



UNIVERSIDAD DE  
SAN BUENAVENTURA

VIGILADA MINEDUCACIÓN



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA  
LA MITIGACIÓN DE RUIDO EN EL

# SECTOR COMERCIO

Guía elaborada bajo el convenio **No. 234 de 2022**  
celebrado entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá  
y la Universidad de San Buenaventura Medellín

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA  
LA MITIGACIÓN DE RUIDO EN EL

# SECTOR COMERCIO

Ejecuta:



**UNIVERSIDAD DE  
SAN BUENAVENTURA**

VIGILADA MINEDUCACIÓN

Un proyecto de:



Acreditación Institucional  
**MULTICAMPUS  
DE ALTA CALIDAD**  
VALIDA POR CUATRO (4) AÑOS  
RESOLUCIÓN 000000021 DE ABRIL DE 2016  
RESOLUCIÓN 06537 DEL 18 DE ABRIL DE 2016



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA  
LA MITIGACIÓN DE RUIDO EN EL

# SECTOR COMERCIO

Una publicación del  
**Área Metropolitana del Valle de Aburrá**



## Equipo de trabajo

- › **Diego Mauricio Murillo Gómez**  
Director del Proyecto - Universidad de San Buenaventura
- › **Jonathan Ochoa Villegas**  
Coordinador Técnico - Universidad de San Buenaventura
- › **Luis Esteban Gómez Cadavid**  
Coordinador Técnico - SIG - Universidad de San Buenaventura
- › **Jehny Marcela Martínez Castañeda**  
Ingeniera Técnico- Administrativa - Universidad de San Buenaventura



## Supervisión

- › **Diana Catalina Hoyos Giraldo**  
Profesional Universitario - Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- › **Enrique Raúl Córdoba Castro**  
Apoyo a la supervisión - Área Metropolitana del Valle de Aburrá



## Coordinación de la publicación

- › Oficiana asesora de comunicaciones del  
Área Metropolitana del Valle de Aburrá

**Juan David**  
Palacio Cardona  
Director

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

**Diana María**  
Montoya Velilla  
Subdirectora ambiental

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

**Fray Ernesto**  
Londoño Orozco O.F.M  
Rector

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA MEDELLÍN

**Hernan Alejandro**  
Acosta Ramirez  
Decano  
Facultad de Ingenierias

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA MEDELLÍN



## Diseño

- › **Ana Duque**  
Publicidad - Diagramación e Ilustraciones

ISBN: 978-958-5560-28-4

Fecha de Publicación: Diciembre de 2022

# Presentación

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá como entidad administrativa está conformada por los 10 municipios que hacen parte del Valle de Aburrá. El Distrito de Medellín es la ciudad núcleo, alrededor de la cual están conurbados los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Itagüí, Sabaneta, Envigado, La Estrella y Caldas; fue creada para consolidar el progreso y el desarrollo armónico de la gran Región Metropolitana, con funciones de autoridad ambiental urbana y de transporte masivo y público, colectivo e individual. Además, funge como ente articulador planificador y de coordinación territorial, articulador en seguridad y convivencia y gestor catastral.

El ruido está definido de manera subjetiva como todo sonido molesto o no deseado que afecta el bienestar y la salud de las personas. Es un factor que acompaña la vida del hombre debido a sus propios procesos de desarrollo.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido que el ruido es un problema de salud pública catalogado como uno de los riesgos ambientales más relevantes por su impacto negativo en la salud, tanto mental como físico que dependen de los niveles de presión sonora, la frecuencia y el tiempo de exposición, como trastorno del sueño, molestia, reducción del rendimiento cognitivo, enfermedades cardiovasculares, efectos en el sistema nervioso y pérdida en la audición.

En la Región se ha comenzado desde hace varios años a darle un lugar a la problemática del ruido para entender su comportamiento y de igual forma buscar las herramientas que hagan posible su disminución para el bienestar de la población. Lo anterior, en el marco del Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación por Ruido del Valle de Aburrá 2019-2030, adoptado mediante el Acuerdo Metropolitano No. 24 de 2019 que



está estructurado en 6 ejes transversales y 7 ejes temáticos, el “Eje temático 5: Industrias, comercios y servicios competitivos y de bajas emisiones de ruido” busca impulsar una cultura contra la contaminación acústica en los sectores industria, comercio y servicios, a través del fortalecimiento de la efectividad y alcance de los programas de prevención, diagnóstico y control del ruido ambiental.

Es habitual que en zonas donde se aglomeran un gran número de establecimientos de comercio de diferentes tipologías como discotecas, fondas, gastrobares, bares, licoreras, existan altos niveles de ruido, lo que ocasiona impactos y molestia en la población.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá en convenio con la Universidad San Buenaventura Medellín, realizaron la caracterización de 270 establecimientos de comercio en zonas críticas del área urbana del Valle de Aburrá, con altos niveles de ruido producto de sistemas de audio, no solo con el fin de conocer el estado actual de las emisiones de ruido que pueden afectar y producir molestia en la población, sino generar una guía técnica que sirva como herramienta para establecer estrategias para la prevención, mitigación y control de ruido.

La guía integra las alternativas existentes para la mitigación de ruido en el

sector comercial y busca contribuir a la implementación de mejores prácticas para establecimientos donde se desarrollen actividades económicas con sistemas de sonido asociadas a discotecas, fondas, gastrobares, bares, licoreras.

La guía aborda marco legal, efectos de ruido en la salud, características de los establecimientos, control de ruido, estrategias técnicas para el uso de sistemas de refuerzo sonoro, acondicionamiento y aislamiento acústico.

**Juan David**  
Palacio Cardona  
Director

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ

# Indice

**Presentación** | PAG **04**

**1. Marco legal** | PAG **07**

<b>2. Efectos del ruido en la salud</b>	<small>PAG</small> <b>12</b>
2.1 Exposición al Ruido.....	<small>PAG</small> <b>14</b>
2.2 Control de los riesgos asociados al ruido y de la exposición al ruido.....	<small>PAG</small> <b>15</b>
<b>3. Características de los establecimientos de comercio</b>	<small>PAG</small> <b>16</b>
<b>4. Control de ruido</b>	<small>PAG</small> <b>18</b>
4.1. Metodologías y herramientas para la determinación de estrategias de control de ruido.....	<small>PAG</small> <b>20</b>
4.2 Materiales típicos para el control de ruido.....	<small>PAG</small> <b>21</b>
4.3. Aspectos generales para la mitigación del ruido.....	<small>PAG</small> <b>22</b>
4.4 Errores de control de ruido a evitar.....	<small>PAG</small> <b>23</b>
4.5 Recomendaciones de bajo costo para los locales de menor tamaño.....	<small>PAG</small> <b>24</b>
<b>5. Estrategias técnicas para el uso de sistemas de refuerzo sonoro</b>	<small>PAG</small> <b>25</b>
<b>6. Estrategias para el acondicionamiento acústico</b>	<small>PAG</small> <b>31</b>
<b>7. Estrategias para el aislamiento acústico</b>	<small>PAG</small> <b>33</b>
Glosario .....	<small>PAG</small> <b>45</b>

**8. Bibliografía** | PAG **46**

# Marco legal

## 1. Marco legal

En el país se han adoptado diversas normativas que contextualizadas a nivel ambiental establecen niveles máximos permisibles de contaminantes. En la temática específica de la calidad acústica se abarca el ruido ambiental, la emisión de ruido, el ruido intradomiciliario y el ruido ocupacional.

A continuación, se puede apreciar el marco legal a nivel nacional para la temática de ruido.

### CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE 1991

#### Decreto - Ley 2811 de 1974

Código Nacional de Recursos Naturales

#### Decreto 948 de 1995

Prevención y control de la contaminación atmosférica

#### Ley 1801 de 2016

Código Nacional de policía y convivencia



## NORMAS RUIDO

### Resolución 8321 de 1983 Ministerio de Salud

Protección y conservación  
de la salud

### Resolución 0627 de 2006 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Emisión de ruido y  
ruido ambiental

### Decreto 1076 de 2015 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible

Decreto Único Reglamentario  
del Sector Ambiente y Desarrollo  
Sostenible

## FALLO

### Tribunal Administrativo de Antioquia

Dirime competencias entre  
el Municipio de Medellín y el Área  
Metropolitana del Valle de Aburrá

## CONCEPTO

### Concepto No. 2 de 2019 Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Competencias de las diferentes  
autoridades administrativas





## Acuerdo Metropolitano No. 24 de 2019 que adopta el Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación por Ruido del Valle de Aburrá (2019 - 2030)



## 2.1 RESOLUCIÓN 0627 DE 2006

Esta resolución establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, y determina:

- Estándares máximos permisibles según el uso del suelo, es decir, si es zona residencial, comercial, industrial o rural. Cuando se tienen diferentes actividades en el mismo uso, por ejemplo, residencias con locales comerciales permitidos, la evaluación del cumplimiento normativo, se valora respecto al nivel más restricto, que para el caso el residencial.
- Estándares máximos permisibles según los horarios, que son diurno y nocturno.

 Día 07-21h.

 Noche 21-07h.

- Metodología de medición, equipos requeridos para la captura de datos (sonómetro) y procesamiento de la información que entregan estos instrumentos.



### Emisión de ruido:

Es la presión sonora que generada en cualquier condición trasciende al medio ambiente o al espacio público



### Ruido Ambiental:

Sonido exterior no deseado que tiene efectos nocivos sobre la salud generado por las actividades humanas.



# ((( ))) Estándares máximos permisibles de niveles de ruido de emisión y ruido ambiental por sector.

SECTOR	SUBSECTOR	Niveles de Ruido Ambiental dB(A)		Niveles de Ruido de emisión dB(A)	
		☉ Día	☾ Noche	☉ Día	☾ Noche
<b>A</b>	<b>Tranquilidad y Silencio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.</li> </ul>	55	45	55	50
<b>B</b>	<b>Tranquilidad y Ruido Moderado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.</li> <li>Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.</li> <li>Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.</li> </ul>	65	50	65	55
<b>C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.</li> </ul>	75	70	75	75
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.</li> </ul>	70	55	70	60
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas con usos permitidos de oficinas.</li> </ul>	65	50	65	55
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas con usos institucionales.</li> <li>Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.</li> </ul>	80	70	80	75
<b>D</b>	<b>Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Residencial suburbana.</li> <li>Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.</li> <li>Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.</li> </ul>	55	45	55	50

## 2. Efectos del ruido en la salud

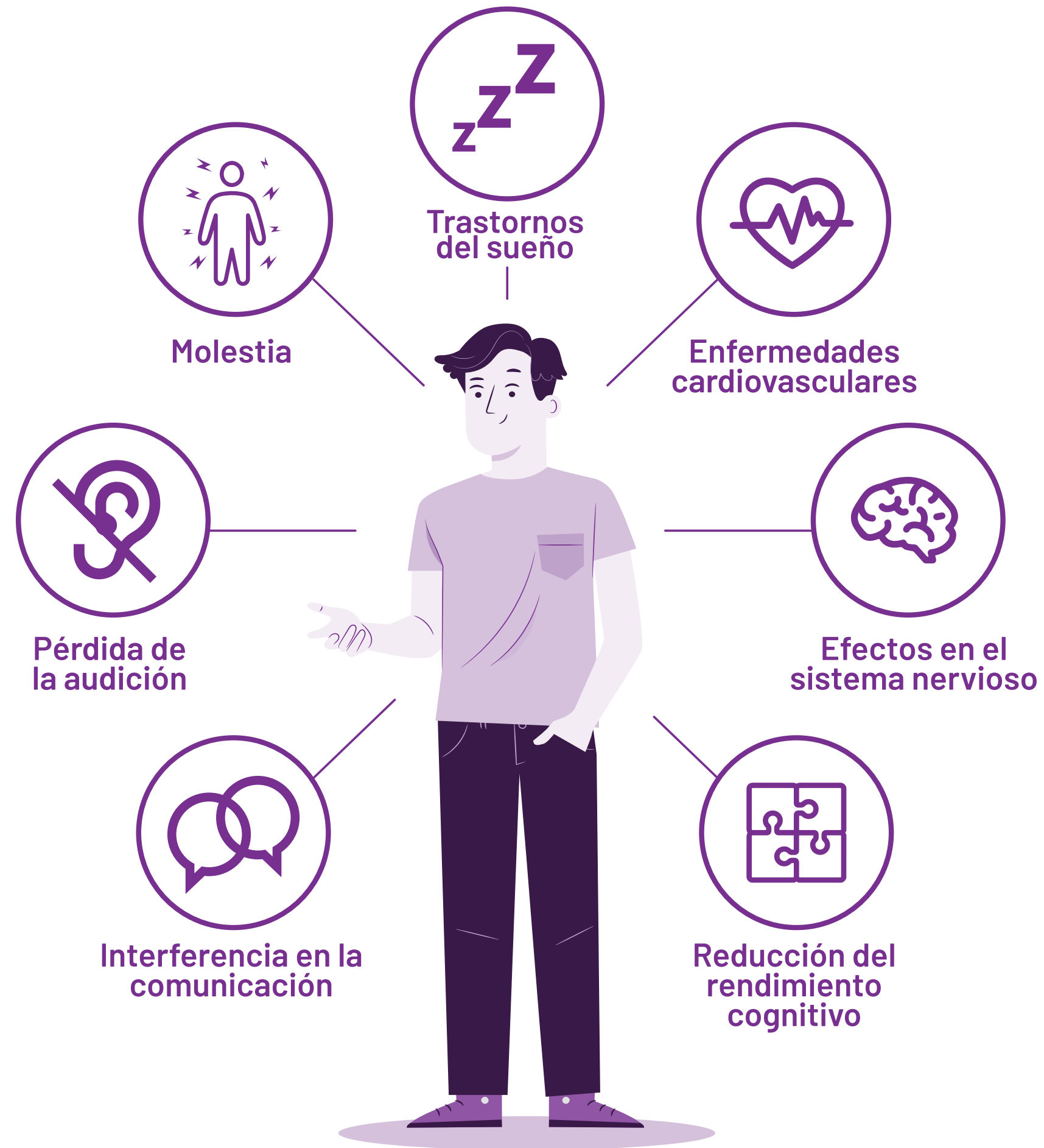


### ¿Por qué el Ruido es un problema de Salud Pública?

- Riesgo ambiental para la salud.
- Efectos negativos en la salud, el bienestar humano y el de los ecosistemas.
- Hoy se habla de efectos del ruido, por las fuentes de tráfico, aeronáutico, industria, comercio, dispositivos electrónicos personales ...

