

# UN MANUAL BÁSICO SOBRE ACÚSTICA

---

PARA ESPACIOS MUSICALES

VERSIÓN 1.2

## GUÍAS DE PLANIFICACIÓN PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES Y RENOVACIONES

Las Guías de planificación de Wenger, utilizadas por miles de docentes de música, arquitectos y administradores, han ayudado a establecer varios estándares básicos para instalaciones que permiten lograr un ambiente eficaz para la enseñanza y la ejecución de música. Aunque no esté buscando llevar a cabo un nuevo proyecto de construcción, esta guía ofrece una base sólida para comprender temas como la distribución, la acústica, el almacenamiento y los equipos.



Wenger trabaja con el American Institute of Architects Continuing Education System como proveedor registrado de AIA/CES.

*Llame a Wenger y haga que estas guías sean parte de su biblioteca personal. Tenemos una para las áreas de música de primaria y una para las de secundaria.*



## GUÍAS EDUCATIVAS Y PARA INTERPRETACIÓN ARTÍSTICA BASADAS EN NUESTRA EXPERIENCIA Y SUS APORTES

En Wenger Corporation, contamos con más de 60 años de experiencia analizando la educación musical y proporcionando soluciones para las necesidades que enfrenta. Nuestro personal incluye a algunos de los principales expertos de la industria en el ámbito de las instalaciones de educación y de presentación musicales, la acústica, el almacenamiento y los equipos. Para crear una serie de guías de recursos, reunimos toda nuestra experiencia y luego consultamos a los verdaderos expertos: docentes de música. Después de más de 6000 encuestas, cientos de entrevistas y visitas a lugares, centramos nuestra atención en las cuestiones y los problemas que los docentes enfrentan a diario.

Las temáticas que tratamos en nuestras guías de Wenger son resultado de un esfuerzo conjunto: una combinación de nuestros conocimientos; los aportes y escritos de los principales expertos en acústica, arquitectos y proyectistas de instalaciones; y, por supuesto, las soluciones creativas de los docentes de música. Existen tantas variaciones de estas temáticas como escuelas en Norteamérica. Pese a que todas las instalaciones y todas las situaciones son únicas, las guías de Wenger ofrecen un punto de partida para abordar muchas de las preguntas que se plantean y los problemas que se enfrentan en las instalaciones. Siempre trabajamos en versiones actualizadas y en nuevos temas. Consulte la página 14 para obtener una lista actual de las guías de Wenger para docentes de música y para los espacios donde imparten sus enseñanzas y tocan música.

## MANUAL BÁSICO SOBRE ACÚSTICA

La música se aprende escuchando. Para ser efectivas, las salas de ensayo, las salas de práctica y las áreas de actuación deben proporcionar un entorno diseñado para respaldar el sonido musical. Entonces no es sorprendente que las preguntas más frecuentes que escuchamos y los problemas más frustrantes que vemos tengan que ver con la acústica.

Es por eso que hemos elaborado este Manual básico sobre acústica. Explica, en términos sencillos, los conceptos acústicos fundamentales que afectan las áreas musicales. Esperamos que los docentes de música, músicos, administradores escolares e incluso arquitectos y planificadores puedan usar esta información para comprender mejor qué están escuchando en sus espacios musicales y qué no. Y, al comprender mejor las numerosas variables que afectan los entornos acústicos, creemos que podemos ayudarlo con un diagnóstico preciso y, en última instancia, con mejores soluciones.

Para nuestra finalidad aquí, no es nuestra intención proporcionar un recurso técnico exhaustivo sobre la física del sonido y los métodos de construcción acústica, algo que ya se ha hecho y muchos de los mejores trabajos sobre este tema se enumeran en nuestra bibliografía y lecturas recomendadas en la página 14. Más bien, queremos ayudarlo a establecer un conocimiento básico sobre conceptos acústicos que afectan la educación musical y los espacios de actuación.

## ESTA PUBLICACIÓN DE WENGER FUE REVISADA POR EL PROFESOR M. DAVID EGAN

Miembro honorario del AIA, Egan es consultor de acústica y profesor emérito de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Clemson. Fue el consultor principal de Egan Acoustics en Anderson, Carolina del Sur, durante más de 35 años. Egresado de la Facultad de Lafayette (como bachiller en Ciencias) y del MIT (maestría en Ciencias), el profesor Egan también dictó clases en la Universidad Tulane, el Instituto de Tecnología de Georgia, la Universidad de Carolina del Norte en Charlotte, y la Universidad de Washington. Es el autor de "Concepts in Architectural Acoustics", "Concepts in Thermal Comfort", "Concepts in Building Firesafety" y "Concepts in Architectural Lighting" (dos ediciones). Además de su trabajo como consultor, docente y escritor, el profesor Egan es miembro de la Acoustical Society of America, miembro del National Council of Acoustical Consultants, y profesor distinguido de la Association of Collegiate Schools of Architecture (ACSA).

## ESTE MANUAL BÁSICO SOBRE ACÚSTICA TAMBIÉN SIRVE COMO UNA GUÍA ASOCIADA A OTRAS GUÍAS DE EDUCACIÓN Y ACTUACIÓN DE WENGER

Guía de planificación para instalaciones de música en escuelas secundarias

Guía de planificación para instalaciones de música

Guía de planificación básica

Manual básico sobre acústica

Problemas acústicos y sus soluciones para espacios de ensayo y práctica

Guía de planificación para espacios para interpretación artística

ESCUCHA CRÍTICA .....	3
GENERACIÓN DE SONIDO.....	3
FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA .....	4
EL RANGO DEL SONIDO MUSICAL .....	5
ABSORCIÓN .....	5
REFLEXIÓN Y DIFUSIÓN DE SONIDO .....	6
COLOR DEL TONO Y LA SERIE ARMÓNICA... 6	
VOLUMEN ESPACIAL .....	7
PRESENCIA MUSICAL Y ENVOLVIMIENTO ....	7
FORMA DE LA SALA .....	8
AISLAMIENTO DE SONIDO .....	9
VOLUMEN .....	10
REVERBERACIÓN .....	11
BRILLO.....	12
CALIDEZ.....	12
TÉRMINOS ACÚSTICOS ADICIONALES .....	13
BIBLIOGRAFÍA .....	14
LECTURAS ADICIONALES .....	14
ENCUENTRE CONSULTORES Y PROFESIONALES ESPECIALIZADOS EN ACÚSTICA.....	14
OTRAS GUÍAS DE WENGER SOBRE EDUCACIÓN Y INTERPRETACIÓN ARTÍSTICA.....	14

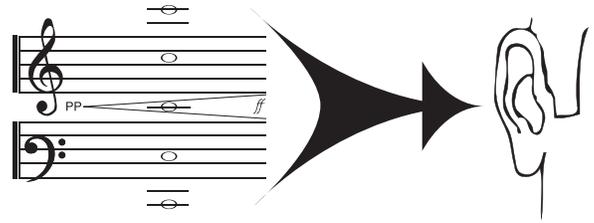
## ► ESCUCHA CRÍTICA

### Concepto:

Los músicos necesitan escuchar y criticar de manera clara y completa el sonido musical, incluidas las variaciones sutiles, en una amplia gama de dinámicas (alta a baja) y frecuencias (tonos altos a bajos).

