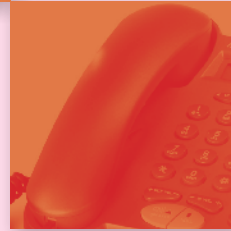
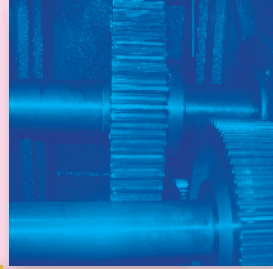


# CONTROL DE RUIDO

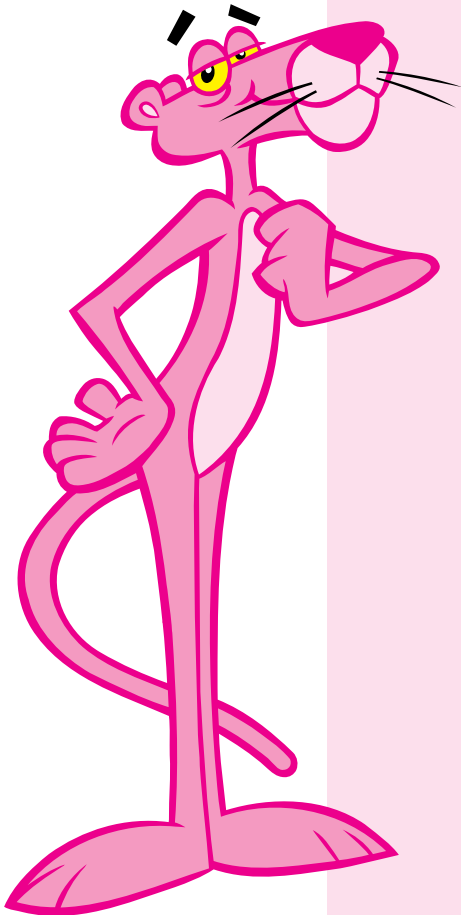


## GUÍA DE DISEÑO

# Contenido

Introducción	1
¿Qué es el Sonido?	2
Principios Básicos de Control de Ruido	4
Absorción de Sonido	9
Pérdida de Transmisión de Sonido	12
Pérdida de Transmisión de Sonido del Techo	14
Transmisión de Sonido de Impacto	15
Control de Ruido Ambiental	16
Productos Acústicos de Owens Corning	18
Control Acústico de Pared Interna	23
Tablas de Selección de Sistema de Pared	24
Tablas de Selección de Sistemas de Piso/Techo	30
Glosario de Términos Acústicos	33

# Introducción



El ruido excesivo está presente casi en todos lados - en hogares, oficinas, escuelas, hospitales, edificios institucionales y fábricas. El ruido puede ser perturbador, causar fatiga, baja productividad laboral, comunicación deficiente y en casos extremos incluso provoca pérdida del sentido del oído. Owens Corning, líder mundial en investigación y manufactura de productos acústicos, tiene el compromiso de ofrecer datos autorizados útiles a los diseñadores, ingenieros, consultores de acústica, desarrolladores y propietarios para ayudarles a planear ambientes residenciales y laborales tranquilos.

Owens Corning conduce pruebas acústicas en su laboratorio ubicado en el Centro de Ciencia y Tecnología Owens Corning de Granville, Ohio. Las instalaciones llevan a cabo investigaciones básicas y aplicadas para los clientes internos y externos con el fin de ayudar a desarrollar o afinar productos nuevos, o bien probar y evaluar nuevos productos o conceptos. El laboratorio evalúa diferentes materiales o sistemas para ayudar a seleccionar los mejores materiales para distintas aplicaciones.

Owens Corning ha sido una fuente importante de investigación en control de sonido y productos acústicos durante más de 30 años. La compañía

participa de manera activa en los grupos redactores de normas como la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM) y el Instituto Nacional Estadounidense de Normas (ANSI), dos grupos cuyos métodos de prueba se conocen a nivel nacional y se utilizan entre los expertos en acústica.

La compañía fabrica una amplia gama de productos que se pueden usar para reducir los niveles de ruido excesivos. Todos los productos y las aplicaciones que se detallan en esta guía se han probado en las instalaciones diseñadas y construidas para brindar condiciones óptimas para las pruebas y la investigación sobre la acústica. Sólo se han utilizado los sistemas de adquisición de datos controlados por computadora más finos e innovadores para generar y analizar el desempeño de los productos y las aplicaciones.