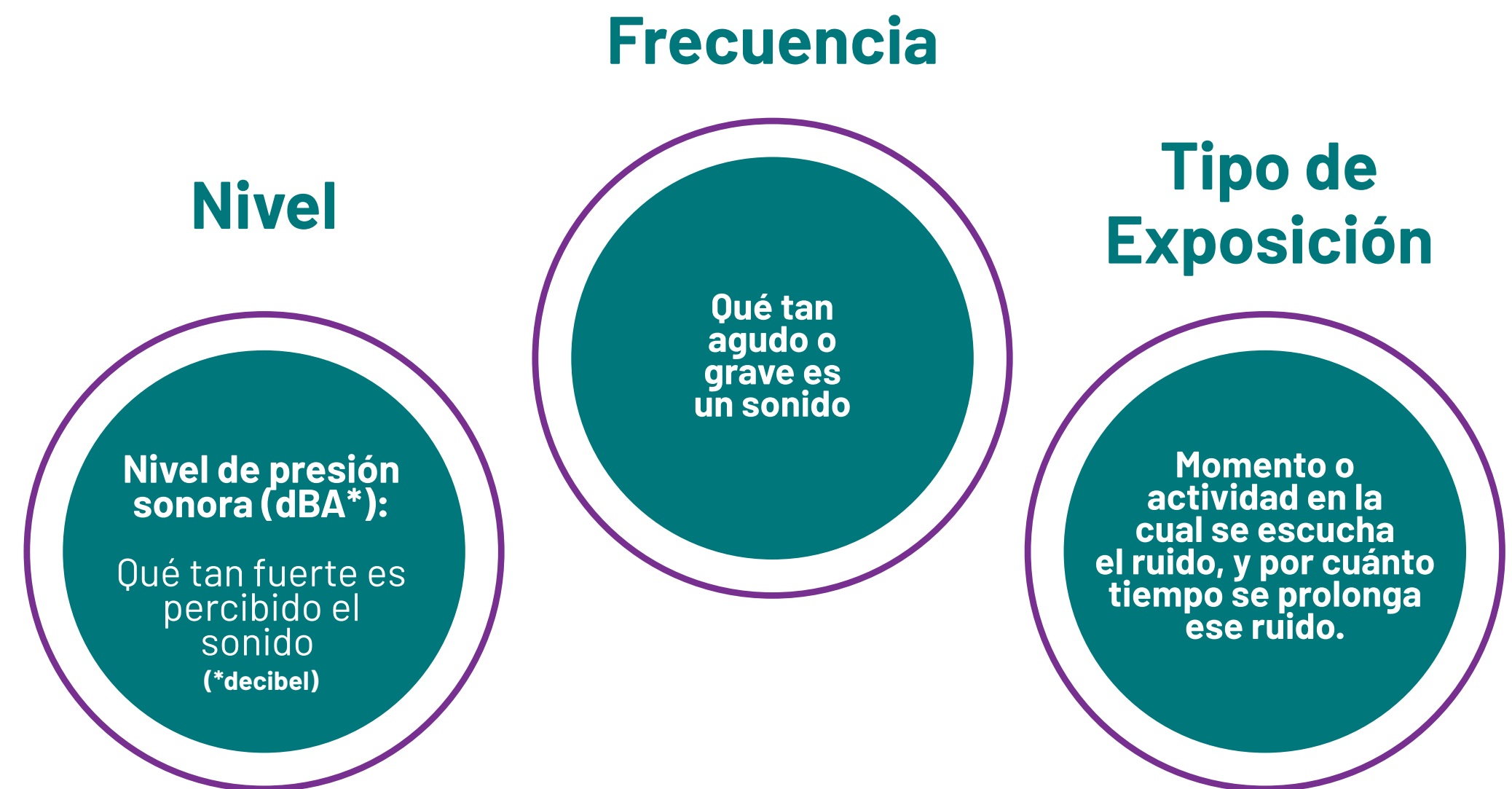


La exposición al ruido según la OMS puede causar efectos negativos en la salud humana como:



## Efectos en la salud

Depende de:





## 2.1 EXPOSICIÓN AL RUIDO



Actualmente, el uso de sistemas de refuerzo sonoro es una de las fuentes de ruido más común en establecimientos de comercio. Se tiene la creencia que la música amplificada debe sonar muy fuerte porque así lo desea el público, sin embargo esta alejado de principios de calidad sonora y no es funcional cuando se tiene población sensible al rededor.

La reducción del riesgo asociados al ruido en los sectores comerciales no busca su cierre o la no apertura de los establecimientos, sino proteger a las personas y disminuir el impacto en los territorios asociados con el ruido ambiental producto de estas fuentes.

La acción más efectiva para reducir los niveles de ruido en los establecimientos de comercio es la disminución del nivel de la música (más conocida como “bajarle el volumen”).

Esta acción reduce la exposición sin comprometer la calidad de la percepción sonora, por ejemplo: disminuir 3 dB representa el 50% de la energía inicial y por tanto permite aumentar el tiempo de exposición al ruido sin generar efectos adversos.

El riesgo de la exposición al ruido no solo depende del nivel, sino del tiempo de exposición. De acuerdo con la OMS, una exposición continua a 80 dB(A) durante 8 horas es un umbral de riesgo para pérdida auditiva, pero la misma dosis se alcanza en tan solo 3 (tres) minutos cuando el nivel es de 102 dB(A).



## 2.2



### CONTROL DE LOS RIESGOS ASOCIADOS AL RUIDO Y DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO

Siempre que exista exposición al ruido se debe buscar la manera de reducir el nivel de ruido o que las personas se expongan durante periodos de tiempo menores.

Existen muchas maneras de reducir el ruido y la exposición al ruido. Sin embargo, es importante abordar en primer lugar las fuentes de ruido predominantes o las que emitan niveles más elevados y escoger las soluciones que más se adecuen a los problemas específicos de un determinado evento.



# 3. Características de los establecimientos de comercio

A continuación, se describen las tipologías y características de los establecimientos objeto de este estudio y que fueron identificados como grandes emisores de ruido.



## Discotecas

Establecimientos de comercio de expendio de bebidas alcohólicas. Se realiza especial énfasis en la música a altos niveles, pista de baile e iluminación rítmica. El aforo supera las 100 personas. Son establecimientos cerrados y cuentan con sistemas de acondicionamiento de aire.



## Fondas

Estos establecimientos son un tipo de discoteca. Su decoración y el género de la música es típico de la región. Su aforo supera las 100 personas de forma habitual. La música y a veces los aperitivos son el centro de atención. Los locales cuentan con mucho espacio abierto en sus fachadas.



## Gastro Bares

### Restaurante Bar / Café Bar

Son establecimientos que combinan las características de un bar y un restaurante. Estos lugares tienen un horario de atención que inicia antes que los bares por su actividad de venta de alimentos para consumo en sitio. La música y la iluminación por lo general se adapta para que el cliente consuma alimentos. Por lo anterior el nivel de la música es menor comparado con los bares y demás tipos de establecimientos.



## Bares

### Bar / Video Bar / Cantina

Son locales de expendio de bebidas alcohólicas. Son espacios por lo general más abiertos y con atención en espacio público. Su aforo puede variar, pero por lo general no supera las 100 personas. La música puede funcionar como música ambiental o como fuente de entretenimiento.



## Licoreras

Estos establecimientos se caracterizan por no poseer aforo al interior, solo algunas mesas y sillas por fuera del mismo.





## Características comunes

- Las fuentes de ruido se originan principalmente por los sistemas de refuerzo sonoro, televisores, extractores.
- Confluye gran cantidad de personas para el consumo de bebidas alcohólicas y alimentos.
- Malas prácticas que contribuyen a generar altos niveles de emisión de ruido, por ejemplo, en la distribución de altavoces, bajos niveles de aislamiento, propagación del sonido por puertas, ventanas o techos porque no son sitios cerrados.
- Las personas que frecuentan estos sitios generan mucha bulla y es un factor relevante en la emisión de ruido, y que está asociada a la molestia de la comunidad que residen cerca de ellos. Los horarios de funcionamiento son entre las 2 de la tarde y 4 de la mañana.
- Dependiendo el sector donde se ubican los establecimientos, los horarios están restringidos por la autoridad competente en cada municipio.
- Los fines de semana y días como miércoles y jueves, son los de mayor actividad y con un impacto más significativo en la jornada nocturna.



### Aislamiento acústico:

Es toda técnica constructiva usada para evitar la transmisión de ruido de un lugar a otro.

- Las discotecas y fondas son los establecimientos que presentan mayores niveles de ruido de manera global, lo cual se refleja en que el 75% de los establecimientos medidos se encuentran por encima de 85 dBA, obteniendo un nivel máximo de 100 dBA.
- Los establecimientos con menor nivel de ruido son los tipos gastro - bar, presentando niveles por debajo de 80 dBA.
- En la tipología de bares, se obtienen niveles de ruido entre 80 y 90 dBA
- El 95% de los establecimientos caracterizados tienen un **aislamiento** menor a 10 dB (bajo) producto de las fachadas abiertas y solo el 5% cuenta con la fachada cerrada, lo que se traduce en niveles de aislamiento mayores.

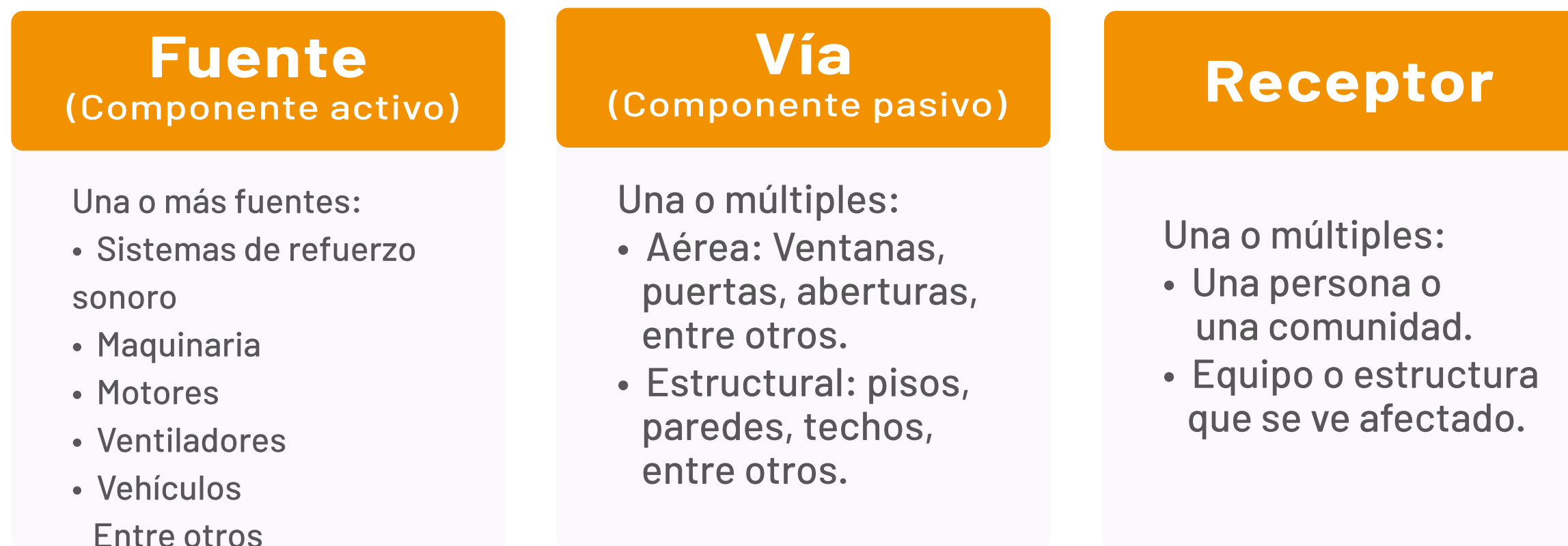
# Control de ruido

## 4. Control de ruido



El control de ruido es el proceso por el cual se establecen objetivos para la mitigación de los niveles de ruido producidos por una fuente sonora. En muchos de los casos busca la protección auditiva de los operadores y demás receptores, pero también disminuir los niveles de emisión hacia el exterior que tengan impacto sobre el ruido ambiental.

Al realizar prácticas para la disminución del ruido se debe intentar identificar los mecanismos acústicos básicos involucrados considerando la cadena causal.