### Relevancia:

Para respaldar la escucha crítica, un espacio musical debe proporcionar un entorno acústico bien equilibrado que también está libre de ruido que genere una distracción. A diferencia del habla, el sonido musical contiene elementos complejos de tono, color de tono, frecuencia, articulación y ritmo. Un músico debe ser capaz de escuchar y distinguir entre estas variaciones sutiles.



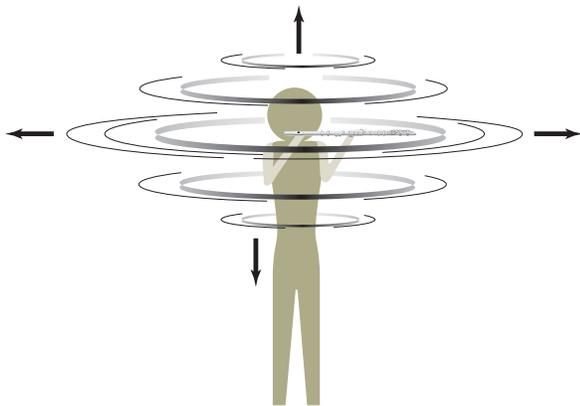
## ► GENERACIÓN DE SONIDO

### Concepto:

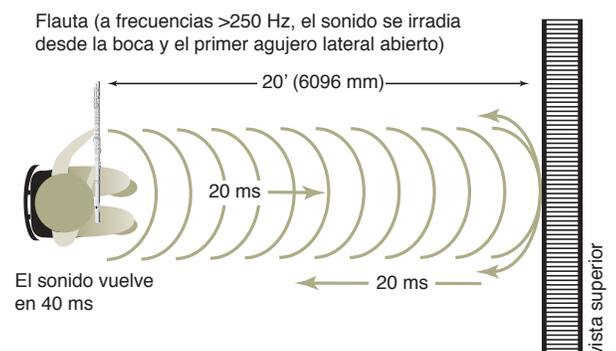
El sonido irradia desde su fuente en ondas esféricas por medio de vibraciones que se mueven a través del aire. El sonido viaja a través del aire a aproximadamente 1 pie por milisegundo (milésima de segundo, abreviado como ms) o 1130 pies/s hasta que golpea un obstáculo que lo refleja, absorbe o transmite.

### Relevancia:

Las distancias que debe recorrer el sonido antes de que se refleje y las superficies u obstáculos que golpea afectan la acústica musical de una sala. Debido a que el oído y el cerebro humanos tienen límites en su velocidad de procesamiento, un músico puede escuchar mejor si el sonido reflejado desde las paredes y los cielorrasos regresa al oído con un ligero retraso. Este es uno de los motivos por los que las salas con un volumen espacial adecuado crean un mejor entorno para la música.



Radiación de sonido de flauta a 250 Hz.



El sonido se refleja en la pared.

# CONCEPTOS ACÚSTICOS FUNDAMENTALES

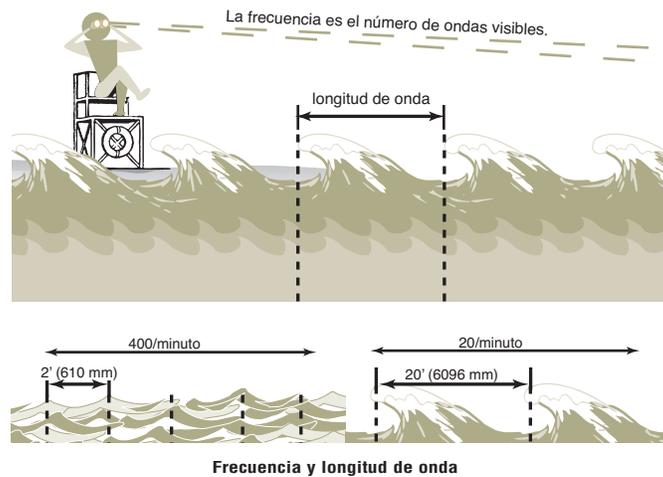
## ► FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA

### Concepto:

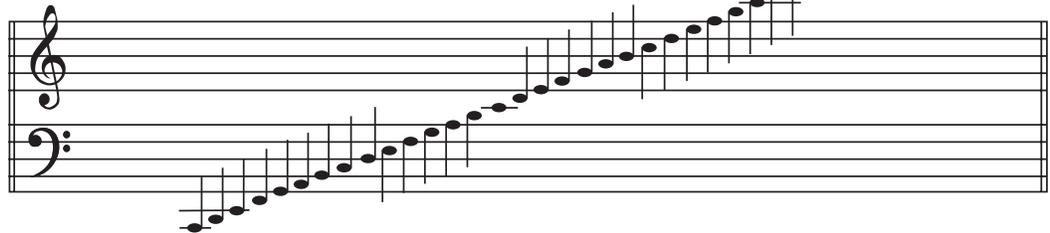
La frecuencia, el atributo mensurable del “tono” que escuchamos, son los ciclos por segundo de un sonido medido en hercios (Hz). Por ejemplo, el tono de afinación “A” genera ondas de sonido a 440 ciclos por segundo. Puede pensar en esto en términos de olas en el océano: la frecuencia sería la cantidad de olas que puede ver al mismo tiempo mirando al océano. Y al igual que las olas del océano, las ondas sonoras se pueden medir por la longitud física de cresta a cresta. Es importante entender cuán grandes son algunas de estas longitudes de onda de sonido: “C” debajo de “C medio” genera una longitud de onda de aproximadamente ocho pies.

### Relevancia:

Las olas grandes del océano mueven más agua y tienen longitudes de onda más largas que las olas más pequeñas. Debido a que las olas grandes no se ven afectadas por pequeños obstáculos, como postes o rocas que sobresalen, se necesitan barreras de contención sólidas para detenerlas. De manera similar, las frecuencias bajas del sonido mueven más aire y tienen longitudes de onda más largas que las frecuencias altas. Estas longitudes de onda más largas tampoco se ven afectadas por obstáculos pequeños. Al pensar en su sala, es importante visualizar la longitud de onda del sonido que está tratando de efectuar. El tamaño de los reflectores y el tipo de absorción utilizado deben adaptarse a las longitudes de onda del sonido en su sala. Para alterar las ondas de sonido grandes y energéticas, necesitará tratamientos igualmente grandes.



Tonos musicales y sus correspondientes longitudes de onda y frecuencia.