La presente guía está destinada a servir como una herramienta de trabajo porque presenta una discusión concisa sobre el sonido, los métodos para su control y los valores acústicos para una amplia gama de productos. Con esta información, los ingenieros deberán poder manejar con eficiencia y de manera económica los cuantiosos problemas de control de sonido.

# ¿Qué es el Sonido?

El sonido se produce a través de algo que vibra. Viaja en todas direcciones desde la fuente como una onda de presión en el aire, de manera muy similar a las ondas que viajan a través del agua en un estanque cuando se le lanza una piedra. Las ondas de sonido viajan a través del aire como regiones alternadas de aire comprimido y rarificado. Estos cambios en la densidad se detectan como pequeñas variaciones de la presión por encima y por debajo de la presión estática atmosférica promedio.

La presión efectiva de sonido es el valor medio cuadrático (rms, por sus siglas en inglés) de la desviación de presión durante cierto lapso de tiempo. Esta presión de sonido, al hacer vibrar el oído interno, produce la sensación de escuchar y determina la intensidad del sonido conforme la percibe el receptor.

Otro atributo del sonido es la frecuencia, o el número de veces por segundo que la presión del sonido alterna por encima y por debajo de la presión atmosférica. La frecuencia se mide en ciclos por segundo y tiene unidades de Hertz (HZ). Una frecuencia de 1,000 Hz, significa 1,000 ciclos por segundo.

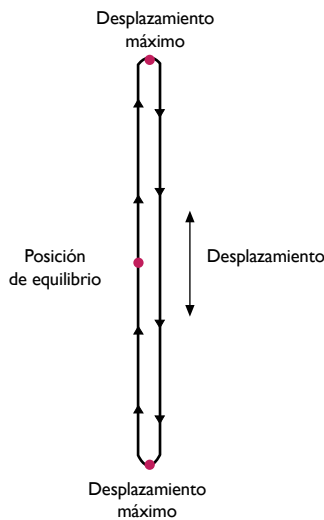


Figura 1: Una partícula de aire vibra en relación con su posición de equilibrio por la energía de una onda de sonido que pasa.

## Sonido transportado por el aire y transportado por una estructura

La mayor parte del ruido se transmite tanto como sonido transportado por el aire como por las estructuras. Por ejemplo, la voz es un sonido transportado por el aire hasta que golpea una estructura como una pared y se convierte en un sonido transportado por una estructura. Entonces por medio de la vibración, éste se vuelve a radiar como sonido transportado por el aire hacia el receptor en una habitación o área adyacente.

El sonido viaja a través del aire a una velocidad constante a una determinada temperatura del aire. La velocidad del sonido es de 342.9 m por segundo (en un día con temperatura promedio) o un poco más de 1.609 km en 5 segundos. La velocidad a la que viaja se puede observar como el lapso entre un rayo y un trueno, o como la demora al escuchar un eco desde un acantilado o un muro distante.

Dado que la onda de sonido se mueve hacia afuera, alejándose de su fuente en todas direcciones, la intensidad de la onda disminuye con la distancia desde la fuente. Por lo tanto, el sonido o el nivel de decibeles disminuye en intensidad conforme uno se aleja de la fuente. De hecho, por cada duplicación de la distancia que existe entre la fuente del sonido y el receptor, el nivel del sonido disminuye 6 dB. La figura 2 ilustra esta pérdida. En un auditorio de 30.5 m de largo, el sonido se tarda cerca de 1/10 de segundo para alcanzar la fila de atrás desde el escenario. Este sonido transportado por el aire puede tomar cualquiera de dos trayectos, uno directo o uno reflejado.

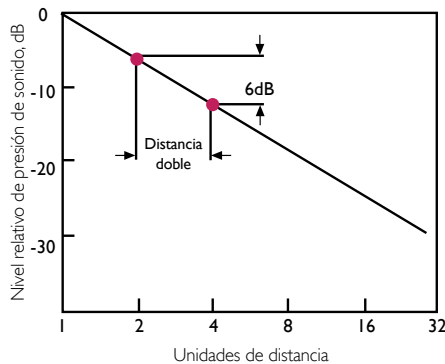


Figura 2: Por cada duplicación de la distancia que existe entre una fuente de sonido y un receptor, existe una disminución del nivel de sonido de 6 dB.