## El control de ruido se puede disponer en dos componentes en la fuente y la vía transmisión:

### Control de ruido en la fuente

Tiene como objetivo la fuente generadora de ruido y algunos ejemplos pueden ser:

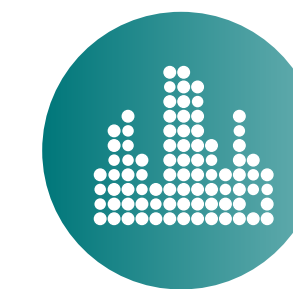
- Generar equilibrio en masas rotatorias que pueda presentar la fuente.
- Aislar componentes vibratorios de la fuente.
- Reducir el movimiento de los componentes que vibran (utilizando materiales de amortiguación).
- Realizar posibles cambios en el funcionamiento de los equipos sin afectar su operación.

### Control de ruido en la vía de transmisión

Aquí se pretende reducir la energía comunicada al receptor y algunos ejemplos pueden ser:

- Aumentar la distancia entre la fuente y el receptor.
- Ubicar la fuente de tal manera que se optimice la distribución del ruido y haya una menor afectación al receptor o receptores.
- Instalación de barreras (al aire libre o alrededor de la fuente, de acuerdo con su ubicación) utilizando materiales absorbentes de ruido.

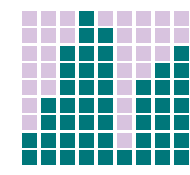
- Es importante establecer el número de fuentes de ruido y el ruido que generan. No es lo mismo un altavoz o un sistema de ventilación, lo cual requiere diferentes enfoques de control de ruido.
- Las vías de transmisión sonora, es usualmente lo que separa la fuente y el receptor. Se debe definir que material involucra una separación o solamente es aire.
- Los receptores pueden ser múltiples, los usuarios, empleados, vecinos cercanos y lejanos, por lo que se debe evaluar la afectación por las fuentes de ruido involucradas.
- Los 3 componentes de la transmisión y propagación sonoras se describen de manera separada, pero son íntegros para la solución de la problemática del ruido.



**Sistema de refuerzo sonoro:**  
Sistema para reproducir música.



# 4.1



## METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS PARA DETERMINAR ESTRATEGIAS DE CONTROL DE RUIDO

ACTIVIDAD ECONÓMICA	CONTROL DE RUIDO SOBRE LA FUENTE DE RUIDO				CONTROL DE RUIDO EN EL CAMINO DE TRANSMISIÓN	
	EQUIPOS DE AUDIO CALIBRADOS	SISTEMAS DE VENTILACIÓN BUEN ESTADO	ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO	ASILAMIENTO DE VIBRACIONES	PANTALLAS ACÚSTICAS	AISLAMIENTOS DE MUROS
Discotecas	\$		\$\$			\$\$
Fondas	\$		\$\$			\$\$
Gastro Bares		\$	\$\$			\$\$
Bares			\$\$			\$
Otros		\$	\$\$	\$\$\$		\$\$

**Costo de la alternativa**

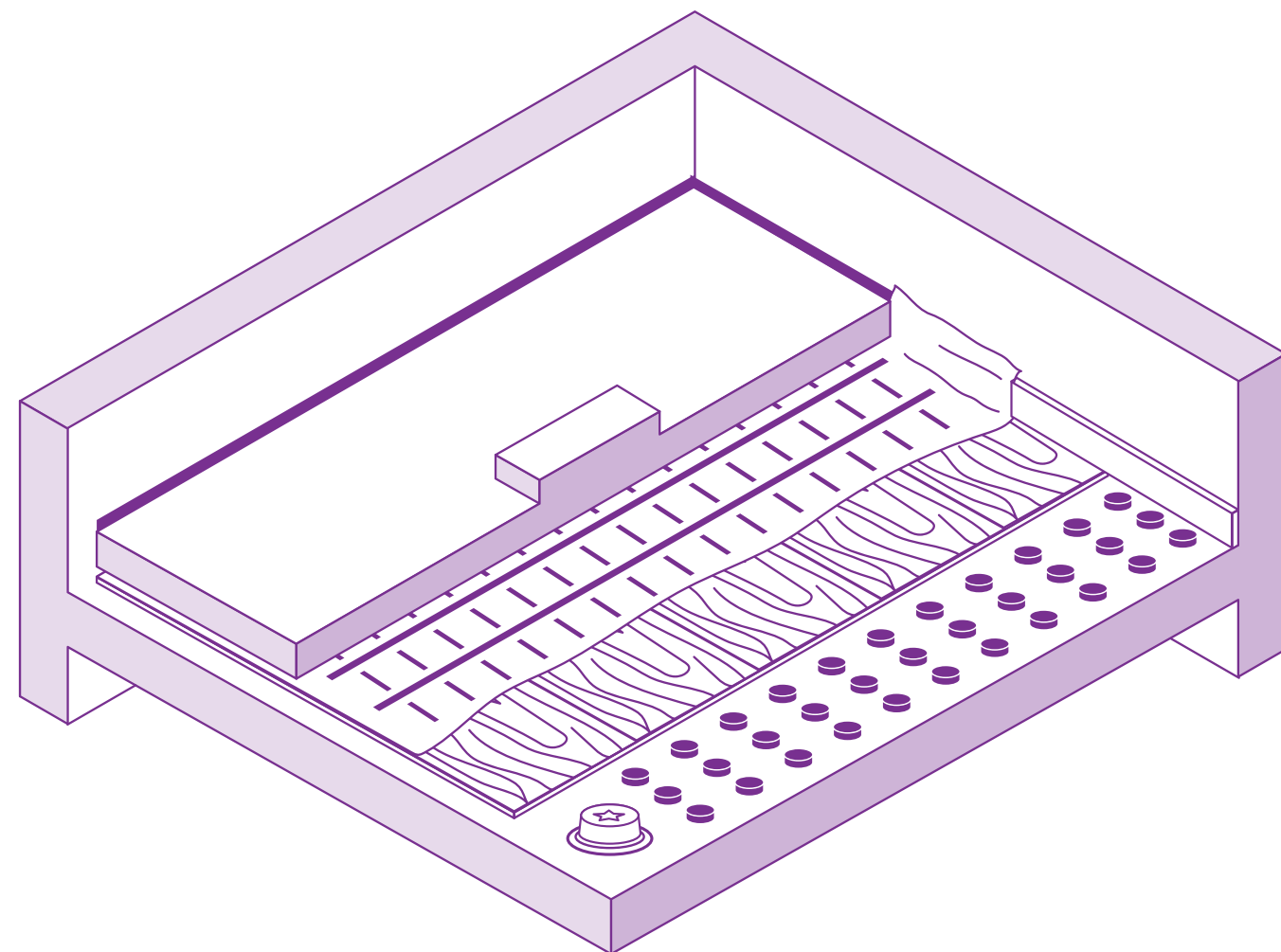
\$: Bajo  
 \$\$: Medio  
 \$\$\$: Alto



## 4.2 MATERIALES TÍPICOS PARA EL CONTROL DE RUIDO

Las estrategias de control de ruido en el medio de transmisión tienen dos principios: Absorción o reflexión. En el primero la energía sonora choca e ingresa a un material poroso, el cual disipa la energía transformándola en calor; en el segundo, la onda es reflejada hacia otro lugar evitando que la totalidad de la energía llegue a un receptor de interés, pero aumenta el nivel de presión sonora en otro lugar.

Paredes, tabiques, barreras y cerramientos utilizan el principio de reflexión para minimizar el sonido transmitido.



Los materiales de absorción aplicados en las paredes, en las habitaciones, como revestimientos, etc. utilizan el principio de disipación para minimizar el sonido reflejado. Los más típicos son lanas minerales, fibras de vidrio que tienen características físicas que proporcionan gran absorción en medias y altas frecuencias.



## 4.3



### ASPECTOS GENERALES PARA LA MITIGACIÓN DEL RUIDO

Antes de realizar cualquier intervención acústica en un recinto, es importante hacerse las siguientes preguntas, para definir las mejores medidas:

1

¿Está cumpliendo mi establecimiento con la normativa de ruido?

2

¿Están los niveles de presión sonora de mi establecimiento acordes al tipo de actividad al que está dirigido?

3

¿Están los elementos de mi establecimiento acondicionados de manera que el ruido no sea un problema tanto dentro como fuera de él?

4

¿Es mi sistema de refuerzo sonoro acorde con el uso para el que está siendo utilizado?

5

¿Existe confort acústico para clientes?, si la respuesta es no ¿Cuáles son las razones?

6

¿El tiempo de reverberación de mi recinto es acorde con las actividades que se realizan en él?

7

¿Tengo cobertura homogénea del sonido en el área de audiencia de mi establecimiento?



#### Tiempo de reverberación:

Es el tiempo (en segundos) que tarda en desaparecer el sonido en un recinto. Está relacionado con el confort acústico.

#### Nivel de Presión Sonora (SPL):

Determina el nivel en decibels de la presión sonora obtenido mediante las redes de ponderación A, B o C.

**dB(A)**



## 4.4 ERRORES DE CONTROL DE RUIDO A EVITAR

Hay 5 errores que se deben evitar al momento de abordar estrategias para la mitigación de ruido en los establecimientos de comercio.

### 2 No considerar el control del ruido antes de iniciar un proyecto.

Una fuente de ruido puede tratarse después de la instalación, pero generalmente es el doble de costosa y la mitad de efectivo, en comparación si se hace con el diseño adecuado, antes de ponerla en funcionamiento.

### 4 No sellar las fugas de aire.

El sonido siempre toma el camino más fácil alrededor o a través de una barrera. Los huecos de construcción o las fugas de aire son, la manera más fácil, para que el sonido pase de un espacio a otro.

### 5 Utilizar materiales no adecuados.

El uso de materiales convencionales como las cajas de huevo, el poliestireno expandido (Icopor) y las espumas que se usan para la fabricación de colchones, no son aptos para la mitigación del ruido. No solo por sus bajas propiedades para disminuir la transmisión sonora o absorción de ruido, sino porque son inflamables. Las cortinas delgadas, espumas, alfombras, tejas delgadas o paneles delgados de material absorbente no tienen efecto en la disminución de ruido, cuando se usan crean más problemas que los que resuelven.

### 1 Pensar que no tienes un problema de ruido.

Tienes un problema de ruido si una persona está expuesto a un nivel de ruido superior a 85 dBA, es decir, que la comunicación es difícil.

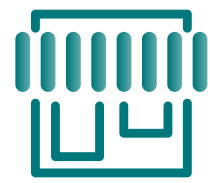
### 3 No utilizar un enfoque de sistemas para el control del ruido.

Una mala inversión en control de ruido es no considerar múltiples soluciones en las rutas de transmisión. Es necesario seguir estos pasos:

- Evaluar la fuente, establecer los niveles de ruido aceptables a llegar, definir los métodos de control.



## 4.5



RECOMENDACIONES DE BAJO COSTO PARA LOS

## ESTABLECIMIENTOS DE MENOR TAMAÑO

A continuación, se describen unas medidas de control del ruido sencillas y que pueden resultar muy eficaces:

- Asegurarse de que los altavoces se encuentren en una ubicación adecuada, enfrente de la mayor parte del público y, preferiblemente, no frente a la zona de la barra u otras zonas de trabajo.
- Asegurarse de que los altavoces estén orientados en la dirección correcta, evitando niveles excesivos en zonas que no lo requieren.
- Montar los altavoces en posiciones elevadas y estudiar la posibilidad de colocarlos en las paredes o de utilizar soportes para elevarlos.
- Insonorizar puertas, ventanas y otras zonas de “filtración” si esto evita que la dispersión alcance otras zonas que serían silenciosas. Sin embargo, hay que evitar el uso no adecuado, que podrían resultar ineficaces y presentar otros riesgos.
- Cuando se tenga música en vivo, situar la banda detrás de los altavoces principales.

### Para tener en cuenta...

La implementación de todas las metodologías de insonorización debe ser realizadas por profesionales con experiencia en el área y personal técnico capacitado en la instalación de soluciones acústicas, quienes cuentan con los conocimientos necesarios para realizar procesos tanto de evaluación y diseño, como de implementación y control .

Los montajes de medidas de control de ruido tienen en muchas ocasiones, implicaciones estructurales que deben ser evaluadas. Para esto es importante que un ingeniero civil o arquitecto en estructuras avale la viabilidad de la medida.

Los parámetros de diseño deben buscar el uso correcto de los equipos de audio, preste especial atención a la potencia eléctrica para la que están diseñados, y sus impedancias de entrada y de salida que determinará el flujo de la tensión dentro de estos.

Elija el sistema de distribución de potencia óptimo según las necesidades particulares del establecimiento y tener en cuenta la disposición de los transductores de entrada y de salida, para prevenir retroalimentaciones en el sistema que puedan dañarlo.

