. Por esta razón, el límite del nivel de presión sonora se especifica como un nivel ponderado A.

Una limitación de la ponderación A es que no capta la totalidad de la energía acústica presente en la música amplificada, ni refleja la forma en que el sistema auditivo humano responde a los sonidos intensos. El registro del nivel de presión sonora a largo plazo en locales de música que albergan conciertos de pop, *rock* y *jazz* revela la presencia prominente de energía de frecuencias bajas (“graves”) en el sonido en vivo amplificado.

Como se puede ver en la [Figura A3.1](#), después de la aplicación de la ponderación A, esta región de baja frecuencia se reduce considerablemente y, por lo tanto, contribuye poco al nivel de presión sonora general. Por lo tanto, las mediciones con ponderación A no dicen mucho sobre el nivel de energía sonora de baja frecuencia al que está expuesto el público.

Figura A3.1:
Discrepancia en la contribución de la baja frecuencia a las mediciones de sonido



Una ponderación de frecuencia alternativa, la ponderación C, otorga más peso a las frecuencias bajas y se acerca más a la forma en que los humanos perciben los sonidos a niveles altos de presión sonora. Como se puede ver en la Figura A3.1, a diferencia de la ponderación A, la ponderación C puede captar la energía del sonido en vivo en todo el ancho de banda de audio (20–20.000 Hz).

Afortunadamente, la transmisión de sonido de baja frecuencia a través del oído externo y medio es mucho menos eficiente que el sonido en el rango de frecuencia media (250–4000 Hz) (2); por lo tanto, se supone ampliamente que la exposición a la baja frecuencia es menos dañina para el público. Sin embargo, aún está por demostrarse que la exposición a sonidos intensos de baja frecuencia no cause daño auditivo (3).

Reconociendo el riesgo que supone la exposición una baja frecuencia intensa, las regulaciones de escucha sin riesgos desarrolladas en algunos países europeos, particularmente en Francia (4), incluyen un límite del nivel de presión sonora adicional promediado en el tiempo, basado en la ponderación C, expresada como L_{Ceq} .

La *Norma mundial para la escucha sin riesgos en locales y eventos musicales* no incluye un límite del nivel de presión sonora con ponderación C por las siguientes razones:

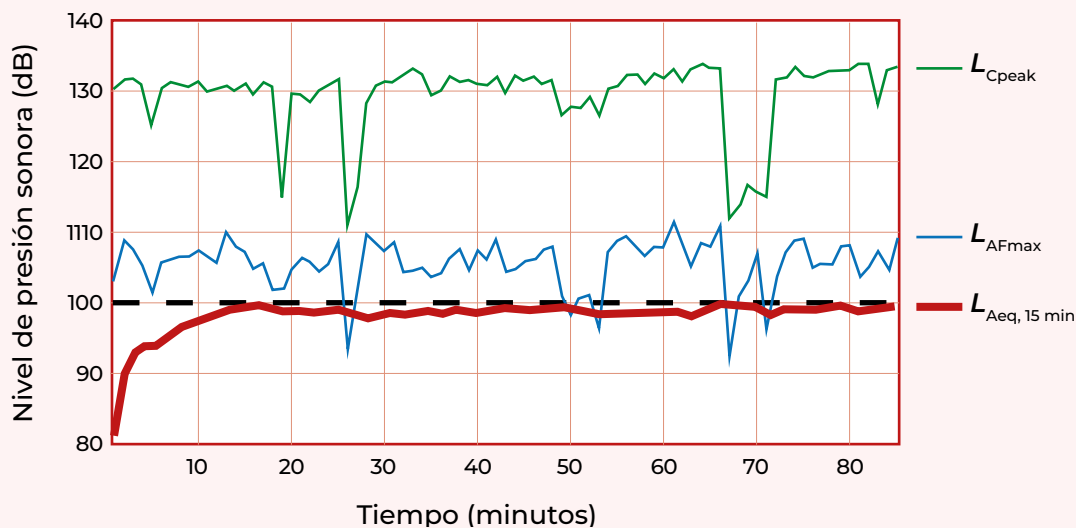
- se necesita más investigación para aclarar el riesgo de exposición a sonidos intensos de baja frecuencia para el oído humano;
- todavía falta evidencia clara sobre la que basar un límite del nivel de presión sonora específico con ponderación C; y
- puede resultar difícil obtener mediciones confiables de los niveles de presión sonora de baja frecuencia, particularmente en locales pequeños y cerrados.

Diferentes tipos de medición del nivel de presión sonora

La figura A3.2 muestra los datos del nivel de presión sonora recogidos durante una actuación profesional en un festival al aire libre en Alemania.

Figura A3.2:

Diferentes tipos de mediciones del nivel de presión sonora a lo largo de una actuación



En la figura se representan tres líneas distintas, correspondientes a diferentes tipos de mediciones acústicas:

1. $L_{Aeq, 15min}$ — Este es el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A con un intervalo de tiempo promedio de 15 minutos, el mismo tipo de medición que se utiliza para definir el límite del nivel de presión sonora en esta Norma. El nivel de presión sonora permanece por debajo de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ en todo momento (el límite que se había establecido para este evento en particular).¹
2. L_{AFmax} – Este es el nivel de presión sonora máximo ponderado a lo largo el tiempo utilizando a la vez la ponderación en frecuencia A y una constante de tiempo “rápida” (constante temporal exponencial de 125 minutos). El nivel L_{AFmax} fluctúa mucho más que el L_{Aeq} , y regularmente se aproxima a los 110 dB L_{AFmax} .
3. L_{Cpeak} – Este es el nivel de pico instantáneo sin ninguna ponderación o promedio de tiempo. Normalmente, el nivel de pico se mide utilizando la ponderación de frecuencia C. Aparte de los intervalos entre canciones, el nivel de pico supera habitualmente los 130 dB L_{Cpeak} .²

Este ejemplo demuestra que los distintos tipos de niveles de presión sonora no pueden compararse directamente, aunque todos se miden en decibelios. Cuando se miden, informan o interpretan los niveles de presión sonora, es esencial especificar con precisión el tipo de medición que se está considerando, incluyendo la ponderación de frecuencia o tiempo aplicada.

Configuración del limitador de sonido

Cuando el sistema de sonorización sea capaz, en principio, de producir niveles de pico superiores a 140 dB L_{Cpeak} , la salida del sistema debe controlarse mediante un limitador electrónico de acción rápida para evitar picos superiores a ese nivel. Normalmente, el funcionamiento del limitador de sonido se configura con antelación (p. ej., durante la puesta en servicio del sistema de sonorización o en la prueba de sonido) para que los niveles máximos no superen los 140 dB L_{Cpeak} en el lugar más expuesto de la zona del público. Una vez configurado correctamente, el limitador es un último recurso confiable a prueba de fallas. No es necesario realizar un monitoreo en tiempo real de los niveles de pico: este control se considera una característica del diseño del sistema, aparte de la necesidad de un monitoreo continuo del nivel de presión sonora con ponderación A. En el anexo 3 se proporciona información sobre diferentes tipos de mediciones del nivel de presión sonora, incluidos L_{Aeq} , L_{AFmax} y L_{Cpeak} .

-
- 1 A pesar de que se respetó el límite de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ en todo momento, la dosis sonora recibida a lo largo de esta actuación de unos 90 minutos habría sido equivalente a cerca del 600% de la dosis de ruido diaria permitida por la normativa sobre ruido ocupacional.
 - 2 Obsérvese que, para todas estas mediciones, el micrófono de medición se colocó en la mesa de mezclas FOH; los espectadores de las primeras filas habrían estado expuestos a niveles sonoros de pico considerablemente superiores a los mostrados.

El propósito del limitador no es apagar o silenciar la música si el nivel de presión sonora es demasiado alto, sino proteger contra picos extremos repentinos, limitando el nivel en el que el sistema de sonorización los reproducirá (consúltase el Anexo 3).