## Sonido Directo y Reflejado

El sonido directo viaja en un trayecto directo desde su fuente hacia su receptor. No golpea ninguna superficie al viajar desde la fuente hacia el receptor. El sonido directo disminuye en intensidad conforme aumenta la distancia entre la fuente y el receptor.

El sonido reflejado golpea una superficie antes de llegar al receptor. Cuando la onda de sonido golpea una superficie, su dirección cambia de la misma forma que una pelota botando contra una pared. La intensidad del sonido reflejado siempre es menor que la del sonido directo. Esto es porque cada vez que el sonido golpea una superficie se absorbe cierta parte de su energía. Y, en segundo lugar, el sonido reflejado viaja un trayecto más largo que el sonido directo; por lo tanto, la energía se pierde debido a la distancia más grande que recorre.



Figura 3: El sonido directo viaja un trayecto sin obstáculos hacia el receptor.

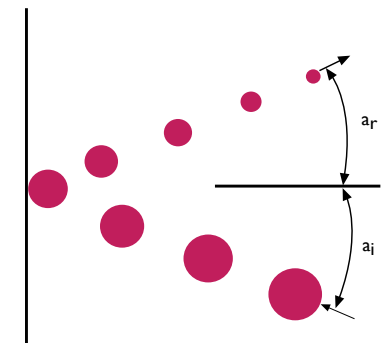


Figura 4: El sonido reflejado golpea las superficies en su trayecto hacia el receptor. El ángulo de reflexión,  $a_r$ , es igual al ángulo de incidencia,  $a_i$ .

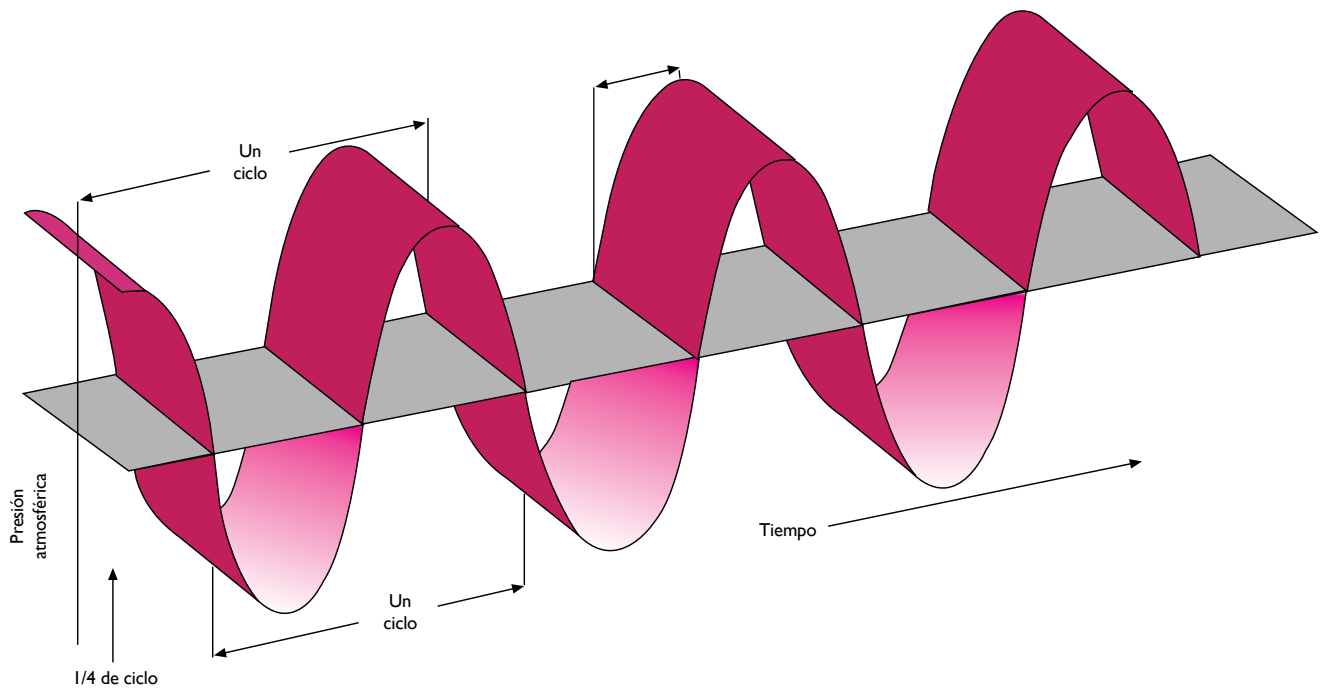


Figura 5: La longitud de la onda es la distancia que una onda viaja en el tiempo que se lleva para completar un ciclo.