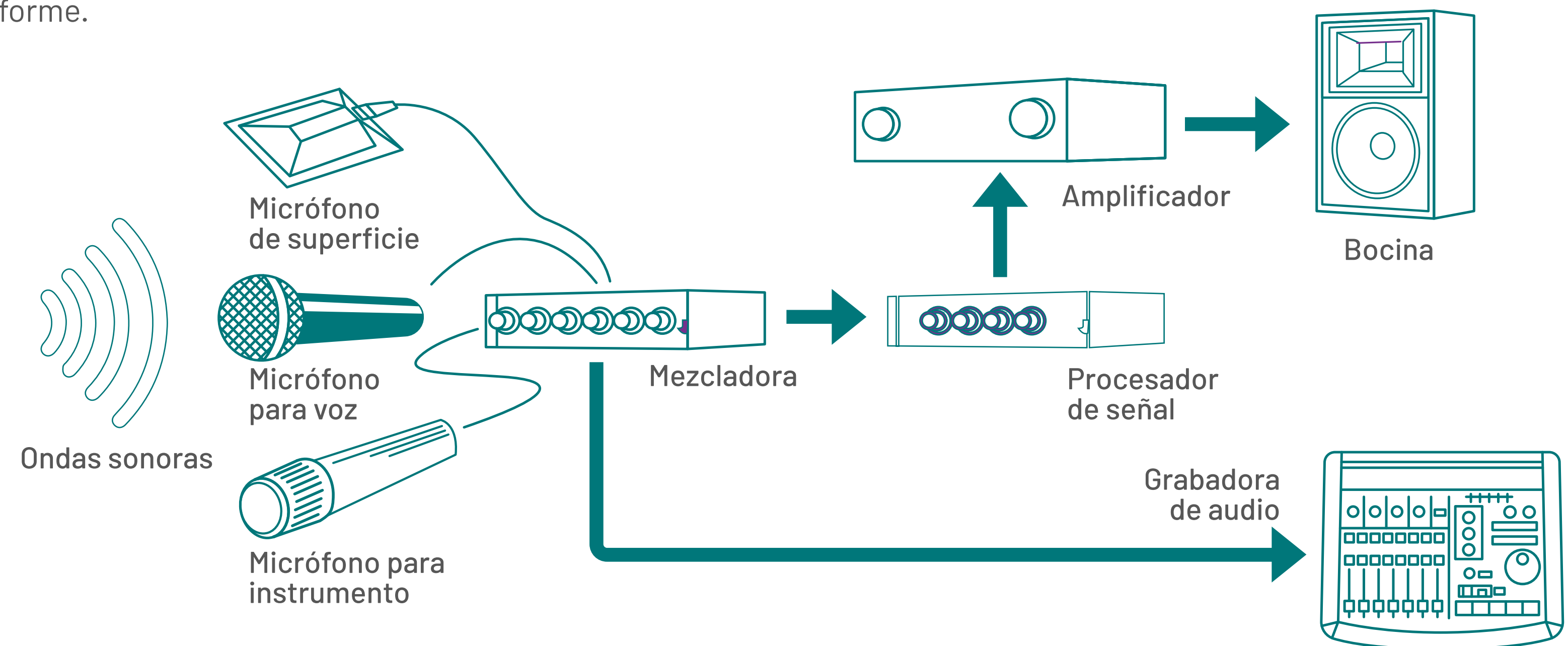


# 5. Estrategias técnicas para el uso de sistemas de refuerzo sonoro

Un sistema básico de refuerzo de sonoro consiste en un aparato de entrada (micrófono), un aparato de control (mezcladora), un aparato de amplificación (amplificador de poder) y un aparato de salida (bocina).

Los objetivos particulares de este tipo de sistemas son: la obtención de un nivel de presión sonora en un área objetivo, la fidelidad de la señal reproducida, alta inteligibilidad, y un cubrimiento acústico uniforme.

## Típico sistema de refuerzo sonoro



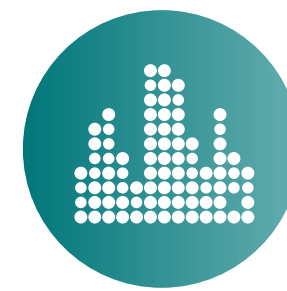


## Fidelidad, inteligibilidad y cubrimiento

Para lograr estos objetivos, se deben tener en cuenta varias consideraciones técnicas relacionadas con el funcionamiento de los dispositivos que componen el sistema y su acople.

- En general, los locales comerciales tales como discotecas y fondas están sujetos a altos niveles de ruido. Una de las razones es que para los clientes es atractivo altos niveles de música. Las medidas de control deben enfocarse al cumplimiento de la normativa y el cuidado de la salud de las personas dentro del lugar.
- Para el control de la emisión de música, deben realizarse diseños acústicos previos a la construcción del recinto o de control en caso de estar ya construido, teniendo en cuenta las variables que determinarán su comportamiento acústico como la distribución del local, el sistema de altavoces y la existencia de actuaciones en vivo.
- Se debe buscar una distribución homogénea del nivel de presión sonora en función de las áreas a sonorizar, tenga en cuenta que el nivel producido por un parlante hasta un oyente cambiará en función de la distancia entre ellos y el tiempo de reverberación del lugar.
- Para obtener un nivel adecuado en el oyente, es recomendable que el eje del altavoz esté en dirección a este y que la distancia que los separa no sea muy grande.
- En función de cumplir con los requerimientos acústicos de cada lugar, se debe tener en cuenta el tipo de distribución de altavoces a utilizar.

- Los altavoces están diseñados para tener un mayor nivel de presión sonora en su parte frontal que en su parte posterior; esta característica se puede aprovechar, direccionando los altavoces hacia el interior y disminuir los niveles de presión sonora que trascienden al exterior.
- En locales donde se requiere niveles de presión sonora en zonas específicas, se debe optar por un sistema de altavoces distribuido, que consiste en ubicar parlantes dispersos alrededor del área a sonorizar, esto proporciona un campo acústico homogéneo debido a la acción de todos los altavoces en conjunto. Esto tiene como ventaja de que no se requiere la emisión de altos niveles de presión sonora por parte de los parlantes, ya que su distribución hace que no se pierda nivel en ningún punto de la zona.

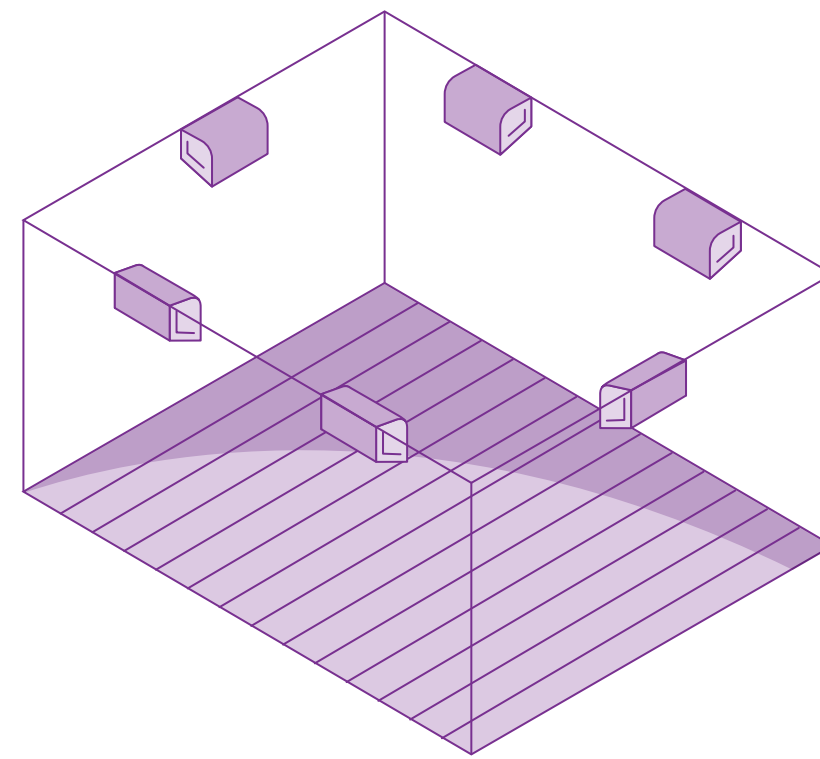


### **Inteligibilidad:**

Porcentaje de entendimiento de un mensaje.

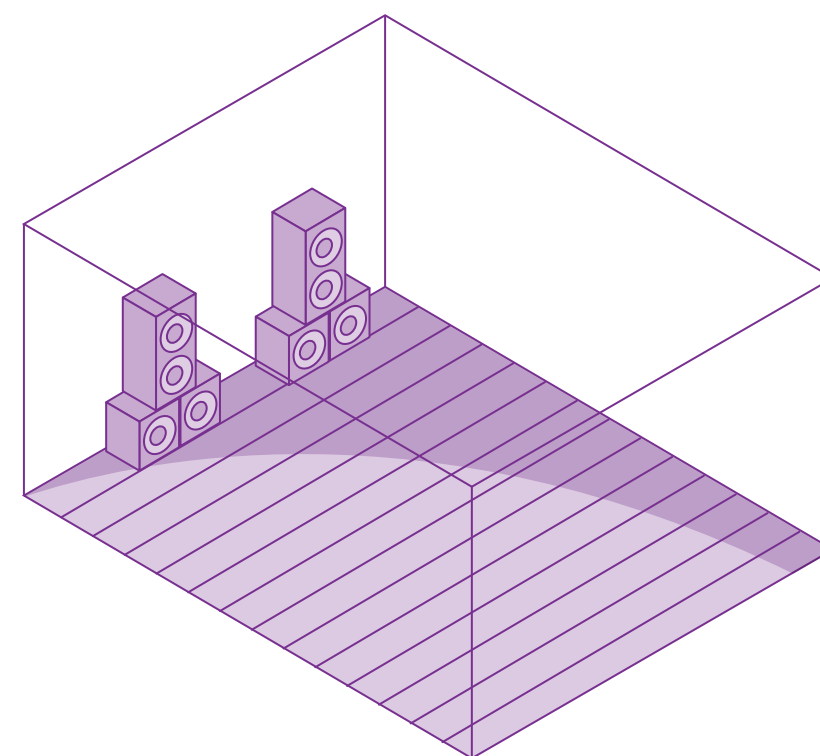
### **Fidelidad:**

Reproducción de un mensaje con la calidad que fue grabado.



Representación de sistema de altavoces distribuido

El sistema de altavoces centralizado consiste en la focalización de un punto de emisión donde se encuentran los parlantes y de donde se radiará la energía sonora hacia el público, este tipo de sistema obliga a aumentar el nivel de los altavoces para llegar hasta los puntos más alejados, haciendo que las personas más cercanas estén expuestas a altos niveles de presión sonora. Este sistema no es recomendable para locales donde se reproduzca música de ambiente, ya que no proporciona un nivel homogéneo.



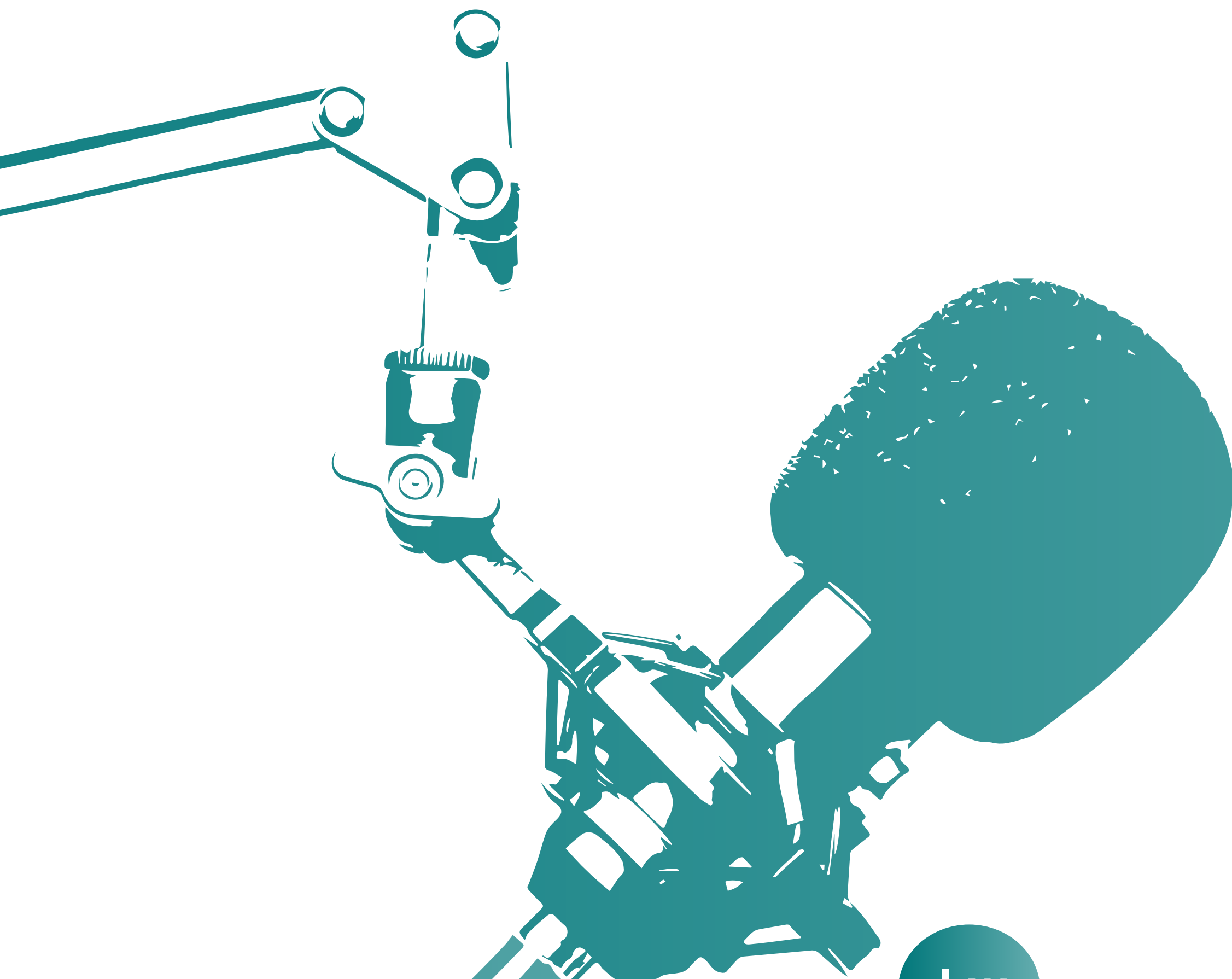
Representación de sistema de altavoces centralizado

- El posicionamiento de cada uno de los altavoces debe estar pensado, teniendo en cuenta su directividad y paredes cercanas, en función de evitar reflexiones indeseadas que aumenten el campo reverberante del recinto.