LONGITUD DE ONDA FÍSICA DEL SONIDO	40.4'	(12 314 mm)	36.5'	(11 125 mm)	33	(10 424 mm)	37	30.5'	(9296 mm)	41	27.5'	(8382 mm)	44	25.7'	(7833 mm)	49	23.1'	(7041 mm)	55	20.5'	(6248 mm)	62	18.2'	(5547 mm)	65	17.4'	(5304 mm)	73	15.5'	(4724 mm)	82	13.8'	(4206 mm)	87	13'	(3982 mm)	98	11.8'	(3597 mm)	110	10.3'	(3139 mm)	123	9.2'	(2804 mm)	131	8.6'	(2621 mm)	147	7.7'	(2347 mm)	165	6.8'	(2073 mm)	175	6.5'	(1981 mm)	196	5.8'	(1768 mm)	220	5.1'	(1554 mm)	247	4.6'	(1402 mm)	262	4.3 pies	(1311 mm)	294	3.8'	(1158 mm)	330	3.4'	(1036 mm)	349	3.2'	(975 mm)	392	2.9'	(884 mm)	440	2.6'	(792 mm)	494	2.3'	(701 mm)	523	2.2'	(671 mm)	587	1.9'	(579 mm)	659	1.7'	(518 mm)	698	1.6'	(488 mm)	784	1.4'	(427 mm)	880	1.3'	(396 mm)	987	1.2'	(366 mm)	1047	1.1'	(335 mm)	1175	11.5"	(292 mm)	1318	10.3"	(262 mm)	1397	9.7"	(246 mm)	1568	8.6"	(218 mm)	1760	7.7"	(196 mm)	1974	6.9"	(175 mm)	2093	6.5"	(165 mm)	2350	5.8"	(147 mm)	2637	5.1"	(130 mm)	2794	4.9"	(124 mm)	3136	4.3"	(109 mm)	3520	3.9"	(99 mm)	3951	3.4"	(86 mm)	4186	3.2"	(81 mm)
FRECUENCIA (Hz) AL 1,0 MÁS CERCANO	28		31		33		37		41		44		49		55		62		65		73		82		87		98		110		123		131		147		165		175		196		220		247		262		294		330		349		392		440		494		523		587		659		698		784		880		987		1047		1175		1318		1397		1568		1760		1974		2093		2350		2637		2794		3136		3520		3951		4186																																																		
NOTA MUSICAL	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C																																																																																

## ► EL RANGO DEL SONIDO MUSICAL

### Concepto:

A lo largo de la historia, el arte de la música ha explorado toda la gama de sonidos audibles para el oído humano. La música utiliza desde frecuencias tan bajas como 20 Hz a tan altas como 20 000 Hz en un rango dinámico desde menos de 25 dB (decibelios) a más de 100 dB.

### Relevancia:

Las áreas musicales deben diseñarse y tratarse para respaldar el amplio rango dinámico del sonido musical. A diferencia de salas de conferencia convencionales diseñadas para respaldar el rango relativamente estrecho del habla, las salas de música exigen consideraciones especiales y tratamientos únicos.

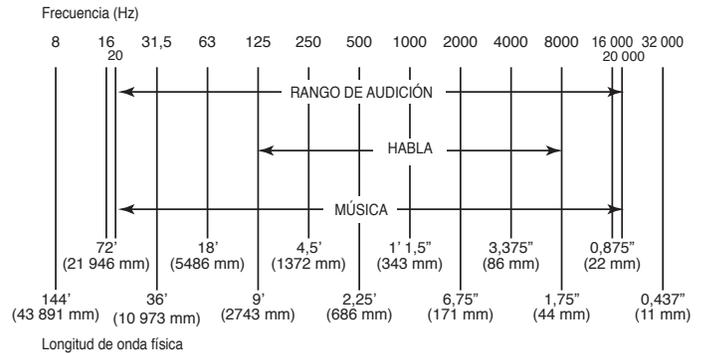


Tabla de longitud de onda.

## ► ABSORCIÓN

### Concepto:

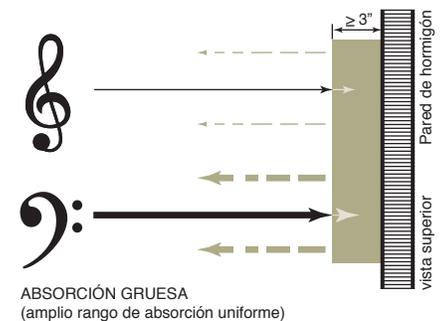
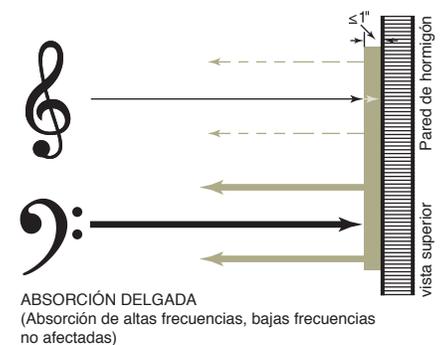
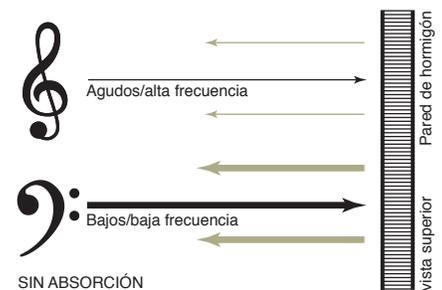
La absorción es la reducción de la energía del sonido que tiene lugar cuando el sonido entra en contacto con los materiales de la superficie. Superficies duras y sólidas como el hormigón reflejan la mayor parte de la energía de sonido hacia la sala y proporcionan poca absorción. La energía del sonido que golpea superficies gruesas y fibrosas intentará atravesar el material y, fundamentalmente, pierde energía por fricción a medida que la energía del sonido fluye a lo largo de los poros. Es fundamental entender que la naturaleza física del material de absorción, como la porosidad y el espesor, determina el nivel de absorción y las frecuencias afectadas. Las frecuencias más bajas, por ejemplo, tienen una longitud de onda más larga y más energía. Como resultado, necesitan materiales de absorción más gruesos con grandes áreas de superficie. La absorción del sonido musical es más difícil que la absorción del habla porque la música se genera en un rango de frecuencia mucho más amplio.

### Relevancia:

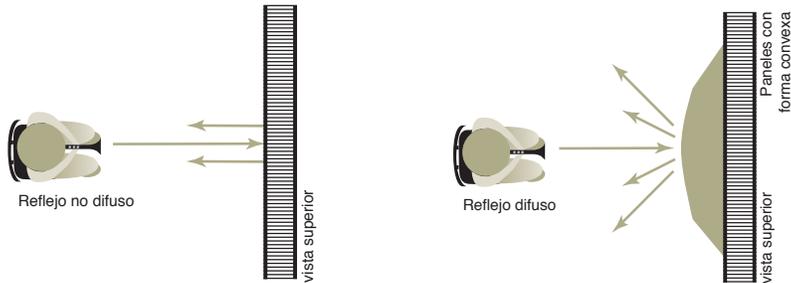
Las salas con poca o ninguna absorción pueden ser excesivamente ruidosas, lo que hace que sea difícil oír. Estas salas tampoco proporcionan un sonido verdaderamente equilibrado para una escucha crítica. En muchos casos, la absorción deficiente causa anomalías acústicas tales como el eco ondulante, que es el zumbido prolongado que se produce cuando rebota la energía del sonido entre superficies paralelas que reflejan el sonido.

El uso de una absorción de sonido ineficaz genera algunos de los errores más comunes que vemos en salas existentes. Por ejemplo, para controlar el volumen, se han aplicado absorbentes finos de 1" o alfombras directamente a las paredes o al piso. Si bien pueden ser efectivos para la absorción del habla o dar la primera impresión de un espacio "más silencioso", estas soluciones sacan las frecuencias altas y los sobretonos armónicos, pero dejan las frecuencias musicales medias y bajas sin afectar. El resultado es una sala que suena como resonante, que distorsiona los colores de los tonos y que es un entorno deficiente para la escucha crítica.