Referencias

1. Støfringsdal B. Expected sound levels at concert venues for amplified music. Auditorium Acoustics. Hamburgo, Alemania; 2018.
2. Ruggero MA, Temchin AN. The roles of the external, middle, and inner ears in determining the bandwidth of hearing. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2002; 99(20):13206–13210.
3. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; setiembre de 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consultado el 17 de diciembre de 2021).
4. République Française. Décret no. 2017-1244 du 7 août 2017 relatif à la prévention des risques liés aux bruits et aux sons amplifiés (Decreto n.º. 2017-1244 del 7 de agosto de 2017 referente a la prevención de los riesgos vinculados al ruido y el sonido amplificados). Légifrance; 2017.
5. Hill AJ, Burton J. A case study on the impact live event sound level regulations have on sound engineering practice, Institute of Acoustics; 2002.
6. Commission IE. IEC 61672-1:2013 Electroacoustics. Sound level meters – Part 1: Specifications; 2013.
7. Commission IE. IEC 61672-3:2013 Electroacoustics. Sound level meters – Periodic tests; 2013.

Anexo 4.

La importancia de la calibración

Los sonómetros, y en especial los micrófonos de medición, son equipos delicados que se dañan con facilidad si se manipulan mal. Además, incluso los dispositivos que funcionan bien son sensibles a los cambios en las condiciones ambientales, incluidas la temperatura y la humedad. Muchos locales presentan un entorno hostil para los equipos de medición de precisión, en que los dispositivos pueden estar sujetos a golpes físicos y cambios de temperatura o humedad en el transcurso de un evento.

Independientemente de la calidad o el costo de un sonómetro, la única forma de saber que sus lecturas son precisas es someterlo a un nivel de presión sonora conocido y verificar que informe el nivel correcto (7). Si es necesario, se pueden hacer pequeños ajustes a la sensibilidad del medidor para que informe el valor correcto. Este proceso se conoce como calibración. Los estándares internacionales para la medición de niveles de presión sonora normalmente requieren que se verifique la calibración del sonómetro inmediatamente antes y después de cada serie de mediciones.



La calibración se puede verificar usando un calibrador de campo acústico, un dispositivo pequeño alimentado por batería que genera un tono a una frecuencia y un nivel de presión sonora (SPL) conocidos (generalmente un tono de 1 kHz a 94 dB SPL o 114 dB SPL).

Imagen cortesía de Marcel Kok, de dBControl.



Imagen cortesía de Marcel Kok, de dBControl.

El micrófono de medición se inserta en el calibrador y luego se verifica la lectura que se muestra en el sonómetro para verificar que coincida con el nivel de presión sonora esperado dentro de una tolerancia aceptable (p. ej., $\pm 0,2$ dB). La calibración regular antes y después de cada evento es la mejor manera de monitorear los signos de daño en el equipo de medición y las desviaciones inexplicables en las mediciones a lo largo del tiempo. Todo problema de este tipo debe investigarse con prontitud para determinar su causa.

Se puede garantizar el más alto nivel de precisión comprobando la calibración inmediatamente antes y después de cada evento, manteniendo registros de los resultados de la calibración e investigando la causa de toda desviación de más de $\pm 0,2$ dB entre eventos de calibración consecutivos. Sin embargo, un programa de calibración menos estricto (por ejemplo, verificaciones de calibración semanales o mensuales con una tolerancia de ± 1 dB) podría considerarse adecuado para el monitoreo a largo plazo del nivel de presión sonora en locales.

El propio calibrador debe ser controlado de vez en cuando para asegurar que genere el nivel de presión sonora correcto. Generalmente se envía el aparato a un laboratorio autorizado para que lo calibren utilizando un equipo especializado.

Referencias

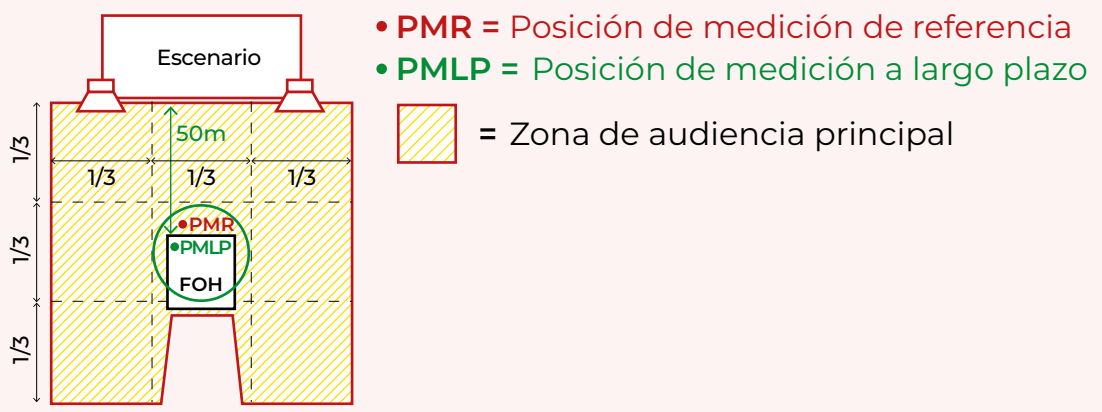
1. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; mayo de 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-level-measurement-management-and-documentation-in-music-venues.pdf?sfvrsn=69990849_5, consultado el 29 de noviembre de 2021).
2. ISO 1996-2:2017. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de presión sonora. Organización Internacional de Normalización; 2017.

Anexo 5.

Dónde medir el nivel de presión sonora

El límite del nivel de presión sonora se aplica en la posición de medición de referencia, en el centro de la zona de audiencia principal. Sin embargo, a menudo no es factible medir el nivel de presión sonora directamente en este sitio, por lo que se hace necesario medirlo en otro lugar (en una “posición de medición a largo plazo”) y, cuando sea necesario, aplicar una corrección a los valores medidos (véase el [anexo 6](#)). Las figuras A5.1, A5.2 y A5.3 describen escenarios posibles con ubicaciones de medición apropiadas.

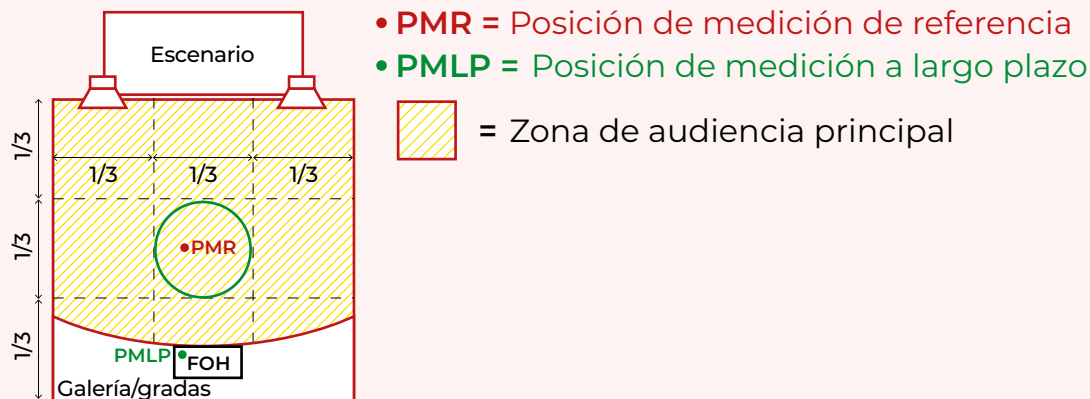
Figura A5.1:
Escenario A



En el escenario A se representa el escenario de un festival al aire libre. La posición de medición de referencia, en el centro de la zona de audiencia principal, se encuentra dentro de la multitud. Dado que no es práctico colocar un micrófono de medición en este lugar, el nivel de presión sonora se mide en la mesa de mezclas FOH (la posición de medición a largo plazo).

La posición de medición a largo plazo en FOH se encuentra dentro del tercio central de la zona de audiencia principal (tanto en ancho como en profundidad) y está a menos de 70 metros de la primera fila del público. Por lo tanto, el nivel de presión sonora medido en la posición de medición a largo plazo se considera representativo del que se produce en la posición de medición de referencia y no es necesario corregirlo.

Figura A5.2:
Escenario B

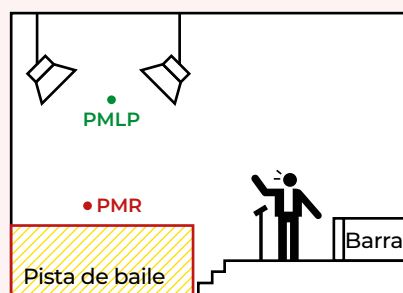


En el escenario B se representa una sala de conciertos cerrada. Hay una galería en la parte trasera del local, y la mesa de mezclas FOH está ubicada en su parte delantera, con vista al escenario.