**Recomendación:** Esto puede evitarse con el posicionamiento de parlantes en el techo, ya que el sonido que radia estará direccionado solo a la audiencia de interés.

- Debido a que los altavoces están unidos estructuralmente a las paredes del local, las vibraciones producidas pueden transmitirse mecánicamente a los elementos del lugar, y así causar ruido no solo en el recinto propio, si no, en recintos contiguos.
- El tiempo de reverberación propio del lugar influirá directamente sobre la percepción musical; altos tiempos de reverberación proporcionan pérdida de inteligibilidad en la música reproducida, que se confunde con falta de nivel, por lo que se tiende a subir los niveles de potencia a los dispositivos de audio, creando campos sonoros con altos niveles de presión sonora que no mejoran el problema.

**Recomendación:** Para tratar este problema se recomienda realizar el diseño acústico del recinto, con la intención de seleccionar y ubicar correctamente materiales que ayuden a bajar los tiempos de reverberación.



Lw

### Nivel de Potencia Acústica (SWL):

Es la cantidad de energía acústica emitida por una fuente por unidad de tiempo.

- En los locales con presentación de música en vivo, se deben tener en cuenta otras características para disminuir los niveles de sonido transmitidos al exterior, sin alterar la calidad de la presentación. Uno de los factores relevantes es la ubicación de los músicos dentro del establecimiento, que deben estar cerca del área que se pretende sonorizar, para evitar altos niveles de potencia en los equipos de audio.
- Los parlantes deben estar en posiciones elevadas para una mayor cobertura en función de su directividad. Es común que en establecimientos pequeños los músicos son quienes tienen el control del sistema de refuerzo sonoro, esto debe evitarse para que el establecimiento pueda asegurar en todo momento los niveles máximos a los que puede llegar.
- Otro de los problemas que se presenta a la hora de realizar la sonorización de actuaciones en vivo, es la incomodidad de los músicos debido a deficiencias en el monitoreo (o escuchar lo que tocan), ya que esta situación los obliga a subir el nivel de sus instrumentos aumentando el nivel de presión sonora en el recinto.

**Recomendación:** Esto puede mejorarse proporcionando al músico un sistema de monitoreo individual como los auriculares o in-ears, que además



## ¿Cómo seleccionar un sistema refuerzo sonoro?

Para la selección del sistema de reproducción óptimo en función de las necesidades del establecimiento, se recomienda el siguiente procedimiento de evaluación:

### 1. Realizar un plano en planta y de elevación del establecimiento

Con el fin de tener una visualización del local y el área en general, se deben realizar planos donde se presente:

- Las dimensiones del local.
- Las áreas de audiencia y áreas de menor cobertura.
- Sitios donde no se pueden instalar altavoces.

### 2. Estimar el volumen de la sala

A partir de los planos elaborados calcule el volumen total del recinto. Se recomienda en caso de tener dimensiones irregulares, dividir el recinto en áreas rectangulares para simplificar el cálculo.

### 3. Estimar el tiempo de reverberación

Este parámetro es fundamental en el diseño del sistema de sonido, ya que determina en gran parte el comportamiento de la energía acústica dentro de un recinto y está en función de la frecuencia. Tener especial cuidado en las bandas de 500Hz a 2000Hz, debido a que es el rango donde se encuentra la mayor parte de la energía de la voz hablada.

En lugares con tiempos de reverberación muy altos van a tener problemas para la implementación de sistemas de sonido y de preferencia deberían tratarse.

La estimación del tiempo de reverberación se realiza a través de la medición en el interior de un recinto del tiempo en el que decae una señal 60 dB.

Tabla 1. Tiempo de reverberación de referencia

TIEMPO DE REVERBERACIÓN (SEGUNDOS)								
0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
SECO			MODERADAMENTE REVERBERANTE			REVERBERANTE		
SALA DE CONFERENCIAS			TÍPICO AUDITORIO			COLISEO		



Usualmente en establecimientos comerciales se desea tiempos de reverberación de 1.5 segundos, con la intención de mantener una buena inteligibilidad de la palabra, por lo tanto, se recomienda tratar acústicamente a los recintos con valores altos en este parámetro. Es importante la asesoría de un consultor en el proceso de estimación de parámetros acústicos.

#### 4. Determinar del Nivel Máximo de Presión Sonora Continuo

Se debe definir el nivel máximo de presión sonora continuo que se desea en el establecimiento, pero teniendo en cuenta parámetros como niveles máximos permitidos por la normatividad y también el nivel que garantiza el confort acústico de los usuarios en función del uso del local. Para esto se recomienda la Tabla 2 que ilustra la relación entre el nivel de presión sonora y el uso del establecimiento.

La medición del nivel de presión sonora continuo corresponde al nivel promedio medido por un sonómetro cuando el sistema está reproduciendo **ruido rosa**, y operando en las condiciones de uso diseñadas.

Tabla 2. Relación niveles de presión sonora dentro del establecimiento y su uso.

NIVEL DE PRESIÓN SONORA (dB)							
75	80	85	90	95	100	105	110+
MODERADAMENTE FUERTE		FUERTE		MUY FUERTE		EXTREMADAMENTE FUERTE	
REFUERZO TÍPICO PARA PALABRA HABLADA		MÚSICA PARA ENTRETENER		CLUB NOCTURNO		CONCIERTO DE ROCK	



#### Ruido rosa:

Ruido el cual el nivel de presión sonora decae inversamente proporcional a la frecuencia.

# 6. Estrategias para el acondicionamiento acústico

El acondicionamiento acústico son las acciones orientadas a la adecuación de un recinto interior, con el fin de establecer bajos niveles de ruido en el exterior en el interior, tiempo de reverberación interior adecuado y el mejor confort acústico.

- Resulta más conveniente implementar un acondicionamiento acústico y control de ruido durante la etapa de diseño o durante su adecuación, no solo porque requeriría una menor inversión, sino que habrá un mejor desempeño.
- En el caso de locales con sistemas de sonido instalados, el principal objetivo del acondicionamiento acústico es disminuir el tiempo de reverberación y el impacto de las reflexiones del sonido en paredes y techos; esto se logra utilizando materiales porosos que absorban el sonido como fibra de vidrio, lana de roca, espumas, entre otros. El tipo de montaje, su ubicación y las cantidades dependerán de las necesidades de cada recinto.
- En el aislamiento acústico es de vital importancia la masa de las particiones, muros, piso y techos. Materiales más robustos ofrecen una mayor

resistencia a la transmisión del sonido que materiales más livianos. Un muro en mampostería tiende a tener un mejor desempeño que un muro en yeso, cartón o fibrocemento. En áreas donde sea posible cerrarlas totalmente, es necesario que se garantice su hermeticidad.

En los establecimientos donde se utiliza este tipo de técnica, como discotecas, bares, auditorios, habitualmente se hace necesario utilizar sistemas de recambio de aire o climatización; a la hora de su implementación se debe tener especial cuidado en tuberías y ductos de aire porque generalmente por estos elementos se filtra el ruido.



## **Partición:**

Elemento constructivo que separa el camino directo entre una fuente y el receptor.



- Los elementos más débiles en un aislamiento acústico son las puertas y las ventanas. Una puerta o ventana con especificaciones de aislamiento acústico poseen un sistema de sellado que garantizan su hermeticidad. No se justifica la utilización de estos elementos cuando no se tiene pensado un control de ruido para toda la sala; además, las puertas y las ventanas por si solas no garantizan un adecuado aislamiento para todo el local.
- No todos los establecimientos por su funcionamiento pueden implementar un encerramiento acústico, como es el caso de aquellos que funcionan al aire libre. En estos casos se recomienda calibrar el sistema de sonido, es decir, un correcto direccionamiento de los altavoces y a la utilización de niveles adecuados, enfocándose al cumplimiento de la norma.
- Con el fin de que esta guía sea una estrategia de buenas prácticas, a continuación, se disponen estrategias técnicas de aislamiento acústico.



# 7. Estrategias para el aislamiento acústico

El aislamiento acústico son las acciones orientadas a impedir que el sonido se transfiera a través de un medio y salga al aire nuevamente.

Las ondas sonoras pueden viajar a través de cualquier medio: aire, agua, madera, mampostería o metal.

El sonido transportado por el aire se irradia desde una fuente directamente.

El sonido estructural viaja a través de materiales sólidos generalmente en contacto mecánico directo con el sonido fuente, o de un impacto en ese material.

Los caminos por donde flaquea el sonido son juntas entre paredes y techos, pisos u otras paredes mal ajustada, sin sellar o puertas y ventanas socavadas; y mecánica o eléctrica accesorios y aberturas de servicio.

## Aislamiento de paredes

El aislamiento que proporcionará una pared estará en función de la frecuencia y las propiedades físicas del elemento. En general existen dos tipos: particiones simples y dobles.

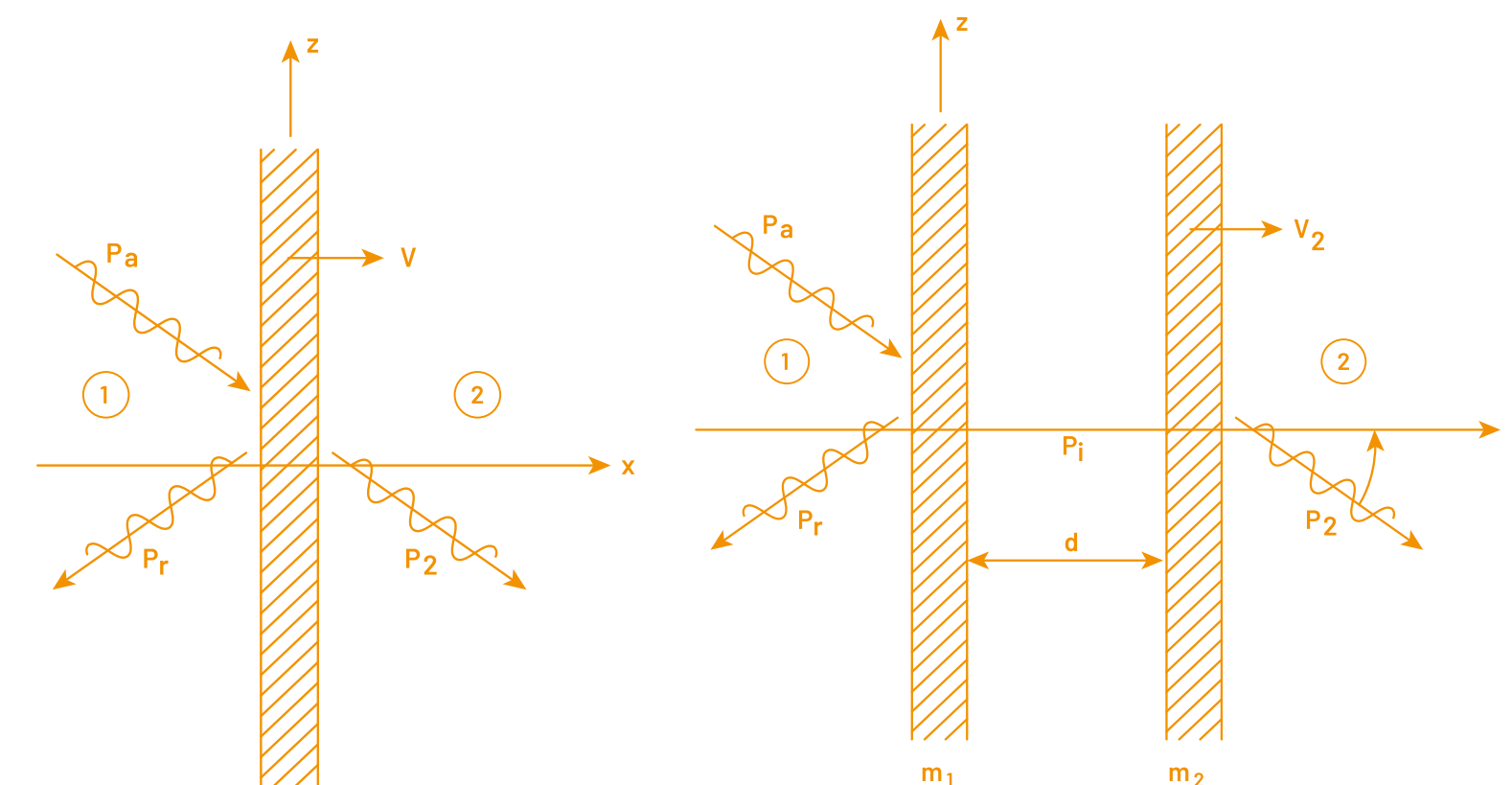


Figura 1. Comportamiento de una onda sonora ante una partición simple y a una partición doble (Pa: Presión onda incidente, Pr: presión onda reflejada, P2: Presión onda transmitida)



## Particiones simples

Una partición simple es aquella donde sus dos caras posteriores están rígidamente conectadas. La pérdida por transmisión que aporta un panel simple está dominada por tres regiones: Región controlada por la rigidez, el amortiguamiento de la partición y la masa (Ley de Masa), que es la predominante y por la cual físicamente la pérdida por transmisión de la partición dependerá en gran parte de su espectro en frecuencia.