Para crear un entorno de escucha crítica eficaz, la absorción del sonido debe usarse junto con la difusión colocada correctamente.



## ► REFLEXIÓN Y DIFUSIÓN DE SONIDO



### Concepto:

Los conceptos de reflexión y difusión van de la mano con el de absorción, y de alguna manera son opuestos a este. El reflejo ocurre cuando el sonido golpea una superficie dura y densa, y se refleja al ángulo de incidencia, como si se tratara de una linterna contra un espejo. La difusión ocurre cuando la forma de una superficie dispersa y redirige el sonido para que se escuche en otras partes del espacio, como ocurriría si se apuntara esa misma luz a una bola espejada.

### Relevancia:

Un buen entorno para escuchar música debería tener una amplia difusión para que todo el sonido se escuche claramente en toda la sala. Esto permite que los músicos individuales dentro de un conjunto escuchen todas las partes de todo el grupo. Es igualmente importante para los miembros del público. Por ejemplo, la yesería y la ornamentación extravagantes en teatros históricos crean superficies acústicamente reflectantes con ángulos y curvas irregulares, que mejoran la difusión.

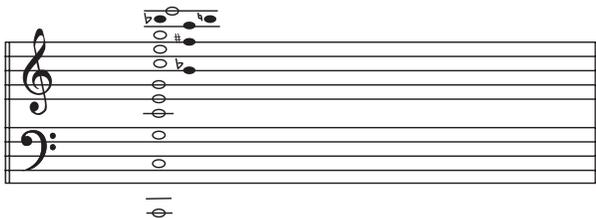
## ► COLOR DEL TONO Y LA SERIE ARMÓNICA

### Concepto:

Todos los instrumentos musicales generan sonidos complejos formados por el sonido principal, o tono fundamental, más otros sonidos más débiles y puros o sobretonos. Un tono fundamental y sus sobretonos se denominan serie armónica. El número y la mayor o menor prominencia de los armónicos que suenan por encima de un tono fundamental crean el color del tono de un instrumento. Cuanto más extensa sea la serie armónica de un instrumento, más rico y brillante es el tono. Por ejemplo, un oboe tiene una serie armónica compleja, en comparación con una flauta.

### Relevancia:

Cuando se colocan en un espacio musical, los materiales de absorción que son muy delgados para absorber uniformemente una amplia gama de frecuencias, pueden "quitar" los armónicos superiores del tono de un instrumento, lo que deja el sonido alterado y menos colorido.

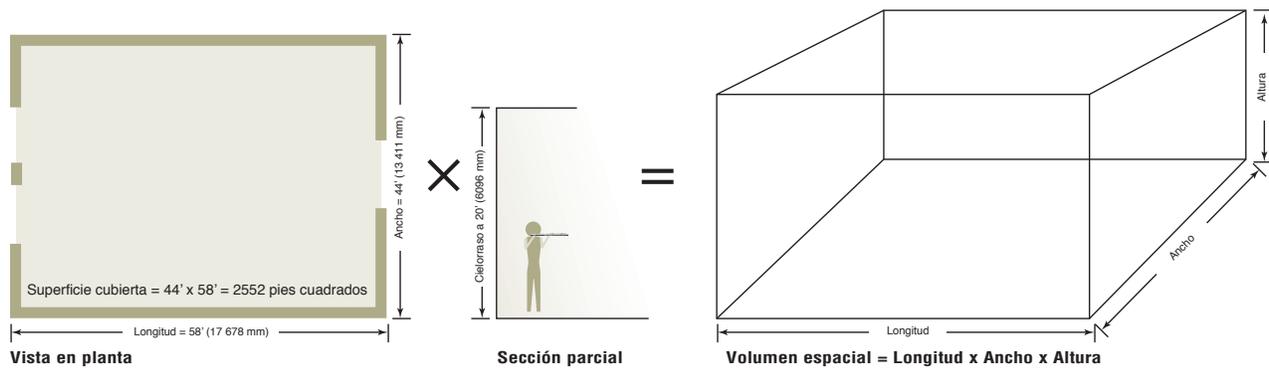


La serie de armónicos, o sobretonos potenciales generados a partir del tono fundamental c-65Hz.

	SOBRETONO	1.ro	2.do	3.ro	4.to	5.to	6.to	7.mo	8.vo	9.no	10.mo
AMPLITUD	FLAUTA	■									
	OBOE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	FRENCH HORN	■	■	■							

Número y prominencia de sobretonos para tres instrumentos comunes

## ► VOLUMEN ESPACIAL



### Concepto:

El volumen espacial es el área del piso (metros cuadrados) de un espacio multiplicado por la altura del cielorraso (metros). Por ejemplo, un espacio de ensayo de 44' x 58' (13 411 x 17 678 mm) con una altura del cielorraso de 20' (6096 mm) tendría un volumen espacial de 51 040 pies cúbicos (44' x 58' x 20' = 51 040 pies cúbicos).

### Relevancia:

El volumen espacial de un espacio musical es la base de la acústica que experimenta, sea buena o mala. El volumen espacial adecuado ayuda a disipar el volumen, al tiempo que proporciona un área lo suficientemente grande como para retrasar levemente las reflexiones del sonido sobre las paredes, el piso y el cielorraso. Este retraso permite que el oído y la mente humanos procesen el sonido. El resultado es la capacidad de escuchar y criticar con precisión todo el espectro del sonido musical.

¿CUÁNTO VOLUMEN ESPACIAL ES SUFICIENTE?				
REGLA GENERAL				
SALA	TAMAÑO DE LA CLASE	ALTURA DEL CIELORRASO	SUPERFICIE MÍNIMA DEL PISO	VOLUMEN ESPACIAL DE LA SALA RESULTANTE
Ensayo coral	60-80 estudiantes	16' a 20' (4877 a 6096 mm)	1800 pies cuadrados	28 800 a 36 000 pies cúbicos
Ensayo de banda/orquesta	60-75 estudiantes	18' a 22' (5486 a 6706 mm)	2500 pies cuadrados	45 000 a 55 000 pies cúbicos

El tamaño ideal de la sala de ensayo depende en cierto modo del tipo y el tamaño del grupo, pero debe proporcionar a los músicos el espacio suficiente para moverse y tocar sus instrumentos, y el suficiente volumen espacial para el sonido que generan.