La zona de audiencia principal cubre el área al nivel del piso principal entre la primera fila del público y el borde frontal de la galería. La posición de medición de referencia está en el centro de la zona de audiencia principal.

Por razones prácticas, FOH se usa nuevamente como la posición de medición a largo plazo. En este sitio, dicha posición no se encuentra dentro de la zona prescrita alrededor de la posición de medición de referencia. Por lo tanto, se debe aplicar una corrección al nivel de presión sonora medido en FOH para estimar el nivel que se produce en la posición de medición de referencia (consúltase el [anexo 6](#)).

Figura A5.3:
Escenario C



- **PMR** = Posición de medición de referencia
- **PMLP** = Posición de medición a largo plazo
-  = Zona de audiencia principal

En el escenario C se representa un club nocturno con una pista de baile hundida. El sistema de sonorización consta de altavoces colgados del techo para lograr una distribución uniforme del sonido y evitar que alguien se acerque demasiado a ellos.

No hay un escenario en el local: la zona de audiencia principal corresponde a la pista de baile principal. La posición de la medición de referencia está a la altura de la cabeza del público en el centro de la pista de baile.

Para mantener el micrófono de medición a salvo de daños, puede colgarse un metro por debajo del techo. Debido a que la posición de medición a largo plazo está a una altura elevada, con los altavoces dirigidos hacia la pista de baile, el nivel de presión sonora puede ser diferente en la posición de medición a largo plazo en comparación con la posición de medición de referencia. Por lo tanto, se requiere una corrección (consúltese el [anexo 6](#)).

Nota: No se requerirá corrección si la posición de medición a largo plazo está:

- i) dentro del tercio central de la zona de audiencia principal a lo ancho y en profundidad; y
- ii) a no más de 70 metros de la primera fila del público.

Lo anterior se basa en la evidencia generada a través de una investigación realizada para el Gobierno de los Países Bajos (1), según la cual, en una variedad de locales de diferentes tipos y tamaños, el nivel de presión sonora dentro de esta región central normalmente se desviará del de la posición de medición de referencia en no más de $\pm 1,5$ dB(A) (1).

Visualización de la medición del nivel de presión sonora con corrección

Cuando la posición de medición no se ajuste a los criterios mencionados anteriormente, la corrección debe aplicarse de forma automática para que el nivel de presión sonora que se muestre al actor responsable se corresponda directamente con el de la posición de medición de referencia.

Cuando esto no sea posible, una alternativa es ajustar el límite del nivel de presión sonora en una cantidad igual a la corrección. Por ejemplo, si la corrección requerida es +5 dB(A) y se muestra el nivel de presión sonora sin corregir, el agente responsable deberá trabajar con un límite efectivo del nivel de presión sonora de 95 dB $L_{Aeq, 15min}$. En tales casos, el límite debe mostrarse de manera destacada junto a la pantalla que muestra el nivel de presión sonora.

Referencias

1. Measurement protocol for noise covenant in the Netherlands; 2019 (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/03/20/meetprotocol-convenant-geluid-nederland-2019>, consultado el 17 de diciembre de 2021).

Anexo 6.

Procedimiento para determinar la corrección requerida para la medición de sonido

Cuando la posición de medición a largo plazo sea diferente de la posición de medición de referencia (consúltase el [anexo 5](#)), la corrección requerida puede determinarse como se indica a continuación.

El proceso debe llevarse a cabo cuando el local esté desocupado y en un momento en que los niveles de ruido ambiental sean lo suficientemente bajos como para no interferir con las mediciones.

Todas las mediciones deben tener una duración de al menos 30 segundos.

- i) Configure el micrófono de medición o un sonómetro autónomo en la posición de medición de referencia.
- ii) Reproduzca una señal de prueba adecuada a través del sistema de sonorización a un nivel de presión sonora moderadamente alto (según se siga la variación A o la variación B; véase a continuación).
- iii) Realice una medición del nivel de presión sonora promediado en el tiempo en la posición de medición de referencia ($L_{eq, ref}$).
- iv) Mueva el micrófono de medición o el sonómetro autónomo a la posición de medición a largo plazo.
- v) Reinicie o continúe reproduciendo la señal de prueba a través del sistema de sonorización, asegurándose de que su nivel en la fuente no haya cambiado de ninguna manera.
- vi) Realice una medición del nivel de presión sonora en la posición de medición a largo plazo ($L_{eq, largo\ plazo}$).
- vii) Calcule la corrección requerida como la diferencia entre el nivel de presión sonora en la posición de medición de referencia y en la posición de medición a largo plazo ($L_{eq, ref} - L_{eq, largo\ plazo}$).

Existen dos variaciones del método:

1. Variación A: método específico en frecuencia (preferido)

- Usando este método, la corrección requerida ($L_{eq, ref} - L_{eq, largo\ plazo}$) se calcula por separado para cada banda de frecuencia.
- El cálculo puede realizarse en bandas de octava o bandas de 1/3 de octava con frecuencias centrales que abarquen, como mínimo, el rango de 63 Hz a 16 kHz.
- Los niveles en cada banda de frecuencia deben medirse con ponderación de frecuencia lineal.
- La señal de prueba recomendada cuando se utiliza la variación A es el ruido rosa de banda ancha.
- Este método solo es adecuado cuando el sistema de medición del nivel sonoro incluye una función para aplicar automáticamente la corrección en función de cada banda de frecuencia.
- La ventaja de este método es que continuamente tiene en cuenta la variación en el espectro frecuencial del sonido que se reproduce a través del sistema de sonorización.

2. Variación B: método de banda ancha

- Con este método, la corrección requerida ($L_{eq, ref} - L_{eq, largo\ plazo}$) se calcula como un único valor de banda ancha.
- Los niveles de presión sonora en la posición de medición de referencia y la posición de medición a largo plazo deben medirse como niveles ponderados A de banda ancha.
- La señal de prueba recomendada cuando se usa la variación B es el ruido marrón de banda ancha, ya que este tipo de señal tiene un espectro frecuencial que se aproxima al material musical real.

Una limitación de este enfoque es que no tiene en cuenta la fuga del sonido directo que puede propagarse desde el escenario hacia la zona del público durante una presentación en vivo.

Anexo 7.

Tiempos de reverberación adecuados para música amplificada y tratamiento acústico

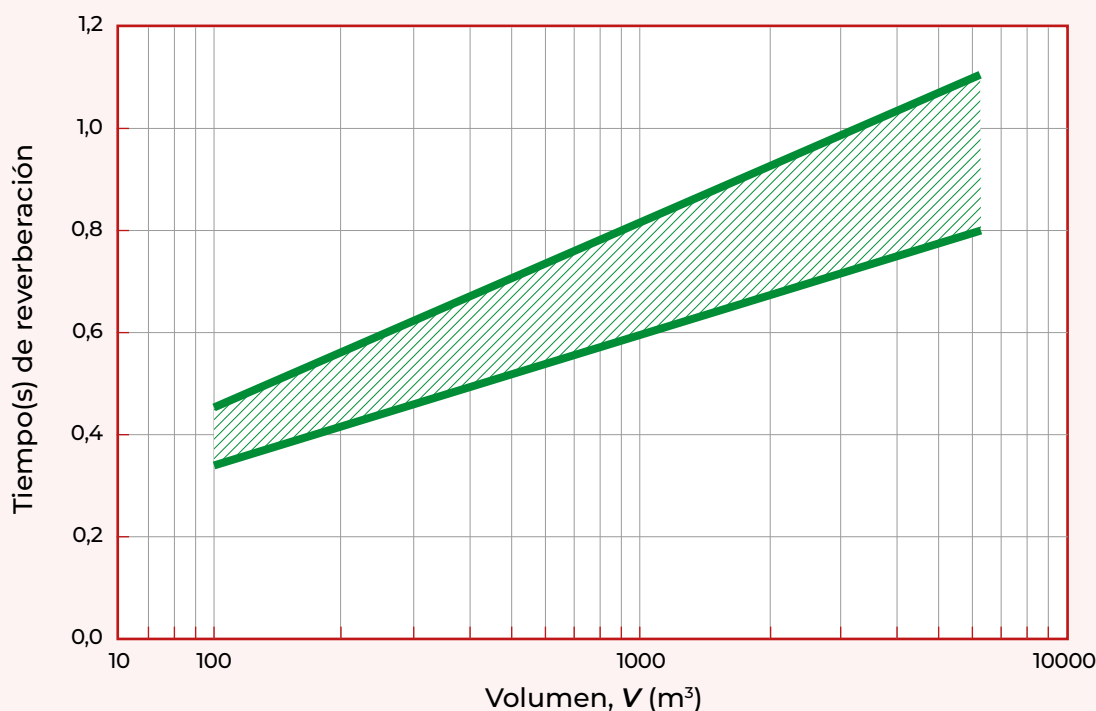
Tiempos de reverberación adecuados para música amplificada (1)