## Recomendaciones

- Tener especial cuidado con instalaciones eléctricas o similares que impliquen perforación en las particiones. Se debe procurar hacer sellamientos y si es necesario agregar material absorbente.



### Frecuencia crítica:

Frecuencia donde la velocidad de propagación de la onda es igual en el aire que en un sólido.

La partición simple proporciona un aislamiento alto en gran parte del rango de frecuencias cuando el material tiene una densidad superficial grande.

 **Ventajas**

**Desventajas** 

Aumenta la masa de un elemento no siempre es viable en la práctica.

Aumenta el espesor de la partición disminuye la **frecuencia crítica** del elemento, creando una zona con muy bajo aislamiento en posibles rangos de interés.



## Particiones dobles

Es posible aumentar el aislamiento que proporciona una partición construyendo un sistema con dos tabiques y una cámara de aire entre ellos, creando un sistema masa-resorte-masa. Los cambios de impedancia a los que se enfrenta la onda sonora harán que pierda energía en su trayecto. Este sistema tendrá una **frecuencia de resonancia** que estará dada por las masas de los paneles y la distancia entre sus superficies internas.

## Recomendaciones

- Evitar particiones con igual espesor para que sus frecuencias críticas difieran.
- Agregar material absorbente para minimizar efectos de ondas estacionarias a alta frecuencia.
- Evitar cualquier tipo de cavidad que puedan representar una vía de transmisión directa.
- Agregar materiales elásticos que desacoplen en parte los elementos de la estructura.

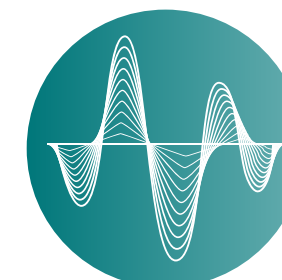
La partición doble proporciona un aislamiento más eficiente que una partición simple para frecuencias superiores a la frecuencia de resonancia.

 **Ventajas**

**Desventajas** 

Solo es eficiente para frecuencias superiores a la frecuencia de resonancia.

Implica parte del espacio de un recinto, lo cual puede ser una limitación en muchos casos.



### Frecuencia de resonancia:

Frecuencia en la cual las particiones y su interacción con el aire vibran en fase.



## Particiones compuestas

Es usual encontrar particiones con más de un elemento, en muchos casos se tiene en una misma división ventanas, puertas, y muros hechos con diferentes materiales que implican tener que hacer un análisis que considere cada elemento por separado para obtener un aislamiento total. El aislamiento de este tipo de particiones está en función de las áreas superficiales de cada elemento que la compone.

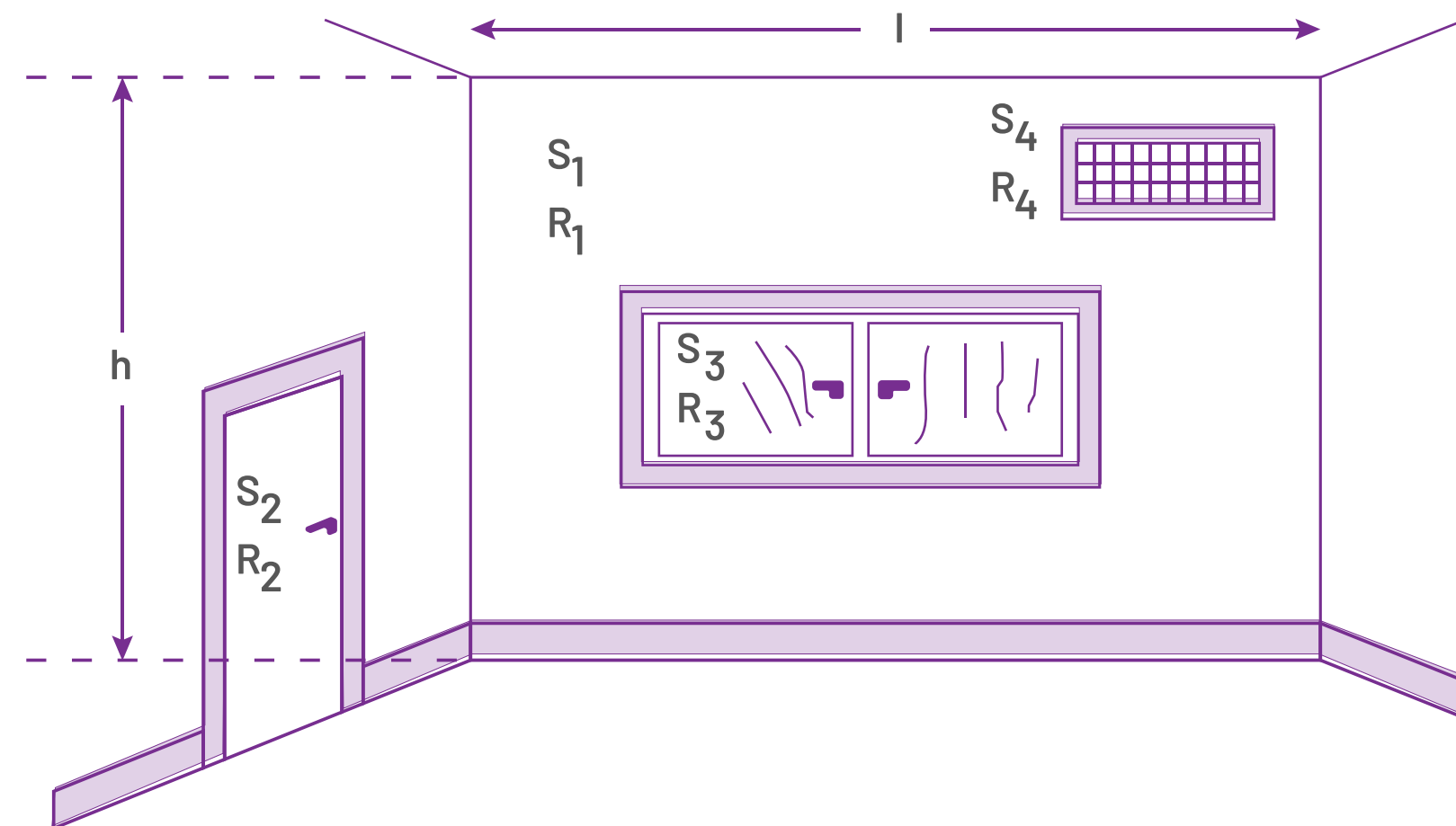


Figura 2. Ejemplo de una partición compuesta, donde R indica el índice de reducción sonora del material y S el área del material

Si se realiza un diseño previo a la construcción se puede obtener un aislamiento óptimo de la partición, acorde con las necesidades del recinto.

### Ventajas

### Desventajas

Un elemento con una pérdida por transmisión muy baja puede disminuir significativamente el aislamiento total de la partición.

## Recomendaciones

- Elementos como ventanas, puertas y ductos de ventilación que pueden tener huecos y vías alternas deben tener la menor área posible.
- Se debe procurar hermeticidad en todos los elementos. Cualquier vía directa representa una disminución en el aislamiento total, a pesar de elementos con pérdidas por transmisión grandes.



## Elementos que conforman las particiones

### Aislamiento de ventanas

Las ventanas tienen un aislamiento acústico bajo en comparación con muros y suelos, debido a que su densidad superficial es menor y en muchas ocasiones poseen fisuras que significan una disminución en el aislamiento proporcionado.

Para asegurar una pérdida por transmisión alta de este tipo de elementos, se debe garantizar una buena hermeticidad, por lo que variables como el espesor del vidrio, su densidad superficial y su cavidad de aire (en caso de ser una instalación doble) determinarán su aislamiento en función de la frecuencia.

Debido al uso que tienen estos elementos, el material absorbente que se considere agregar se debe ubicar alrededor (en los extremos) de este. A continuación, puede observarse distintas configuraciones para ventanas dobles variando su espesor, número de láminas y cavidad de aire entre vidrios.

### Recomendaciones

- Usar instalaciones dobles con alta hermeticidad.
- No instalar ventanas corredizas.
- Usar varias capas de vidrios para cada lado.

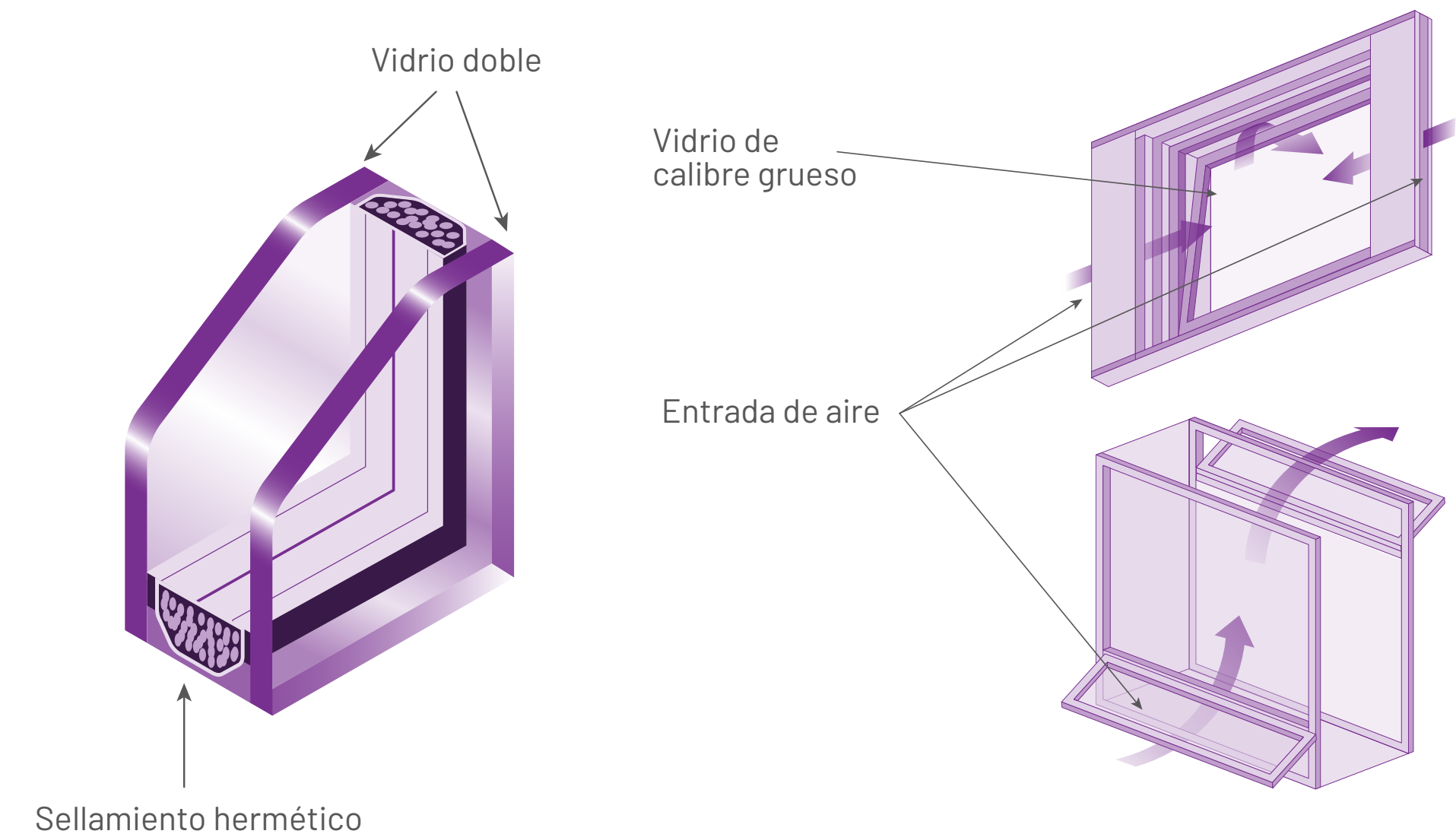


Figura 3. Tipos de configuración para ventanas dobles.

Si se opta por una instalación doble tiene la ventaja de una partición doble.

 **Ventajas**

**Desventajas** 

Su instalación es muy susceptible a que en el acabado queden aberturas, afectando el aislamiento del elemento.

Instalaciones simples no son efectivas como medida, ya que en general la densidad superficial de los vidrios es baja.



## Aislamiento de puertas

Otro problema para el aislamiento sonoro son puertas con deficiente diseño acústico. Estos elementos trabajan como una partición al igual que las paredes y ventanas, y se puede aumentar su pérdida por transmisión haciendo construcciones con paneles dobles y variando su densidad superficial, pero debido a su montaje son especialmente susceptibles a tener puntos de fuga de aire que hacen de estos componentes un punto crítico para el aislamiento de un recinto.

En general, los marcos y acabados de carpintería son temas de especial cuidado para la implementación de puertas con fines acústicos, ya que es muy factible que exista algún tipo de abertura cuya presencia tiene un impacto significativo en la reducción sonora global. El correcto sellamiento de estos puntos es fundamental para que la implementación del diseño acústico sea eficiente.