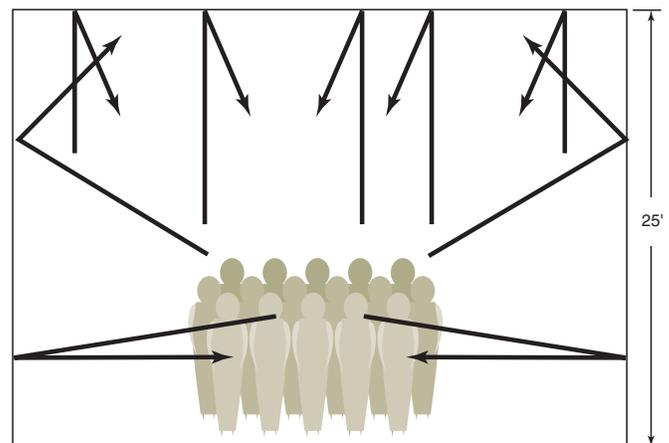
## ► PRESENCIA MUSICAL Y ENVOLVIMIENTO

### Concepto:

La presencia es un término general que los músicos usan para describir los atributos acústicos positivos de un espacio. Cuando una sala tiene "buena presencia", las primeras reflexiones del sonido sobre las paredes y los cielorrasos se devuelven a los oídos de los músicos en un intervalo de tiempo de aproximadamente 30 milisegundos. El envolvimiento es un término similar usado para definir las características de auditorios más grandes y espacios de actuación donde las reflexiones laterales de las paredes laterales y traseras regresan al oído aproximadamente 80 milisegundos después de emitido el sonido directo. Para los intérpretes y los miembros del público por igual, el envolvimiento es la sensación de estar inmerso en la música, o rodeado por ella. La presencia y el envolvimiento no se pueden lograr sin un tamaño de sala y un volumen cúbico significativos.

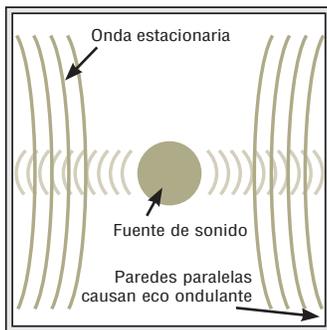
### Relevancia:

Cuando los músicos pueden escuchar su sonido "en la sala", les permite concentrarse mejor en el fraseo, la entonación y la comunicación con otros músicos en un conjunto. Las salas con presencia y envolvimiento simplemente se sienten como que dan más respaldo, y pueden ser más musicales.

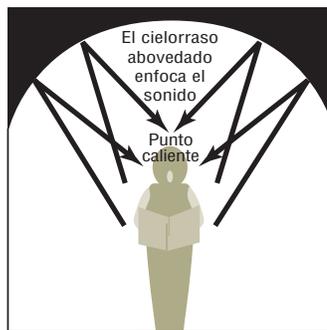


**Intérpretes corales inmersos en el sonido. Las reflexiones que respaldan la escucha mutua deben llegar después de un breve retraso de entre 30 y 80 milisegundos.**

## ► FORMA DE LA SALA



Vista en planta



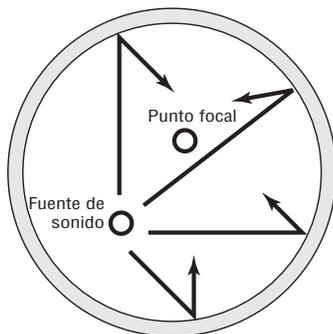
Vista transversal

### Concepto:

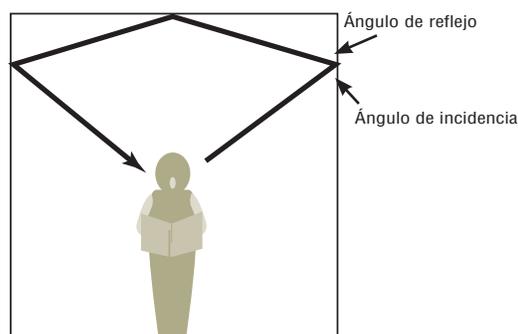
Cuando el sonido se refleja en superficies duras, el ángulo o la forma de estas superficies afectan el patrón de las reflexiones y, en última instancia, lo que se escucha. Como resultado, ciertas formas geométricas de la sala darán lugar a fenómenos acústicos indeseables.

### Relevancia:

La forma de su sala tiene un profundo efecto en la forma en que se comporta el sonido en ella. Las paredes paralelas sin tratamiento causan ecos ondulantes. Los diseños que pueden parecer "acústicos" a menudo generan problemas. Los cielorrasos y paredes curvos cóncavos, por ejemplo, enfocarán el sonido hacia "puntos calientes" acústicos, pero dejan a la vez a los músicos en otras áreas sin poder escuchar mucho. Las salas en forma de cubo (la longitud, el ancho y la altura del cielorraso son iguales) pueden provocar un fenómeno llamado onda estacionaria donde las frecuencias más bajas se exageran debido a la correlación matemática entre las dimensiones de la sala y la longitud de onda de la frecuencia. (Véase la tabla en la página 4)



Vista en planta (forma circular)



Vista transversal (sala en forma de cubo)

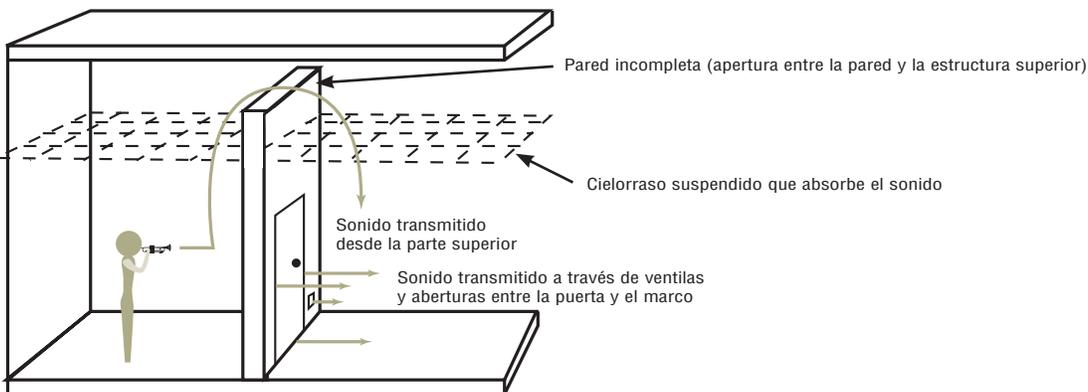
## ► AISLAMIENTO DE SONIDO

### Concepto:

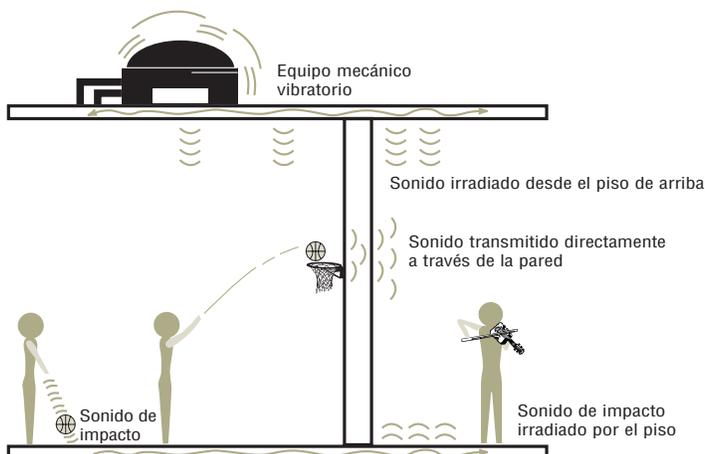
El aislamiento de sonido depende de cuán bien los elementos de construcción de una sala (piso, paredes, cielorraso) mantienen el sonido creado en la sala contenido y evitan que el sonido generado en el exterior penetre en la sala. El aislamiento de sonido se ve comprometido por la fuga de sonido en el aire a través de cualquier abertura en su estructura, como puertas, ventanas, conductos eléctricos, aberturas de ventilación y brechas en los elementos de construcción. El aislamiento de sonido también se ve comprometido por vibraciones de sonido que viajan a lo largo o que pasan a través de una estructura física como el piso o una pared.