La música amplificada generalmente suena mejor en locales que tienen una reverberación de sala bien amortiguada, es decir, un carácter acústico “seco”. Al mismo tiempo, las salas no deben aspirar a un tiempo de reverberación demasiado corto, ya que una sala acústicamente “muerta” tiende a generar condiciones insatisfactorias para los músicos. Por lo tanto, se requiere un equilibrio.

Sobre la base de una extensa investigación realizada por Niels Werner Adelman-Larsen, resumida en su libro *Rock and pop venues: acoustic and architectural design* (2), la norma noruega NS 8178:2014 recomienda objetivos de diseño de tiempo de reverberación (RT60) para la música amplificada en salas de espectáculos (3).

Los tiempos de reverberación a frecuencias medias recomendados se dan en función del volumen de la sala. Estos se relacionan con el tiempo de reverberación medido en un local amueblado pero desocupado. Se proporcionan los límites superior e inferior para el tiempo de reverberación aceptable, indicados por la región sombreada en la figura A7.1.

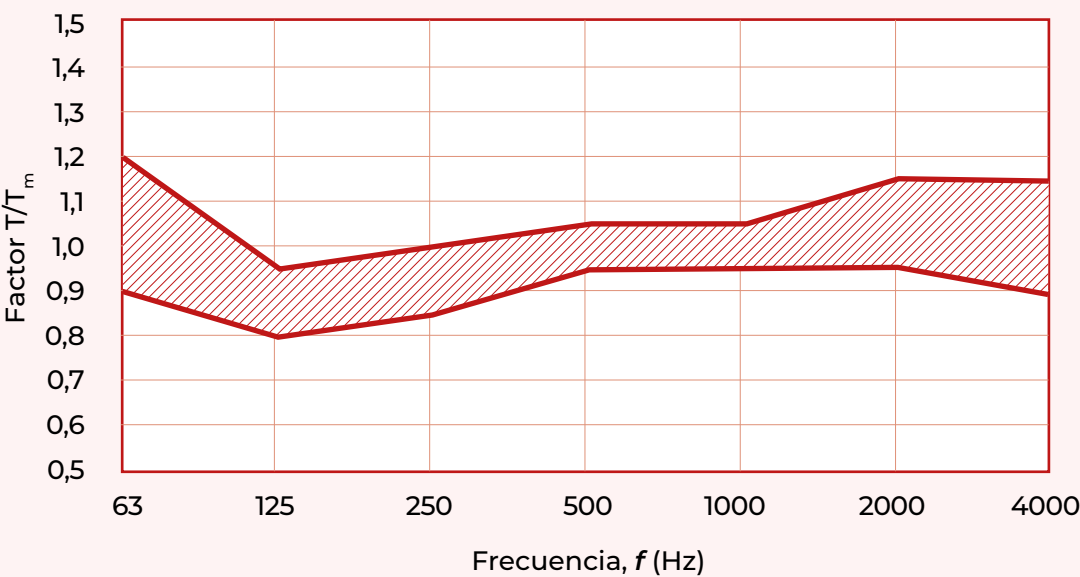
Figura A7.1:
Tiempos de reverberación a frecuencias medias* recomendados para locales con música amplificada, en función del volumen de la sala



* RT60 medio en las bandas de octava de 500 Hz y 1 kHz.

La buena calidad de sonido en un local destinado a escuchar música amplificada depende no solo de que el nivel general de reverberación esté adecuadamente controlado, sino también de que el tiempo de reverberación sea razonablemente equivalente en todas las bandas de frecuencia. El control de la reverberación en la banda de octava de 125 Hz es especialmente importante para que los ingenieros de sonido logren una mezcla clara y controlada (4). Por lo tanto, la norma noruega NS 8178:2014 también proporciona tolerancias recomendadas para RT60 en bandas de octava de 63 Hz a 4 kHz, expresadas como la relación entre el RT60 en cada banda de octava y el RT60 a frecuencias medias (RT60 promedio en las bandas de octava de 500 Hz y 1 kHz; véase la [figura A7.2](#)) (3).

Figura A7.2:
Tolerancias recomendadas para el tiempo de reverberación* en diferentes bandas de octava para locales con música amplificada



* T expresado como una relación con el tiempo de reverberación a frecuencias medias T_m (RT60 medio en las bandas de octava de 500 Hz y 1 kHz).

Estas recomendaciones se aplican a locales que se dedican a albergar eventos de música amplificada, como conciertos de *rock/pop* o clubes nocturnos. Dado que generalmente se requieren tiempos de reverberación más prolongados para la música acústica (como las actuaciones orquestales o corales), se recomienda que los locales de usos múltiples que albergan eventos tanto amplificados como no amplificados exploren opciones variables de acondicionamiento acústico, como la colocación de cortinas retráctiles o paneles giratorios con una superficie que absorba o refleje el sonido, lo que permite adaptar la acústica a las necesidades de un evento específico.

Tratamiento acústico de un local

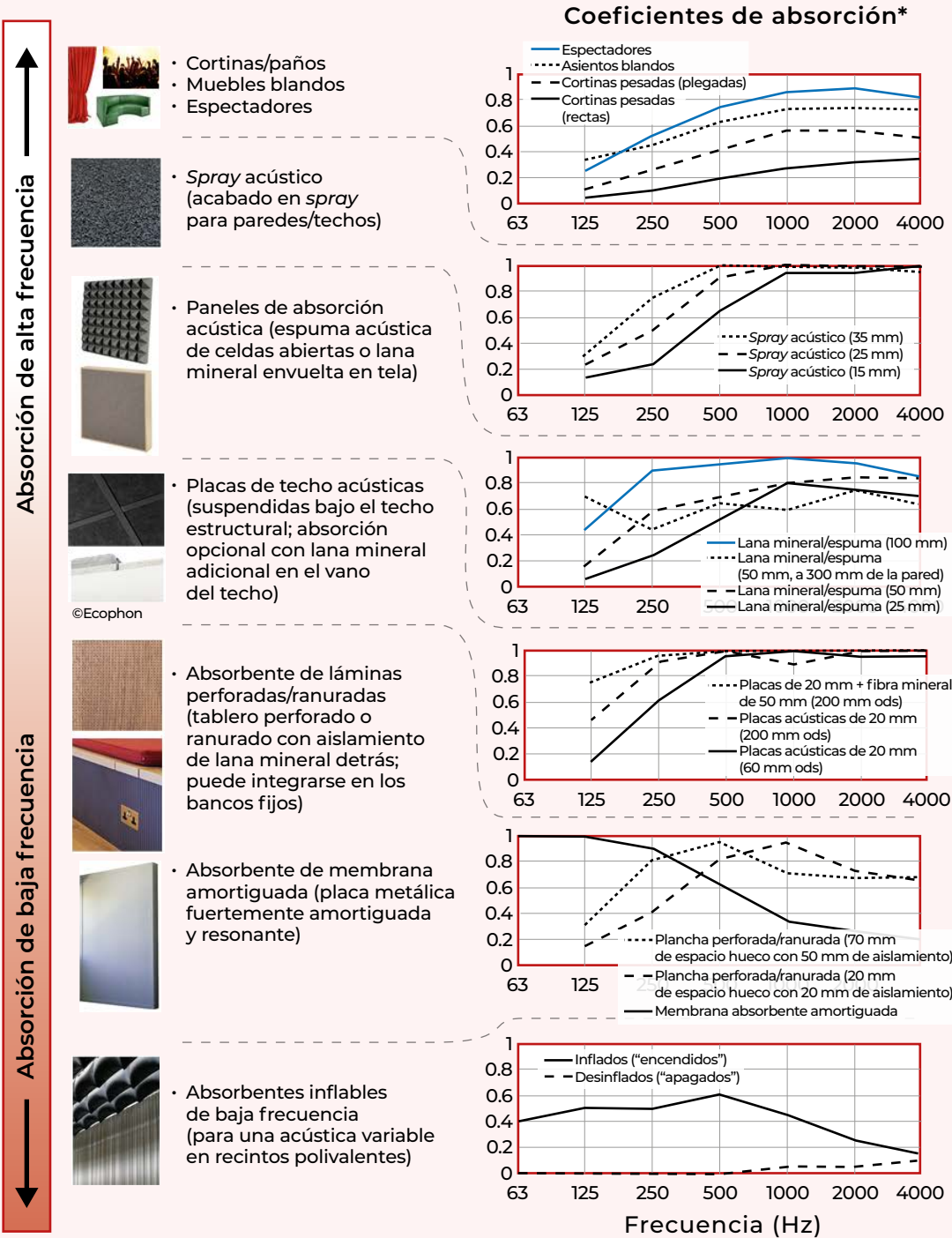
La acústica de un local puede modificarse introduciendo nuevos materiales o acabados superficiales. Existen diferentes tipos de tratamiento acústico, diseñados para lograr diferentes objetivos.