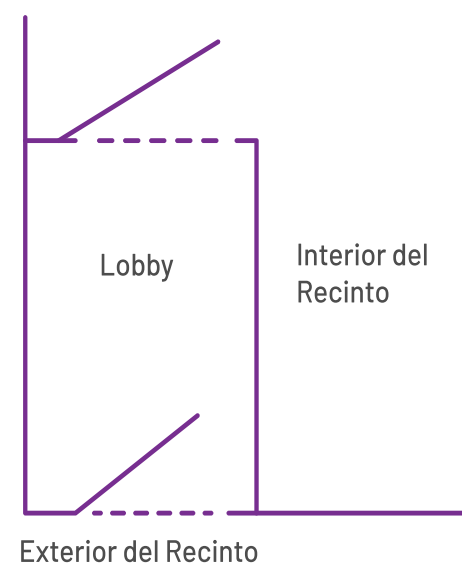


Figura 4. Distribución de un lobby interior.



### Burlete:

Tira que se instala en juntas y rendijas de ventanas y puertas para contribuir al aislamiento de un ambiente.

## Desventajas



Si se realiza un diseño previo a la construcción se puede obtener un aislamiento óptimo de la partición, acorde con las necesidades del recinto.

Si no se sellan de manera eficiente el aislamiento puede tener una disminución importante en su efectividad.



## Ventajas

## Recomendaciones

- Optar por puertas con densidad superficial alta o de ser posible hacer instalaciones dobles que proporcionan mayor reducción sonora en gran parte del rango de frecuencias.
- Realizar un eficiente sellamiento del elemento en pro de que el diseño acústico no se vea distorsionado por vías indeseadas.
- En establecimientos comerciales donde haya una constante apertura de puertas, aislar el recinto del exterior con un "Lobby".
- Para evitar la filtración de aire en los bordes de las puertas, se utilizan **burletes**. Estos elementos proporcionan la hermeticidad necesaria para que el aislamiento realizado a la puerta no presente alteraciones.



## Techo flotante

En general los techos flotantes pueden funcionar como una partición doble, donde el aislamiento está en función de la transmisión por vía aérea. Es posible realizar un montaje que trabaje en conjunto con un suelo flotante para hacer un aislamiento integral de ruido de impacto haciendo uso de materiales elásticos y desacople estructural. Los techos flotantes o cielorrasos pueden aportar a la acústica interior de un recinto ayudando a reducir los tiempos de reverberación con la implementación de elementos absorbentes acústicos.

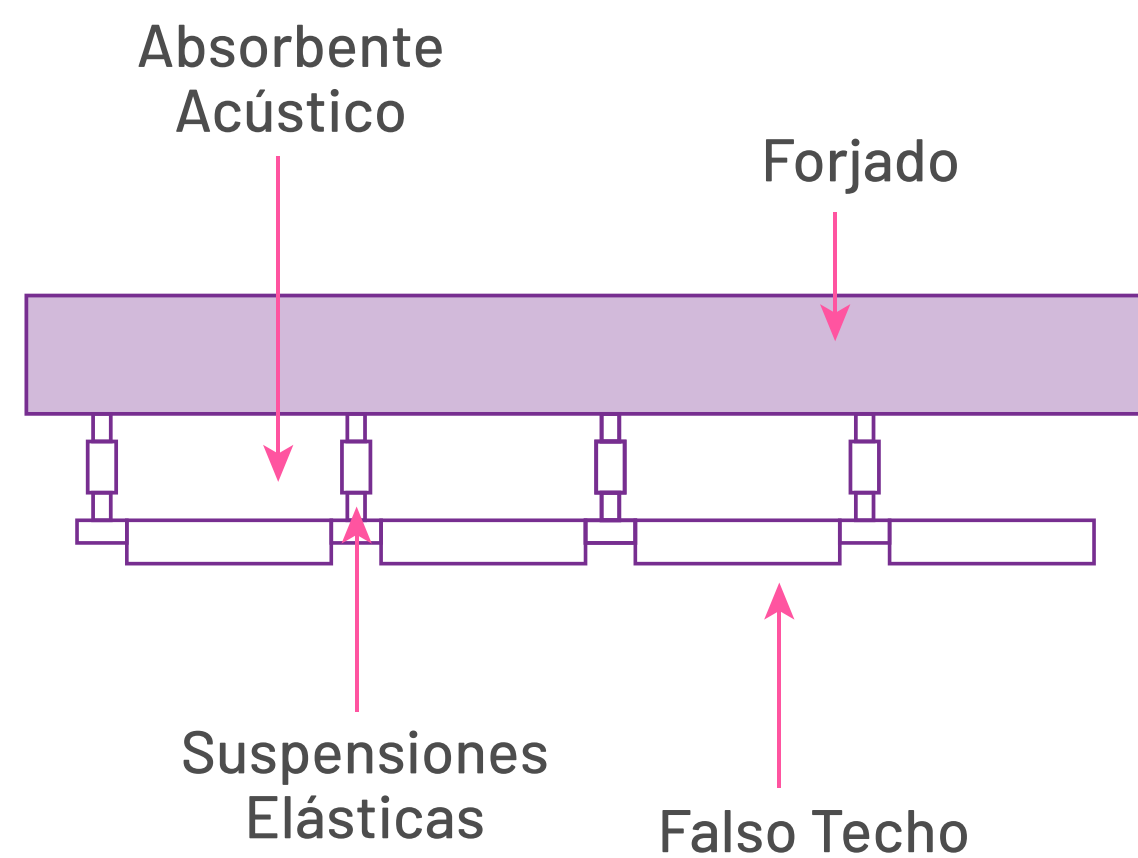


Figura 5. Configuración de un techo falso.

Funciona como medida de control de ruido y de acondicionamiento acústico.

Tiene las propiedades de una partición doble.

Ayuda como medida complementaria al aislamiento de ruido de impacto generado en recintos superiores.



## Ventajas

## Desventajas



Las instalaciones de iluminación y orificios para cables representan una vía directa para el sonido.

## Recomendaciones

- Las instalaciones de iluminación y demás detalles de acabado que impliquen aberturas en la partición, deben estar cuidadosamente selladas.



## Aislamiento de ruido por vía estructural

El ruido no solo se transmite por vía aérea, sino también vía estructural por medio de vibraciones. Un sonido originado en medio aéreo puede provocar vibraciones en las superficies de un recinto. Si éste está conectado a otros recintos estructuralmente, las perturbaciones pueden llegar a propagarse debido a las conexiones estructurales creando un problema de ruido significativo. En general la transmisión por vía estructural se mitiga aislando las conexiones rígidas entre elementos que puedan transmitir energía cinética de uno a otro, por medio de materiales elásticos que cumplan la función de resorte entre materiales y donde las vibraciones se disipen.

## Aislamiento al ruido de impacto

Las perturbaciones directas a superficies por parte de golpeteos, pisadas u otros eventos que impliquen una gran cantidad de energía en un instante de tiempo corto es el denominado ruido de impacto. Al tener mucha energía y transmitirse rápidamente por la estructura, es uno de los problemas que más quejas recibe por parte de vecinos continuos al sitio de propagación. Por lo general este tipo de ruidos son comunes en pisos donde el ruido se propaga en el recinto que se encuentra abajo. Para controlar este tipo de ruidos se utilizan suelos flotantes cuyo fin es amortiguar la energía vibratoria proporcionada por la fuente.

Los suelos flotantes son un sistema construido para reducir el ruido de impacto, el principio de funcionamiento consiste en la implementación de un elemento amortiguador que aisle la transmisión estructural entre la capa rígida que está en contacto con la fuente y los soportes de la estructura.

Es una solución efectiva para recintos donde haya fuentes de ruido de impacto.

Representa una alternativa eficiente para aislar acústicamente recintos con alto flujo de personas al interior de edificios, tales como locales comerciales y empresas.



### Ventajas

### Desventajas



Para que sea efectivo debe tener un desacople estructural eficiente.

## Recomendaciones

- Usar materiales elásticos en los costados verticales para evitar transmisión por vías alternas.
- Tener especial cuidado a los parámetros relacionados con la frecuencia de resonancia, ya que a partir de esta comienza la efectividad del elemento.





## Aislamiento en instalaciones de climatización

Los sistemas de climatización pueden representar un foco de ruido significativo y de cuidado a la hora de realizar la insonorización de un recinto. Esto se debe a que representa una vía de ruido aéreo directa para el sonido producido por la sala hacia recintos contiguos; por otra parte, al ser un sistema mecánico y al haber constante flujo de fluido dentro de él, representa un elemento crítico que debe tener un adecuado tratamiento.

Las principales fuentes de ruido en este tipo de sistemas son el sistema de ventilación, unidades interiores, unidades exteriores, conductos, rejillas y difusores.

Las medidas utilizadas para el control de ruido de sistemas de climatización buscan obtener una reducción sonora alta, por lo que se deben controlar las variables que determinan la potencia acústica del sistema en sus diferentes componentes. Las estrategias se dividen en cuatro partes: absorción sonora, cambios de dirección, derivación y silenciadores. A continuación se presentan las medidas más relevantes.

### Coefficiente de absorción:

Indicador acústico que representa el porcentaje de absorción sonora que proporciona un material.



**Absorción sonora:** La atenuación proporcionada por un conducto con tramo recto está en función del coeficiente de absorción del material de las paredes. Agregar a las paredes materiales porosos con coeficientes de absorción altos en las frecuencias de interés representa un efecto notable en la atenuación sonora, ya que este disminuye las reflexiones dentro del canal, disminuyendo el nivel de presión sonora y en muchos casos vibración de las paredes.

**Cambios de dirección:** Son usualmente usados para tener una mayor pérdida por transmisión, cuya respuesta está en función de la frecuencia. Estos cambios se hacen mediante "codos" prefiriendo estos sobre cambios de dirección abruptos.

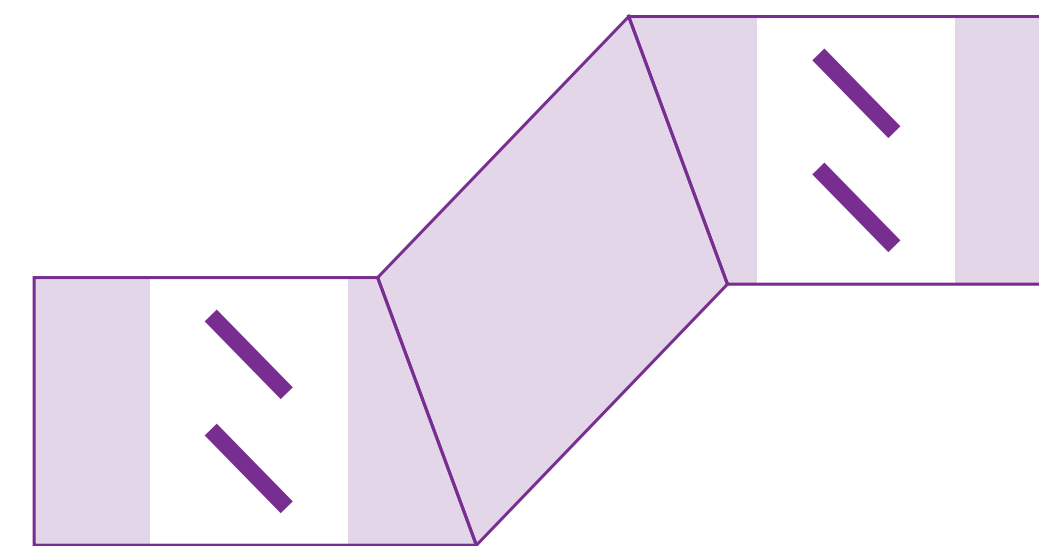


Figura 6. Esquema de cambio de dirección tipo "codo" en un ducto.



**Derivación:** Otra manera de atenuar la energía sonora dentro de un ducto es la derivación de una sección principal en varias secciones. La atenuación lograda por la utilización de la derivación de secciones en un ducto está en función de la suma total de las áreas de salida.

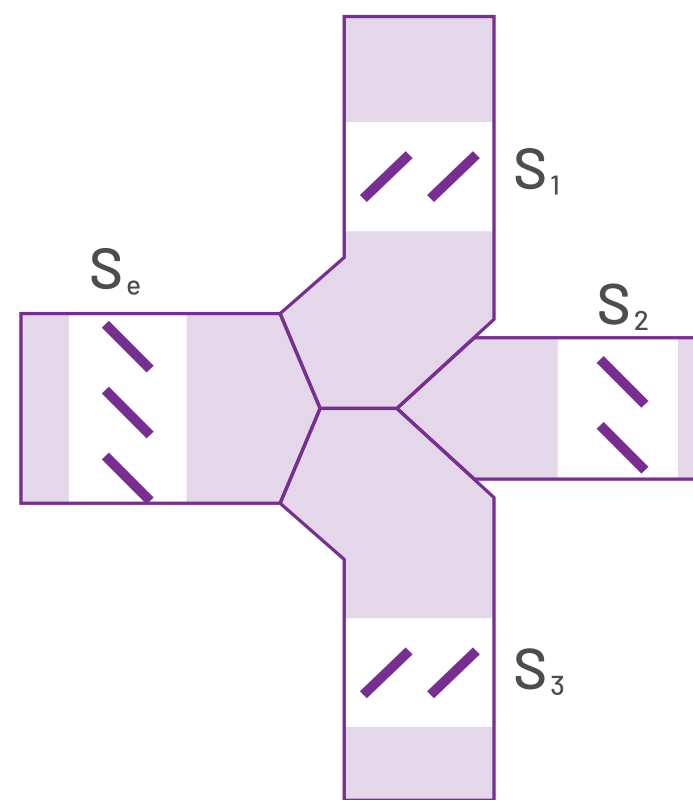


Figura 5. Derivación de un ducto en varias secciones, donde S es el área transversal del ducto.