### Relevancia:

En pocas palabras, un aislamiento de sonido deficiente dificulta o imposibilita la escucha crítica. Por ejemplo, las salas de práctica a menudo son inutilizables porque filtran el sonido tanto hacia dentro como hacia afuera. El ruido proveniente de un gimnasio cercano puede molestar el ensayo musical, o los ensayos musicales pueden molestar los salones de clase o las oficinas cercanos. Utilice elementos de construcción aislantes del sonido de alto rendimiento para contener el ruido generado por gimnasios, salas de equipos mecánicos y similares.



El sonido en el aire se filtra de un espacio a otro.



El sonido transmitido por la estructura no solo se transmite a través de las paredes, sino que también viaja horizontalmente a través de pisos y cielorrasos.

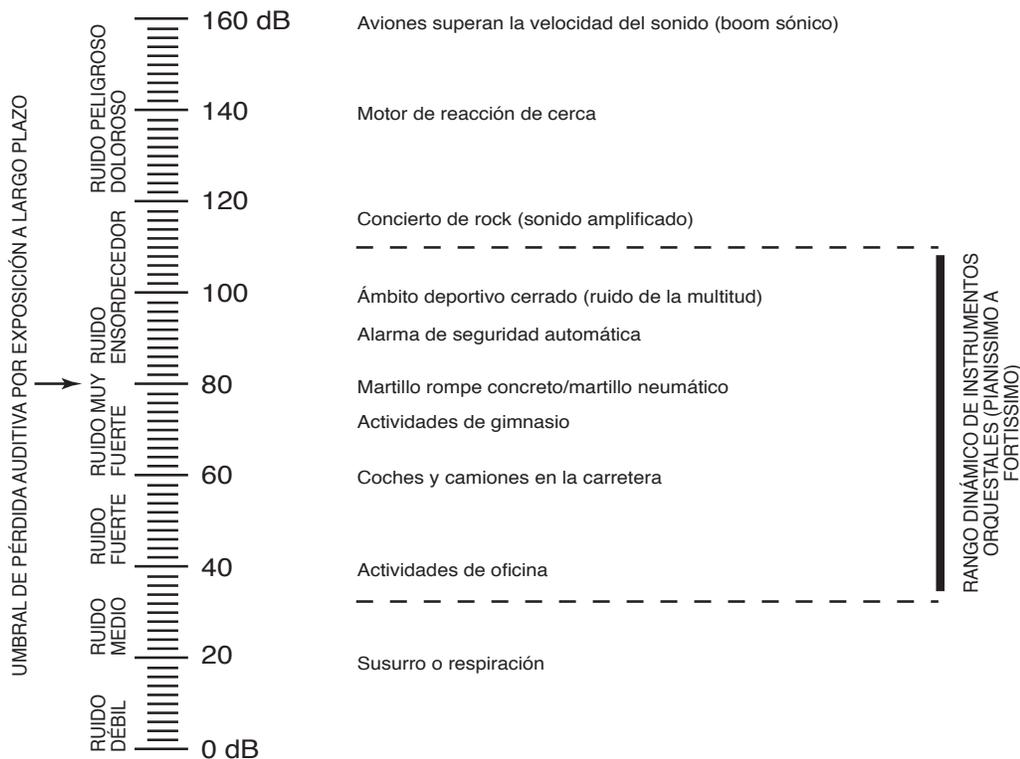
## ► VOLUMEN

### Concepto:

El nivel de presión sonora en decibelios (dB) es una medida de volumen. En los auditorios para la interpretación musical, los pasajes más ruidosos deberían ser cómodos, en tanto que los pasajes más débiles deberían ser lo suficientemente audibles. El volumen se ve afectado por la relación entre la altura y el ancho de la sala (H/W, por sus siglas en inglés), la absorción de los asientos y los ocupantes, y el volumen espacial de la sala.

### Relevancia:

Los conjuntos musicales pueden ser extremadamente ruidosos; a menudo pueden sonar por arriba de 100 dB. La exposición sostenida a niveles de presión sonora tan altos puede provocar incomodidad, pérdida de audición a corto plazo o daño permanente a la audición. Un zumbido en los oídos después de un día de enseñar o tocar música es una señal de que sus oídos están cansados. Si el zumbido es persistente día tras día, es probable que se encuentre en un entorno demasiado ruidoso.



### Una nota sobre la salud auditiva:

con demasiada frecuencia, nos llaman para ayudar con salas de ensayo que son demasiado ruidosas. Arriba en la lista de preocupaciones en una sala ruidosa es el efecto sobre la salud auditiva de docentes y estudiantes. De acuerdo con los estándares de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés), 90 dB es el nivel de ruido máximo aceptable en un lugar de trabajo sin protección auditiva. Un estudio independiente\* informó que los niveles de ruido en las salas de ensayo de bandas a menudo fueron de 7 a 12 dB por encima del límite. El estudio continuó examinando el efecto de esto en los docentes de música. Los hallazgos mostraron una correlación entre los años en el trabajo y la tasa de pérdida de audición inducida por ruido. El mensaje es claro: las salas de bandas pueden convertirse en lugares peligrosamente ruidosos para trabajar, y se deben tomar medidas para abordar el hecho de tener salas excesivamente ruidosas.

\*Investigación de Robert A. Cutietta, coordinador de educación musical en la Escuela de Música de la Universidad de Arizona, y colegas.

Publicado en el *Journal of Research in Music Education* en 1994. Volumen 42, Número 4, páginas 318-330.