Absorción de sonido

Los absorbentes de sonido eliminan la energía sonora del aire cuando una onda de sonido incide sobre ellos. La absorción de sonido se utiliza principalmente para controlar la reverberación de la sala o para reducir la fuerza del sonido que se refleja en una superficie.

Se necesitan diferentes estrategias para absorber el sonido en diferentes rangos de frecuencia. La mayoría de los materiales suaves, como muebles, cortinas y paños, y los paneles acústicos especiales hechos de material como lana mineral, absorben naturalmente el sonido a frecuencias medias y altas. La absorción de sonido a frecuencias bajas es más difícil y requiere el uso de absorbentes más gruesos o sistemas resonantes amortiguados. Algunos ejemplos son los absorbentes Helmholtz y los absorbentes resonantes de membrana, así como los absorbentes inflables. La figura A7.3 contiene una representación visual de las propiedades de absorción de los diferentes objetos descritos.

Figura A7.3:
Propiedades de absorción de diferentes objetos



Imágenes anteriores por cortesía de: Stil Acoustics, t.akustic, Ecophon, RPG Acoustical Systems y Flex Acoustics.
Absorbentes inflables de Flex Acoustics, creados y patentados por Niels W. Alderman-Larsen.

Difusión de sonido

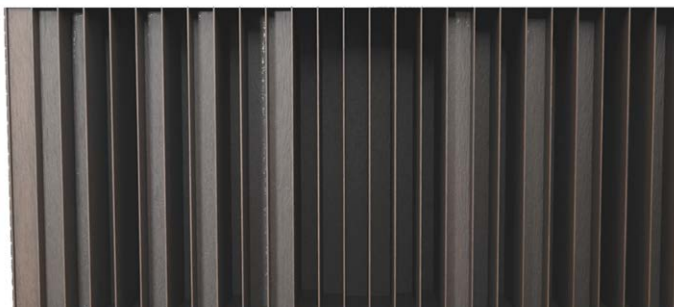
Los difusores de sonido son superficies u objetos diseñados para reflejar el sonido en muchas direcciones diferentes. La difusión del sonido se utiliza para distribuir la energía sonora de la manera más uniforme posible o para controlar reflexiones problemáticas. Esto puede hacerse a través de los siguientes medios:

- Superficies reflectantes convexas



*Imágenes cortesía de
RPG Acoustical Systems.*

- Perfil de profundidad variada de superficies difusoras



- Superficies absorbentes/reflectantes en mosaico.



Escudos de sonido

Los escudos de sonido se utilizan para evitar que el sonido directo de un instrumento o amplificador ruidoso llegue a zonas no deseadas, como las primeras filas del público. Se colocan inmediatamente delante o alrededor de la fuente de sonido, por ejemplo, paneles acrílicos transparentes para la batería y placas absorbentes de bajo costo para los amplificadores de guitarra.

Absorbentes resonantes para la absorción acústica de baja frecuencia

La absorción de sonido a baja frecuencia no afectará directamente el nivel de presión sonora ponderado A en un local, porque la función de ponderación A es insensible a las frecuencias bajas. Esto puede mejorar considerablemente la calidad del sonido en un local y facilitar la gestión de los niveles de presión sonora. En algunos casos, puede ser posible incorporar la absorción de baja frecuencia sin reducir el espacio disponible en el local. Por ejemplo:

- En un local con asientos perimetrales, puede ser posible convertir el volumen debajo de los bancos para que actúe como un absorbente resonante.
- Un techo suspendido también puede proporcionar absorción efectiva de baja frecuencia, si se monta al menos 30 cm por debajo del techo estructural y tiene una capa de material fonoabsorbente (p. ej., lana mineral) superpuesta sobre las placas dentro del vano del techo.

Seguridad

Al introducir cualquier forma de tratamiento acústico en un local, es crucial asegurarse de que todos los materiales cumplan con las normas apropiadas de resistencia o retardancia al fuego y que no liberen partículas fibrosas cancerígenas o tóxicas en el aire.

Referencias

1. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; setiembre de 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consultado el 29 de noviembre de 2021).
2. Adelman-Larsen NW. Rock and pop venues: acoustic and architectural design. Berlín, Alemania: Springer; 2014.
3. Rindell, JH. New Norwegian standard on the acoustics of rooms for music rehearsal and performance. Forum Akousikum. 2014 (https://www.odeon.dk/pdf/RehearsalRooms_ForumAcusticum2014_Rindel.pdf, consultado el 17 de diciembre de 2021).
4. Adelman-Larsen NW, Thompson ER. The importance of bass clarity in pop and rock venues. J Acoust Soc Amer. 2008; 123:3090.

Anexo 8.

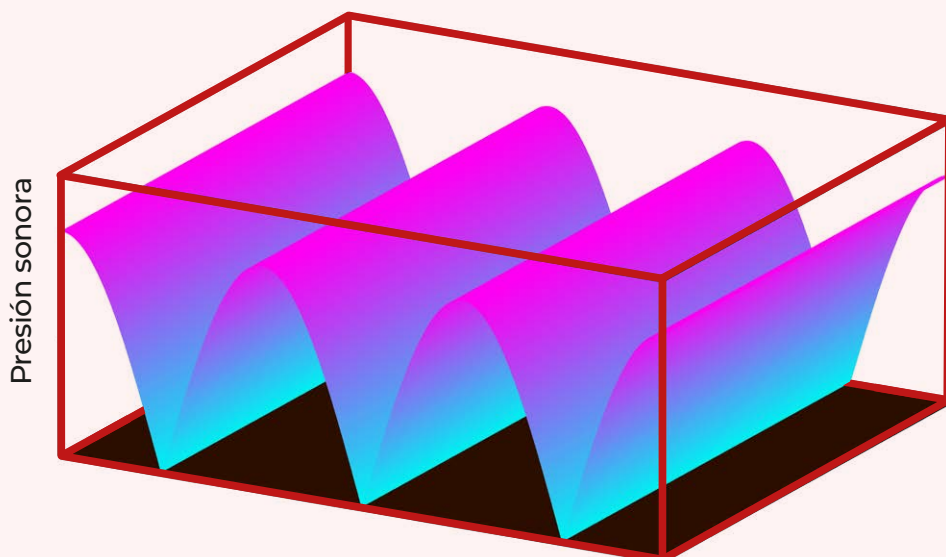
Problemas acústicos relacionados con la baja frecuencia

Los problemas acústicos relacionados con la baja frecuencia tienen una mínima influencia directa en el nivel de presión sonora ponderado A debido a la insensibilidad relativa de la curva de ponderación A a las bajas frecuencias (consúltese el [anexo 3](#)). Sin embargo, un buen control acústico del rango de baja frecuencia, especialmente en la banda de octava de 125 Hz, es fundamental para la calidad de sonido de la música amplificada (1). En parte, esto se debe a un fenómeno llamado propagación ascendente del enmascaramiento a frecuencias altas (2), en el que los sonidos de frecuencia más baja tienen un efecto más pronunciado en la capacidad de escuchar sonidos de frecuencia más alta que a la inversa. Es importante buscar una solución a todo problema acústico de este tipo que haya en un local para que los ingenieros de sonido puedan lograr una mezcla clara e impactante a un nivel de presión sonora controlable.