**Silenciadores:** Son dispositivos hechos para atenuar el ruido dentro de un ducto. Se basa en la provocación de reflexiones a partir de cambios de **impedancia** grandes logrados por un cambio de sección transversal. Este elemento tiene la particularidad de funcionar muy bien a frecuencias bajas a diferencia del silenciador disipativo cuya respuesta es más eficiente a media y alta frecuencia. La pérdida por transmisión para estos elementos está en función de la relación entre la sección transversal de entrada y de salida.

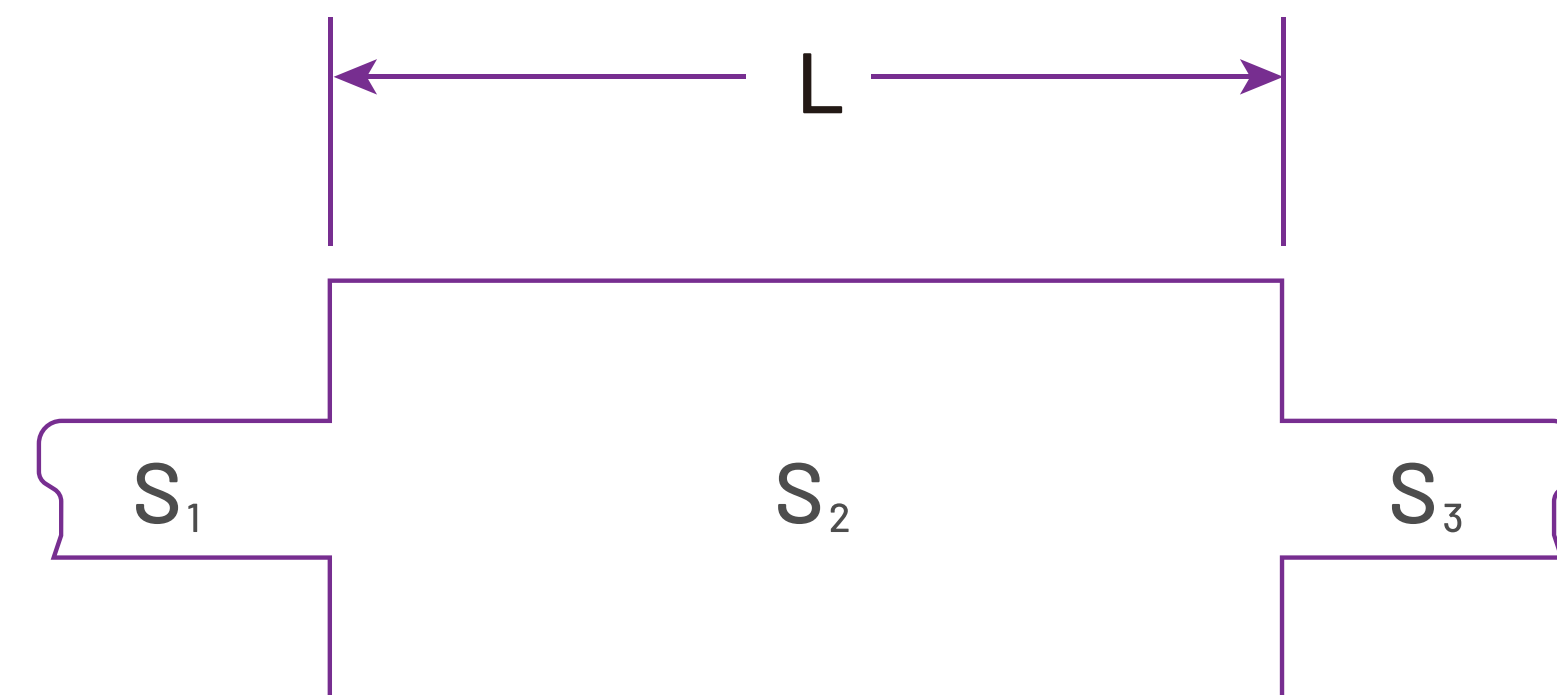
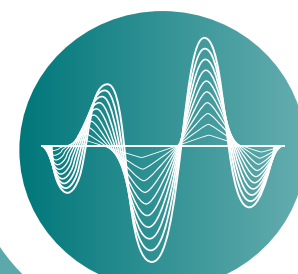


Figura 7. Diagrama cámara de expansión, donde S es el área transversal del ducto.

## Impedancia:

Oposición que presenta un circuito (eléctrico, mecánico o acústico) al transporte de energía.



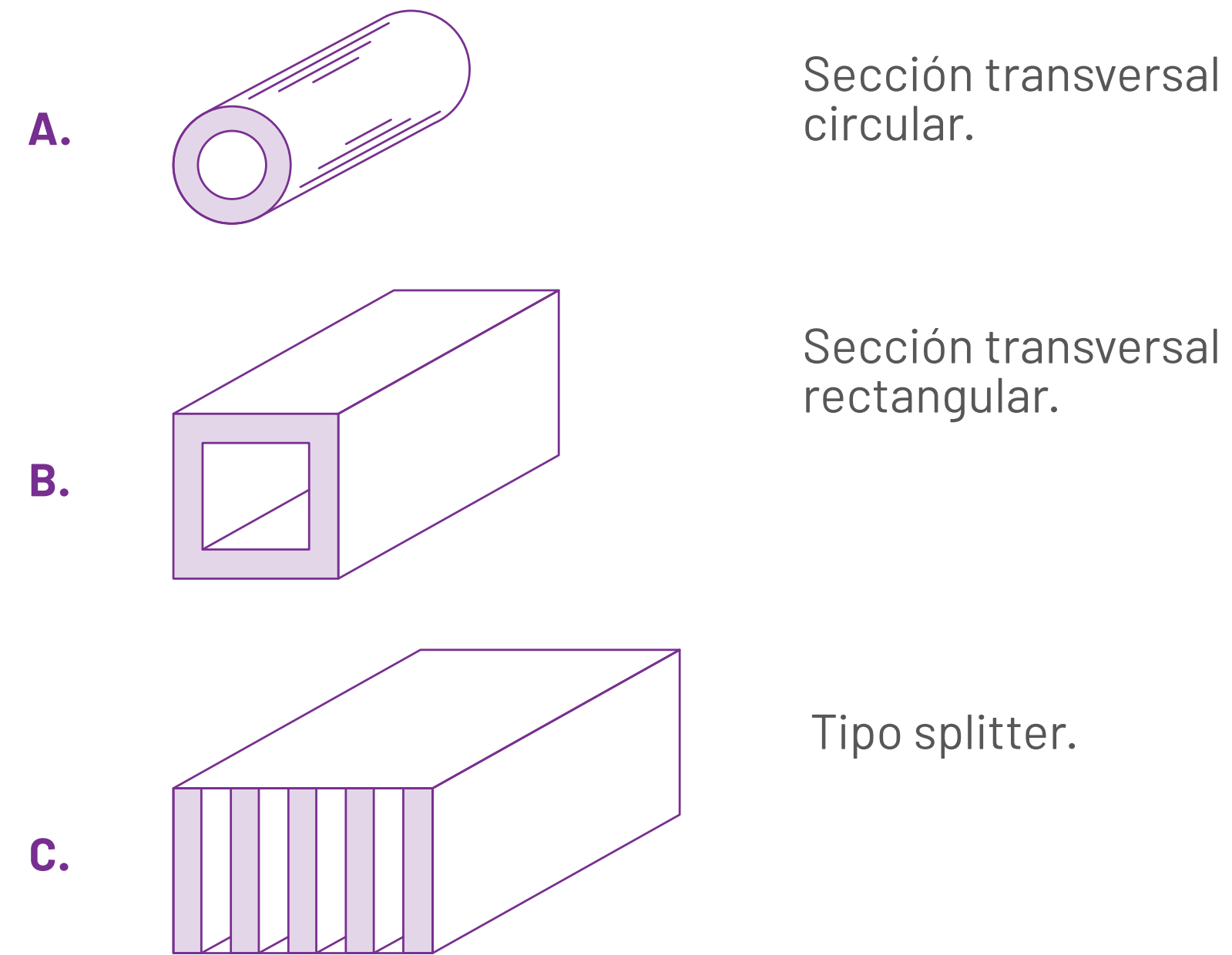


Figura 8. Configuraciones de silenciadores disipativos.

## Recomendaciones

- Para aplicaciones en media y alta frecuencia utilizar el silenciador disipativo cuyo material absorbente podrá controlar de manera efectiva el rango para el que esté diseñado.
- Para problemas con frecuencias bajas utilizar el silenciador de cambio de sección.
- Se puede realizar combinaciones de silenciadores con derivación de sección transversal. Esto ayuda de manera importante al aislamiento.
- Las unidades exteriores deben ubicarse en lo posible en lugares donde no haya posibles afectados por el ruido.



## Glosario

**Acondicionamiento Acústico:** Acciones orientadas a la adecuación del recinto interior, con el fin de establecer un mejor confort acústico.

**Aislamiento Acústico:** Es toda técnica constructiva usada para evitar la transmisión de ruido de un lugar a otro. Este se mide con los criterios STC (Índice de Pérdida por Transmisión Sonora, por su acrónimo en inglés) y Rw (Atenuación Acústica). En la práctica interesa conocer el aislamiento acústico que ofrecen los distintos materiales para las frecuencias audibles.

**dB(A):** Unidad de medida que representa el nivel de presión sonora que percibe el ser humano en ponderación frecuencial A.

**Decibel (dB):** (i) Unidad que expresa la relación entre una cantidad cualquiera y la cantidad de referencia en escala logarítmica. Equivale a 10 veces el logaritmo de base 10 del cociente entre las 2 cantidades (el valor medido y la referencia). (ii) es la unidad de medida que presenta el nivel de presión, potencia o intensidad acústica.

**Frecuencia:** Hace referencia al número de oscilaciones de una onda en un período de tiempo igual a un segundo. Es una función periódica en el tiempo que representa los ciclos ( $f = c/s$ ). La unidad de medida es el Hertzio (Hz). La frecuencia de un sonido está asociada a su altura tonal, por lo que bajas frecuencias corresponden a sonidos graves y altas frecuencias a sonidos agudos.

**Nivel de presión sonora (SPL):** determina el nivel en decibels de presión sonora obtenido mediante las redes de ponderación A, B o C.

**Presión sonora:** Es el producto de la propagación del sonido. La energía provocada por las ondas sonoras genera un movimiento ondulatorio del aire, provocando la variación alterna en la presión estática del aire (pequeñas variaciones en la presión atmosférica).

**Ponderación en frecuencia:** Procedimiento mediante el cual una señal se ajusta a una curva de referencia (filtros) y representa la manera en que el oído humano percibe los sonidos (escucha) siendo menos susceptibles en bajas frecuencias y en altas.



**Presencia de baja frecuencia:** Para evaluar el ruido obtenido a partir de las mediciones realizadas y determinar la presencia de baja frecuencia se hace uso del siguiente criterio descrito en el libro Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods y Handbook of Environmental Acoustics es utilizado.

$$L = LC_{eq} - LA_{eq}$$

donde:

$LC_{eq}$ : es el nivel de presión sonora ponderado C de toda la medición.

$LA_{eq}$ : es el nivel de presión sonora ponderado A de toda la medición.

Si  $C - A < 10\text{dB}$  Poca presencia de frecuencias bajas.

Si  $10 < C - A < 20\text{dB}$  presencia neta de frecuencias bajas.

Si  $C - A > 20\text{dB}$  presencia alta de frecuencias bajas.

**Ruido:** Fenómeno acústico que produce una sensación auditiva desagradable.

**Ruido de baja frecuencia:** Ruido que contiene frecuencias de interés en un rango de 1/3 de octava entre 16 Hz y 200 Hz.

**Sonido:** Vibración mecánica que se transmite en un medio elástico y cuya frecuencia de oscilación se encuentra entre 20 y 20.000 ciclos por segundo.



# Bibliografía

## 8. Bibliografía

- › Bies, C. H. H. David A. (2009). Engineering Noise Control (Fourth Edition).
- › FiberGlass Colombia. (2000). Conceptos básicos de acústica - aislamiento del sonido transmitido por el aire - (VI Parte). Recuperado de <http://fiberglasscolombia.com/wp-content/uploads/2015/04/NTArq49.pdf>
- › DAGMA. (s.f.). Guía técnica de buenas practicas de insonorización para establecimientos comerciales construida en el “Convenio de Asociación No. 124 de 1205, celebrado entre la Corporación Autónoma del Valle del Cauca -CVC y la Universidad de San Buenaventura - Medellín”.
- › Beranek, L. L. (1969). Acústica. Buenos Aires: Editorial Hispanoamericana.
- › Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 0627 de 2006. Por la cual se establecen las disposiciones mínimas del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo para los empleadores en Colombia. Recuperado de <http://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/Resolucion+0627+de+2006/cbebfe0d-93b1-4da4-a4e2-2c35aa3d63f5>.
- › Malcom, J. C. (2007). Handbook of noise and vibration control. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- › Barron, R. F. (2001). Industrial Noise Control and Acoustics. New York: Marcel Dekker, Inc.
- › Sound Service. (s.f.). Basic Soundproofing For Pubs and Clubs. A Guide for the Venue Owner.



**UNIVERSIDAD DE  
SAN BUENAVENTURA**

VIGILADA MINEDUCACIÓN

[www.usbmed.edu.co](http://www.usbmed.edu.co)



[www.metropol.gov.co](http://www.metropol.gov.co)