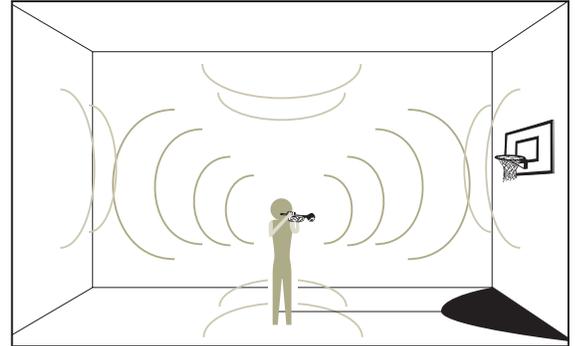
## ► REVERBERACIÓN

### Concepto:

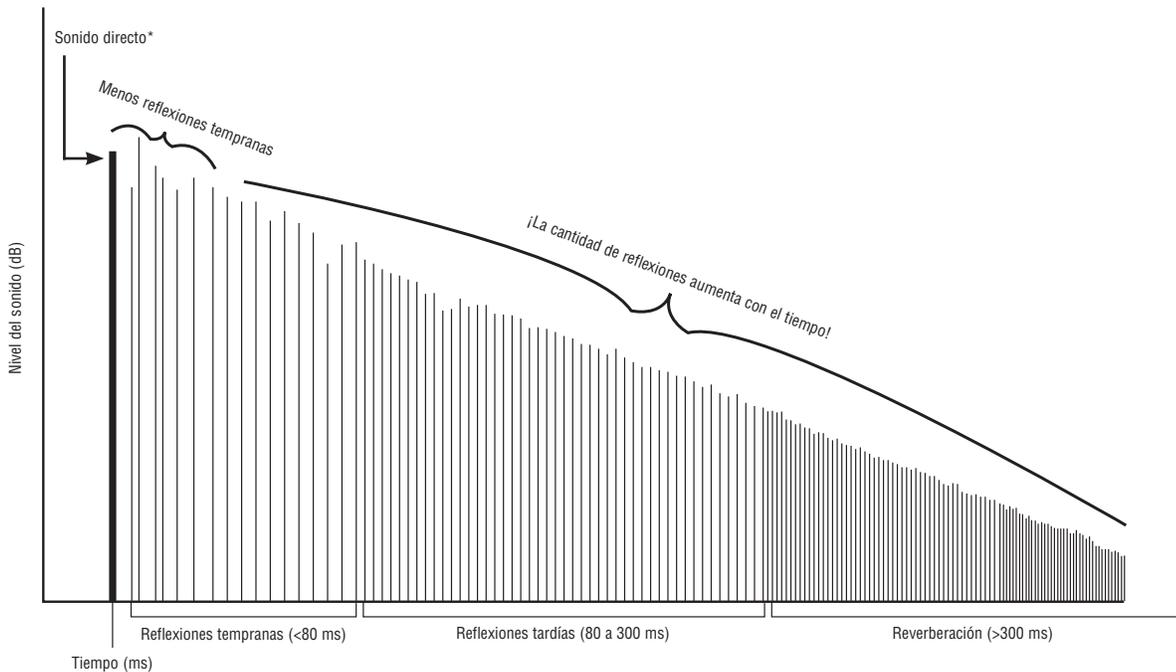
La reverberación es la persistencia del sonido en un espacio cerrado. La reverberación afecta el carácter y la calidad de la música. Se mide en segundos, desde cuando el sonido se genera hasta cuando decae hasta el punto de inaudibilidad. La reverberación se ve afectada por las superficies interiores y el tamaño de una sala, y la absorción de personas y de asientos y otros muebles. Por ejemplo, las cafeterías y los gimnasios a menudo son demasiado reverberantes porque las superficies duras permiten que el sonido se acumule y refleje muchas veces antes de perder su energía.

### Relevancia:

Una reverberación excesiva puede evitar que un conjunto escuche con precisión la definición y el detalle. La articulación y el tiempo se enturbian, y la claridad se pierde.



Las superficies duras que reflejan el sonido y el gran volumen espacial crean una reverberación excesiva.



**Decaimiento de sonido en un auditorio. La reverberación es el tiempo que tarda el sonido en decaer 60 dB.**

\*Tiempo que le toma al sonido del escenario llegar al oyente.

## ► BRILLO

### Concepto:

El brillo describe el volumen percibido de las frecuencias musicales superiores ( $\geq 2000$  Hz). Cuando una sala es brillante, estas frecuencias están en equilibrio con, y no se ven limitadas por, frecuencias más bajas. Para lograr el brillo en auditorios, es importante que las superficies interiores sean pesadas y grandes.

### Relevancia:

Un entorno acústico brillante permite a un músico escuchar claramente ataques y liberaciones, ayudando a todo el conjunto a ejecutar con precisión pasajes rítmicos complejos. Un entorno "brillante" que respalda frecuencias más altas también permite escuchar el tono de color completo del instrumento o la voz. Mantener el brillo mientras se trata acústicamente un espacio por el volumen demanda materiales acústicos específicos colocados con precisión en toda la sala.

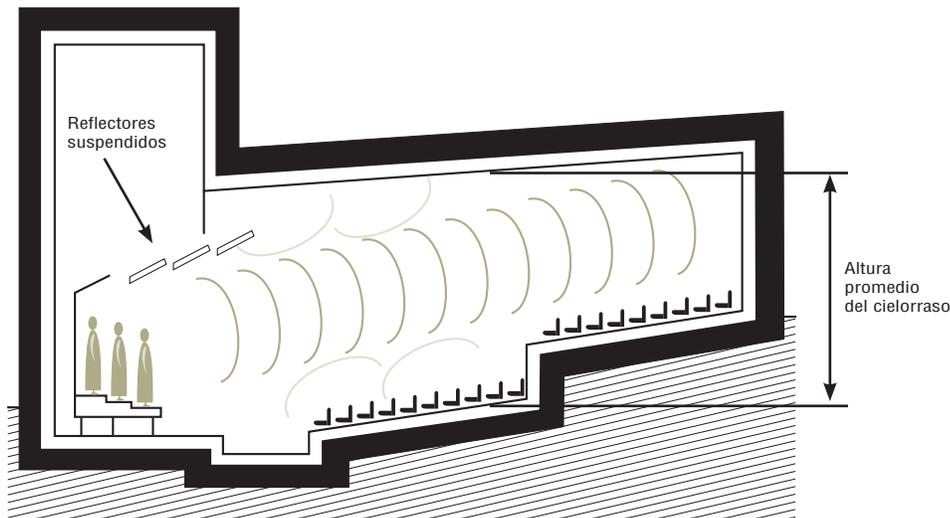
## ► CALIDEZ

### Concepto:

En grandes auditorios, la calidez describe el volumen relativo de las frecuencias bajas ( $\leq 250$  Hz) respecto al volumen de las frecuencias de rango medio. Los investigadores han utilizado durante mucho tiempo la relación de graves (BR, por sus siglas en inglés) como una medida de calidez. La BR es la reverberación a bajas frecuencias dividida por la reverberación a frecuencias medias. La BR debería ser mayor que 1,0. Investigaciones recientes del Concert Hall Research Group (CHRG) indican que la altura del cielorraso es un elemento crítico de la fuerza de los bajos en los auditorios.

### Relevancia:

Para reflejar y difundir ondas de sonido largas se requieren superficies grandes con masa y rigidez sustanciales. Grandes cubiertas acústicas en el escenario, por ejemplo, ayudan a mejorar una sensación de calidez. En general, los auditorios con cielorrasos difusores tienden a tener bajos más débiles, pero los auditorios con reflectores sobre el escenario tienen bajos más fuertes.



**La estructura sólida y maciza, y los reflectores de sonido suspendidos reflejan las bajas frecuencias, lo que crea una sensación de calidez.**

## TÉRMINOS ACÚSTICOS ADICIONALES

### **Acústica activa:**

También denominada arquitectura electrónica o “acústica virtual”. Se emplean dispositivos electrónicos (micrófonos, altavoces, procesadores de señales digitales, etc.) para mejorar la acústica natural de un espacio. La acústica activa eficaz también depende de que la sala reciba el correcto tratamiento acústico pasivo.

### **Ecos:**

Los ecos se producen cuando las superficies reflejan el sonido hacia el público después de que se ha escuchado el sonido directo proveniente de la fuente. Por ejemplo, la sección de cuernos en el escenario podría generar un eco que genere una distracción proveniente de la pared posterior del auditorio. Aunque tanto los absorbedores como los difusores pueden ayudar a corregir este tipo de eco, en general se prefiere el uso de difusores porque permiten conservar más energía del sonido.