Los modos propios de un recinto pueden ser una causa de problemas de baja frecuencia en locales cerrados y pequeños con un volumen inferior a alrededor de 1000 m³ (3–6).

Los modos propios de un recinto (7) ocurren en frecuencias donde la distancia que el sonido recorre entre superficies opuestas de la sala es un múltiplo exacto de media longitud de onda. A estas frecuencias, el sonido que rebota de un lado a otro entre las superficies sufre interferencias constructivas y destructivas sistemáticas, estableciendo un patrón de “onda estacionaria”. El resultado es la alternancia de regiones de presión sonora alta y baja en toda la sala, como se muestra en la figura A8.1.

Figura A8.1:
Ilustración de un modo propio de un recinto



Si la respuesta de las frecuencias bajas (graves) parece muy desigual o retumba demasiado al desplazarse por un local pequeño, puede haber un problema con los modos propios de un recinto. Por lo general, se requiere la introducción de una mayor absorción acústica de baja frecuencia (consúltese el [anexo 7](#)).

Los modos propios de un recinto no suelen ser un problema en las salas de tamaño medio y grande; en estos entornos, muchos de esos modos se superponen a una frecuencia determinada, lo que hace que se promedien las fluctuaciones y que haya un campo sonoro más uniforme desde el punto de vista espacial.

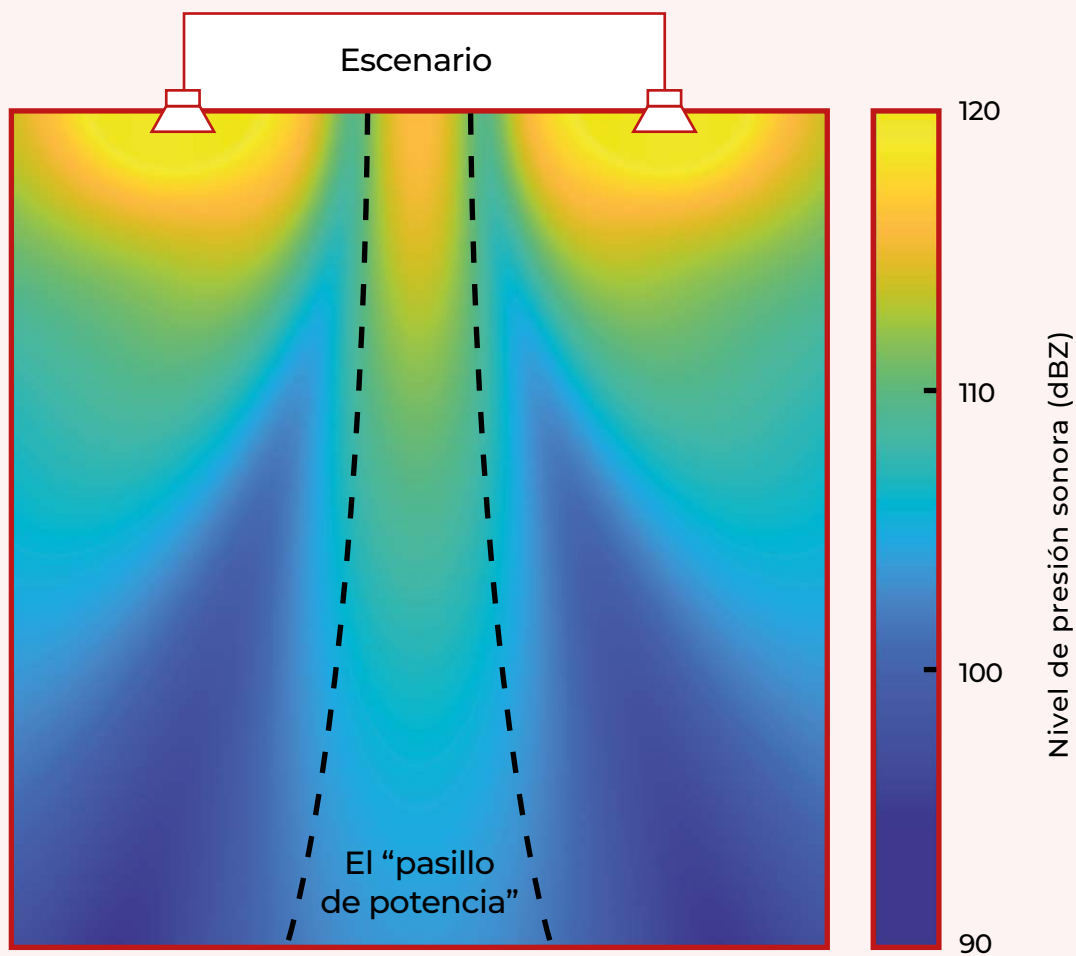
Interferencia coherente y efecto “pasillo de potencia” (7)

Un tipo diferente de problema de baja frecuencia, que puede surgir en locales interiores o exteriores de cualquier tamaño, resulta de la interferencia coherente entre el sonido directo y/o reflejado que proviene de uno o más altavoces.

Por ejemplo, en el caso común de un par de *subwoofers* colocados a cada lado del escenario, la interferencia coherente entre los altavoces puede producir un canal de aumento de la energía sonora de baja frecuencia que recorre el centro de la zona del público (conocido coloquialmente como el “pasillo de potencia”). Los espectadores pueden percibir una ecualización muy diferente entre frecuencias bajas y altas, dependiendo de si se encuentran dentro o fuera del pasillo de potencia (ver [Figura A8.2](#)).

Se pueden adoptar enfoques físicos y electrónicos para reducir la interferencia coherente entre los altavoces (8).

Figura A8.2:
Representación visual del efecto
“pasillo de potencia”



Referencias

1. Adelman-Larsen NW, Thompson ER. The importance of bass clarity in pop and rock venues. *J Acoust Soc Amer*. 2008; 123:3090.
2. Wegel RL, Lane CE. The auditory masking of one pure tone by another and its probable relation to the dynamics of the inner ear. *Phys Rev*. 1924; 23(2):266–285.
3. Adelman-Larsen NW. Rock and pop venues: acoustic and architectural design. Berlín, Alemania: Springer; 2014.
4. Adelman-Larsen NW, Thompson ER, Gade AC. Suitable reverberation times for halls for rock and pop music. *J Acoust Soc Am*. 2010; 127:247–255.
5. Adelman-Larsen NW, Gade AC, Thompson ER. The flexible bass absorber. AES Convention Papers Forum. AES Convention 123. Audio Engineering Society. Viena, Austria; 2007.
6. Everest FA, Pohlmann KC. Master handbook of acoustics, 6th ed. McGraw-Hill Education – Europe; 2015.
7. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; setiembre de 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consultado el 29 de noviembre de 2021).
8. Hill AJ, Moore JB. Dynamic diffuse signal processing for sound reinforcement and reproduction. *J Audio Eng Soc*. 2018;66(11):953–965.

Anexo 9.

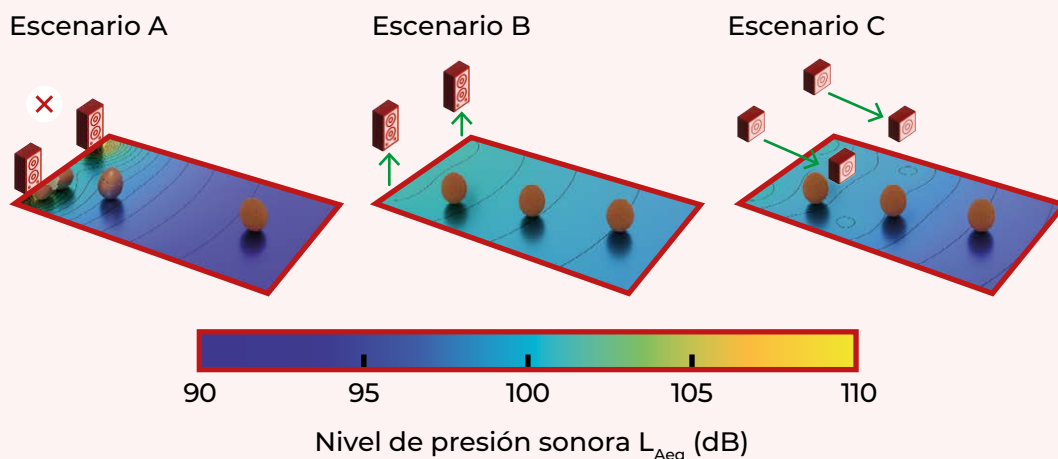
Distribución del sonido para una escucha sin riesgos

Posicionamiento de los altavoces

Para conseguir una distribución razonablemente uniforme del sonido en la zona del público, es fundamental evitar que algunos espectadores estén mucho más cerca de los altavoces que otros (7). Esto se debe a que el nivel de sonido directo disminuye con la distancia respecto de los altavoces, cayendo a un ritmo de hasta 6 dB por cada duplicación de la distancia.

De los tres escenarios ilustrados en la figura A9.1, el escenario A representa el peor caso, aunque común, en el que los altavoces están apilados en el suelo (o en la parte delantera del escenario) sin nada que impida a los espectadores acercarse a ellos. Los espectadores que se encuentran en la parte delantera del público están mucho más cerca de los altavoces que los de la parte posterior. Además, las personas que están de pie frente al escenario impedirán parcialmente que el sonido de los altavoces llegue al público que está en la parte posterior. Como resultado, los espectadores que están en la parte delantera están peligrosamente sobreexpuestos, mientras que los de la parte posterior pueden tener dificultades para escuchar la música con claridad.

Figura A9.1:
Posicionamiento de los altavoces y su efecto en la distribución del sonido



Los escenarios B y C muestran dos formas en que se puede mejorar la situación. Si el techo del local es lo suficientemente alto, los altavoces se pueden elevar (“volar”) colgándolos del techo (Escenario B). La distancia de los espectadores al altavoz es, por lo tanto, más equitativa en toda la zona del público, y todos tienen una línea de visión clara a los altavoces. El resultado es un nivel de presión sonora seguro y satisfactorio para todos los espectadores, independientemente de su ubicación.

El escenario C muestra una disposición que se puede utilizar con buen efecto en locales que tienen una altura de techo más limitada. Los altavoces principales están nuevamente suspendidos del techo, pero a una altura más baja que en el escenario B. La llegada del sonido a la mitad posterior de la zona del público está respaldada por un conjunto de altavoces de retardo (más pequeños y menos potentes). La señal enviada a estos altavoces se retrasa por medios electrónicos o digitales para que el sonido de ellos llegue en sincronía con el de los altavoces principales que están en la parte delantera, o muy poco más tarde. Esto crea la percepción de que el sonido procede de la banda que está en el escenario, y no de un conjunto de altavoces montados a mitad de camino sobre la zona del público.

Colocación de *subwoofers*

Los *subwoofers* son altavoces que reproducen sonido de baja frecuencia por debajo de aproximadamente 100 Hz. Actualmente no hay evidencia que sugiera que tal sonido de baja frecuencia pueda afectar los oídos humanos. Sin embargo, elevar los *subwoofers* por encima de la altura de la cabeza puede producir una distribución más uniforme del sonido de baja frecuencia desde la parte frontal hasta la parte posterior del público (3). Puede que esto no siempre sea posible debido a las limitaciones de la altura del techo de un local y/o a la capacidad de carga. Sin embargo, es preferible “volar” los *subwoofers* siempre que sea posible, a la espera de que se sepa más acerca del riesgo que la exposición al sonido de baja frecuencia representa para el público.

El posicionamiento de los subwoofers generalmente tendrá un efecto directo limitado en los niveles de presión sonora con ponderación A en la posición de medición de referencia y, por lo tanto, en la capacidad de cumplir con el límite del nivel de presión sonora de $100 \text{ dB } L_{Aeq, 15\text{min}}$. Sin embargo, dicho posicionamiento puede determinar el nivel general de sonido de baja frecuencia que puede producir el sistema de sonorización sin causar que los espectadores que están en las primeras filas estén expuestos a niveles máximos superiores a $140 \text{ dB } L_{Cpeak}$ (véase C1.3.3).

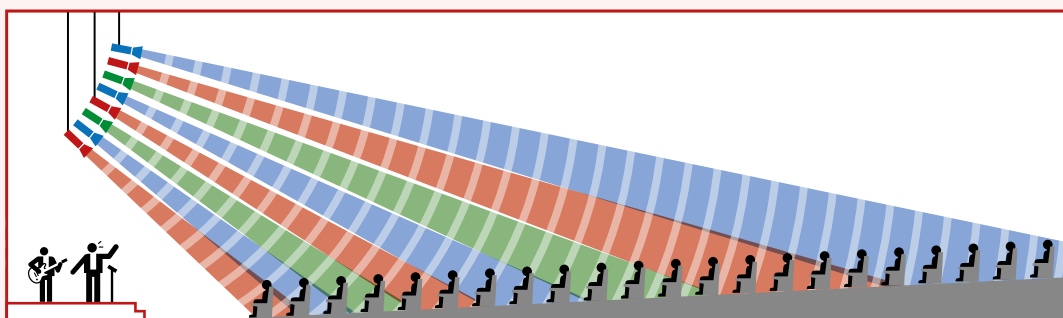
Directividad del altavoz

Los altavoces no emiten sonido por igual en todas las direcciones, particularmente en frecuencias medias y altas, donde la mayoría de los altavoces de refuerzo de sonido están diseñados para proyectar el sonido sobre un ángulo de cobertura definido (por ejemplo, 90° horizontal x 60° vertical). Los beneficios de direccionar los altavoces son:

- i) enfocar el sonido donde se quiere (por ejemplo, en el público, no en las paredes y el techo);
- ii) minimizar la interferencia de sonido entre altavoces (por ejemplo, cuando se utilizan varios altavoces, cada uno de los cuales proporciona cobertura a una parte determinada de la zona del público);
- iii) ayudar a compensar la atenuación natural del nivel de presión sonora con la distancia (por ejemplo, al dirigir un altavoz elevado hacia la parte posterior de la zona del público, el hecho de que los espectadores ubicados en la parte delantera estén más cerca del altavoz se compensa por el hecho de que el altavoz no está dirigido directamente a ellos, lo que produce un nivel de presión sonora más uniforme en las partes delantera y posterior de la audiencia).

En aplicaciones profesionales de refuerzo de sonido, el uso de una configuración de altavoz conocida como *line array* ahora está muy extendido en locales y eventos más grandes (Figura A9.2). Un *line array* comprende varias unidades de altavoces individuales colgadas una junto a la otra en una línea vertical (a veces curva). Con un diseño y una configuración cuidadosos, un *line array* puede lograr una amplia cobertura en el plano horizontal junto con una cobertura estrecha y bien direccionada en el plano vertical; por lo tanto, es una excelente opción para lograr niveles de presión sonora relativamente uniformes de adelante hacia atrás de una gran zona de público.

Figura A9.2:
Representación visual de la distribución de sonido
con una configuración de altavoces de tipo *line array*



Referencias

1. McCarthy J, Mulder K, Neervoort K, Shabalina E, Wardle A. Technical Document AESTD1007.1.20-05: Understanding and managing sound exposure and noise pollution at outdoor events. Audio Engineering Society; Nueva York, Estados Unidos; 2020.
2. Sandell J, Berntson A, Sjösten P, Blomgren G, Kähäri K. Acoustic intervention in a live music club. Acta Acustica united with Acustica. 2007; 93(5):843–849.
3. Corteel E, Coste-Dombre H, Combet C, Horyn Y, Montignies F. On the efficiency of flown vs. ground-stacked subwoofer configurations. 145.^a Convención de la Audio Engineering Society; Nueva York, Estados Unidos; 2018.