### **Ondulante:**

Los ecos ondulantes se producen cuando hay una fuente sonora ubicada entre superficies paralelas que reflejan sonidos. La consecuencia es un zumbido prolongado. Por ejemplo, un golpe en el aro de un redoblante dentro de una sala sin tratamiento producirá un eco ondulante perceptible.

### **Enmascaramiento:**

El enmascaramiento se produce cuando un sonido indeseado entra en conflicto o enmascara la capacidad de un músico de escuchar sonidos musicales de un tono similar o más alto. Por ejemplo, el sonido de “viento” que hace el aire al salir de un conducto de suministro de aire puede enmascarar sonidos musicales.

### **NC:**

Noise Criteria. Se trata de una valoración numérica que cuantifica el nivel de ruido de fondo. Cuanto más bajo es el NC, más silencioso es el lugar.

### **Acústica pasiva:**

Este término se refiere al uso del diseño arquitectónico (no electrónico) y los tratamientos para superficies acústicas que tienen como fin crear un espacio musical. Divididos principalmente por sus propiedades absorbentes y difusoras, elementos tales como la forma geométrica de paredes y cielorrasos, y los paneles acústicos en paredes y cielorrasos son ejemplos de acústica pasiva.

### **Reflexión:**

La reflexión sonora de una superficie dura se puede comparar con la reflexión lumínica de un espejo. Sin superficies reflectantes tales como las cubiertas acústicas y los elevadores en un escenario con proscenio, por ejemplo, la energía del sonido se puede disipar o ser absorbida sin siquiera llegar al público.

### **Vía de transmisión del sonido:**

Por vía aérea: Se trata del sonido que se transmite por el aire, golpea una barrera y se retransmite al otro lado.

### **STC:**

Clase de transmisión del sonido. Se trata de un sistema de valoración numérica que describe el grado de aislamiento sonoro que brinda un elemento arquitectónico (es decir, una pared, una puerta, una ventana, etc.). En general, la Clase de transmisión del sonido (STC, por sus siglas en inglés) es la mejor manera de representar la capacidad de un elemento arquitectónico para aislar conversaciones. Cuanto mayor es la STC medida en el laboratorio, mayor es el aislamiento sonoro del elemento arquitectónico.

### **Estructura/Propagación:**

Se trata del sonido que se transmite mediante contacto directo con la fuente de sonido, como un compresor de aire conectado al piso de la sala o las patas de un piano de piso en contacto con el suelo.

### **NIC:**

Clase de aislamiento de ruido. Es parecida a la STC, pero toma en cuenta todas las partes de la estructura que rodea una sala. Cuanto mayor sea la Clase de aislamiento de ruido (NIC, por sus siglas en inglés), mayor será el aislamiento sonoro entre las salas.

### **NRC:**

Coefficiente de reducción de ruido. Es un número que describe la absorción promedio (medida como porcentaje de la absorción ideal) de una frecuencia de banda de un octavo a 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz y 2 kHz. El Coeficiente de reducción de ruido (NRC, por sus siglas en inglés) ofrece un buen estimativo de la absorción cuando se emplea para el rango vocal, pero tiene un valor limitado cuando se emplea en aplicaciones musicales ya que pasa por alto frecuencias inferiores a los 176 Hz y superiores a los 2825 Hz.

## BIBLIOGRAFÍA

Architectural Acoustics de M. David Egan; 1988 por McGraw-Hill; ISBN: 0-07-019111-5

Architectural Acoustics de M. David Egan; 2007 por J. Ross Publishing; ISBN: 13: 978-1932159783

Architectural Acoustics:

Principles and Practice; editado por William J. Cavanaugh y Joseph A. Wilkes; 1999 por John Wiley & Sons, Inc.; ISBN: 0-471-30682-7

Acoustics de Charles M. Salter Associates, Inc.; 1998 por William Stout Publishers; ISBN: 0-9651144-6-5

Guía de planificación de Wenger para instalaciones de música en escuelas secundarias

## LECTURAS ADICIONALES

Architectural Acoustics:

Principles and Design de Madan Mehta, James Johnson y Jorge Rocafort; 1999 por Prentice-Hall, Inc.; ISBN: 0-13-793795-4

Acoustics and Noise Control Handbook for Architects and Builders

de Leland K. Irvine y Roy L. Richards; 1998 por Krieger Publishing Company; ISBN: 0-89464-922-1

Auditorium Acoustics and Architectural Design de Michael Barron; 1993 por E & FN Spon; ISBN: 0-442-31623-2

Concert Halls and Opera Houses: Second Edition de Leo Beranek; 2004 por Springer-Verlag; ISBN: 0-387-95524-0

Sound System Engineering - segunda edición de Don y Carolyn Davis; 1992 por Howard Sams & Co.; ISBN: 0-672-21857-7

Music and Concert Hall Acoustics, editado por Yoichi Ando y Dennis Noson; 1997 por Academic Press Limited; ISBN: 0-12-059555-9

Architectural Acoustics de Marshall Long; 2006 por Elsevier Academic Press; ISBN 10: 0-12-455551-9

The Acoustics of Performance Halls de J. Christopher Jaffe; 2010 por W.W. Norton Company, Inc.; ISBN: 978-0-393-73255-9

Deaf Architects & Blind Acousticians?

A Guide to the Principles of Sound Design de Robert E. Apfel; 1998 por Apple Enterprises Press; ISBN: 0-9663331-0-1

## ENCUENTRE CONSULTORES Y PROFESIONALES ESPECIALIZADOS EN ACÚSTICA

Contacto: National Council of Acoustical Consultants (NCAC)  
9100 Purdue Road, Suite 200  
Indianapolis, IN 46268  
(317) 328-0642 Fax: (317) 328-4629  
Sitio web: [www.ncac.com](http://www.ncac.com)

Contacto: Wenger Corporation  
555 Park Drive  
P.O. Box 448  
Owatonna, MN 55060-0448  
1-800-733-0393 Fax: (507) 455-4258  
Sitio web: [www.wengercorp.com](http://www.wengercorp.com)

## OTRAS GUÍAS DE WENGER SOBRE EDUCACIÓN Y INTERPRETACIÓN ARTÍSTICA

Guía de planificación para instalaciones de música en escuelas secundarias

Guía de planificación para instalaciones de música

Guía de planificación básica

Manual básico sobre acústica

Problemas acústicos y sus soluciones para espacios de ensayo y práctica

Guía de planificación para espacios para interpretación artística

Wenger

JRCLANCY

GEARBOSS

© 2018 Wenger Corporation  
USA/8-18/W/LT0055



**WENGER CORPORATION** Teléfono 800.4WENGER (493-6437) Mundial +1.507.455.4100 | Piezas y servicio 800.887.7145 | Oficina en Canadá 800.268.0148 | [wengercorp.com](http://wengercorp.com)  
555 Park Drive, PO Box 448 | Owatonna | MN 55060-0448

**JR CLANCY** Teléfono 800.836.1885 Mundial +1.315.451.3440 | [jrclancy.com](http://jrclancy.com) | 7041 Interstate Island Road | Syracuse | NY 13209-9713

**GEARBOSS** Teléfono 800.493.6437 | Correo electrónico [gearboss@wengercorp.com](mailto:gearboss@wengercorp.com) | [gearboss.com](http://gearboss.com) | 555 Park Drive, PO Box 448 | Owatonna | MN 55060-0448