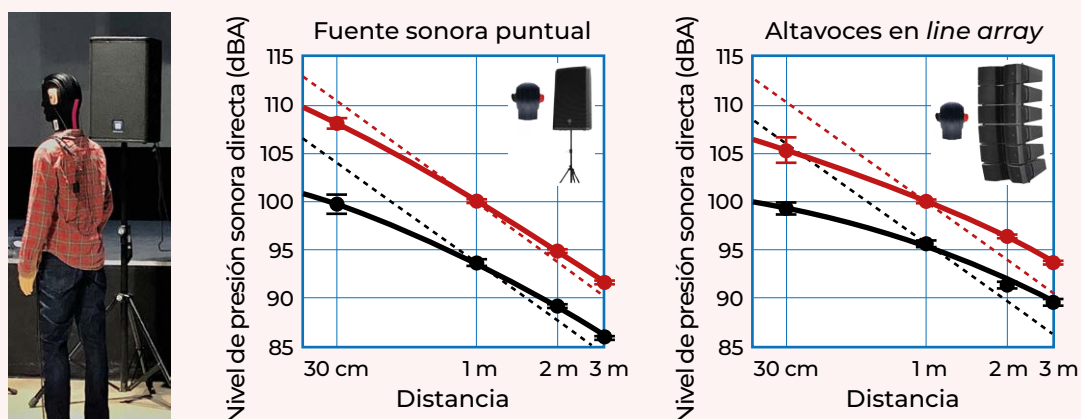
Anexo 10.

Niveles de presión sonora cerca de los altavoces

Los niveles de presión sonora aumentan rápidamente cuando una persona se aproxima a un altavoz; por lo tanto, el área que está inmediatamente delante de los altavoces es un sitio especialmente peligroso (1).

En la figura A10.1 se muestran los resultados de una serie de mediciones realizadas en Metronome, un local de música en vivo especialmente diseñado de Nottingham, Inglaterra, para comprender cómo varían los niveles de sonido con ponderación A cerca de altavoces (2).

Figura A10.1:
Niveles de presión sonora directa y proximidad a las fuentes sonoras puntuales y los altavoces en *line array*



En cada gráfica, las líneas rojas corresponden a los niveles de presión sonora recibidos en el oído derecho de un maniquí acústico cuando mira al escenario, mientras que las líneas negras corresponden a los niveles de presión sonora recibidos en su oído izquierdo (menos expuesto). Las líneas discontinuas muestran predicciones a partir de un modelo hipotético simple basado en un aumento de nivel de 6 dB para cada reducción a la mitad de la distancia con respecto al altavoz.

La velocidad a la que aumentan los niveles de presión sonora difiere según el tipo de altavoz; sin embargo, independientemente de estas diferencias, el nivel de presión sonora siempre aumenta considerablemente cuanto más cerca se está del altavoz.

Se halló que los niveles de sonido a 30 centímetros de distancia de un altavoz eran hasta 17 dB (A) más altos que a 3 metros. Esto corresponde a una reducción de 46 veces en el tiempo efectivo de “escucha sin riesgos” entre estos lugares (por ejemplo, pasar 4 horas a 3 metros de distancia de un altavoz equivale a pasar solo 5 minutos a 30 centímetros). Lo anterior pone de relieve la importancia de mantener a los espectadores alejados de los altavoces siempre que sea posible.

Referencias

1. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; setiembre de 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consultado el 29 de noviembre de 2021).
2. McCarthy, B. Sound systems: design and optimization. Modern techniques and tools for sound system design and alignment. Taylor & Francis Group; Oxford, Reino Unido; 2016.

Anexo 11.

Reducción del sonido en el escenario

A continuación, se presentan sugerencias para controlar los sonidos en el escenario (7). Esta no es una lista exhaustiva. Algunas son soluciones de bajo costo, accesibles para locales y eventos de todo tipo (por ejemplo, amortiguación de tambores acústicos, elevación de los monitores de piso). Otras, sin embargo, pueden implicar costos considerables, afectar la integridad artística o requerir capacitación y acostumbamiento de los músicos para que las acepten (por ejemplo, en el caso del monitoreo intraauricular). No todas las medidas serán aptas para su uso en todo tipo de locales o eventos.

i) **Baterías acústicas**

Los niveles de sonido de una batería acústica (generalmente el instrumento más ruidoso del escenario) se pueden reducir amortiguando tambores y platillos con cinta, toallas o una variedad de productos patentados para amortiguar tambores. El bombo se puede amortiguar relleno con cojines, almohadas, sábanas, mantas u otro material suave, como el que se puede requerir para lograr un sonido robusto de bombo reforzado (2). En algunos casos, puede ser posible reemplazar una batería acústica por una electrónica, cuyo nivel de presión sonora se maneja más fácilmente.

ii) **Amplificadores de *backline***

Se puede usar un atenuador de potencia en línea entre un amplificador de guitarra y su caja acústica para obtener el “sonido de alto volumen” a un nivel de presión sonora más bajo. Las cajas acústicas a veces se pueden “microfonear” fuera del escenario (por ejemplo, bajo un escenario elevado). En casos limitados, puede ser posible eliminar los amplificadores por completo y sustituirlos por una caja de inyección directa o un simulador de amplificador.

iii) Monitores de escenario

El uso de un sistema de monitoreo de escenario de alta calidad y bien mantenido puede ayudar a los músicos a escucharse a sí mismos con claridad sin necesidad de recurrir a niveles excesivos. Elevar los monitores de piso (por ejemplo, colocándolos sobre cajas de bebidas), o acercarlos a los intérpretes permite alcanzar el mismo nivel de presión sonora en los oídos de los intérpretes utilizando un nivel de salida más bajo del altavoz. El uso de un *bass shaker* (un dispositivo que permite a un baterista monitorear su propia ejecución a través de la vibración) puede reducir la necesidad de monitoreo acústico de alta intensidad a través de un *drum fill*. En casos limitados, puede ser posible reemplazar los monitores de escenario por monitores individuales (intrauriculares) para los artistas.

Una vez que las fuentes ruidosas en el escenario se han silenciado tanto como sea posible, el siguiente paso es reducir la cantidad de sonido que se propaga desde el escenario hasta la zona del público. Se pueden considerar las siguientes medidas:

- i) Amplificadores angulares de *backline* para que proyecten el sonido lejos del público.
- ii) Bloquear el sonido directo de los amplificadores de *backline* para que no llegue al público colocando frente al amplificador una tabla de madera resistente y vertical forrada con material absorbente del sonido (por ejemplo, espuma de celda abierta o lana mineral).



"Old amp" (<https://skfb.ly/onSEH>) de pibanezl está amparado por una licencia de atribución de Creative Commons. *"Microphone"* (<https://skfb.ly/onKFL>) de Helindu está amparado por una licencia de atribución de Creative Commons. *"Beer crate"* (<https://skfb.ly/6WvCn>) de 3DDomino está amparado por una licencia de atribución de Creative Commons. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

- iii) Bloquear el sonido directo de una batería, u otro instrumento acústico ruidoso, utilizando una pantalla transparente hecha de acrílico o policarbonato (la pantalla idealmente debe extenderse a los lados del instrumento, y la pared trasera debe tratarse con material absorbente de sonido para que reduzca el sonido reflejado).



*Imagen cortesía de
www.gear4music.com/
(WHD Drum Shield).*

Todas las medidas mencionadas requieren la cooperación y el consentimiento de los artistas, los técnicos y los ingenieros de sonido.

Referencias

1. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. Organización Mundial de la Salud; setiembre de 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consultado el 17 de diciembre de 2021).
2. Hill A, Hawksford M, Rosenthal A, Gland G. Kick-drum signal acquisition, isolation, and reinforcement optimization in live sound. Artículo 8357 presentado en la convención de la Audio Engineering Society. 2011;13–16 (https://www.researchgate.net/publication/228410182_Kick-Drum_Signal_Acquisition_Isolation_and_Reinforcement_Optimization_in_Live_Sound, consultado el 17 de diciembre de 2021).

Organización Mundial de la Salud

20 Avenue Appia
1211 Geneva 27
Switzerland

Sitio web: www.who.int/initiatives/behealthy

Correo electrónico: bhbm@who.int