# Principios Básicos de Control de Ruido

Existen tres principios básicos a considerar en el control del ruido:

- ▶ Control de ruido en su fuente.
- ▶ Control de ruido a lo largo de su trayecto.
- ▶ Control de ruido en el punto del receptor.

Por lo tanto, en el control del ruido, se hace referencia al control FTR (Fuente, Trayectoria, Receptor). Cualquier problema de control de ruido puede requerir que se tomen en consideración uno, dos o los tres de estos elementos básicos de control.

## Control de Ruido Paso por Paso

El siguiente procedimiento de cuatro pasos con frecuencia proporcionará una solución satisfactoria para los problemas sencillos de control de ruido. Antes de iniciar este procedimiento, se deben tomar las lecturas del nivel de presión de sonido ponderadas "A" para determinar el grado de exposición al ruido excesivo.

1. Tomar las lecturas del nivel de ruido de banda de octava. Esto revelará cuáles frecuencias son más objetables desde el punto de vista del receptor; además de que proporcionará la base para seleccionar materiales acústicos cuyos coeficientes de absorción y/o sus propiedades de pérdida de transmisión de sonido se ajustan mejor para resolver el problema de ruido en particular.
2. Determinar la fuente verdadera del ruido. Muchas veces esto es difícil de detectar debido a múltiples fuentes de ruido. Por ejemplo, quizá se pueda percibir que una bomba es la fuente general de ruido, aunque la fuente subyacente puede ser una o más partes de la bomba: un engranaje gastado, acoplamientos sueltos, aire en el líquido que se está bombeando o los tres.
3. Determinar si el ruido se puede controlar en su fuente. Lo más deseable, desde un punto de vista tanto acústico como económico, es atenuar el ruido en la fuente antes de intentar reducir la transmisión del ruido a lo largo de su trayecto o resolver el problema en el extremo del receptor.
4. Decidir cuál de los tres: fuente, trayecto o receptor; se debe considerar primero para las medidas de control del ruido. Los factores que influyen en esta decisión incluirán el costo inicial, la facilidad de instalación, el acceso al equipo, el efecto en la productividad, la seguridad y posiblemente otros. Entonces, las medidas específicas de control de ruido se pueden diseñar con ayuda de los datos sobre propiedades acústicas que se incluyen en las páginas 18 a 22 de este manual.

## Medición de la Presión del Sonido

Se usa un medidor de nivel de sonido para medir el nivel de presión de sonido en decibeles. Está equipado con escalas designadas como "A" y lineales. La escala "A" ajusta las lecturas del nivel de sonido para corresponder estrechamente con aquellas que se escuchan a través del oído humano. La escala "A" toma en consideración el hecho de que el oído humano es menos sensible ante las frecuencias bajas y es más sensible ante las frecuencias cercanas a los 2,000 Hz. Asimismo, por lo general la pérdida del oído inducida por el ruido se manifiesta en la gama de frecuencias de los 1,000 a los 5,000 Hz.

El diseño efectivo del control de ruido no se puede lograr tan sólo a partir de las lecturas del medidor del nivel de sonido de la escala "A". Se necesita medir el contenido de frecuencia así como el nivel de sonido del ruido agresor para asegurar el desempeño satisfactorio de las medidas de control de ruido. Por lo tanto, además de tomar la lectura del medidor del nivel de sonido de la escala "A", también se deben tomar las medidas del nivel de ruido de banda de octava (ver la Figura 6). Un filtro de banda de octava, utilizado en conjunto con un medidor de nivel de sonido, mide el nivel de ruido de un grupo de frecuencias (por ejemplo, una octava). Las bandas de octava tienen frecuencias centrales de 125, 250, 500, 1,000, 2,000 y 4,000 Hz (también a veces de 8,000 Hz). Por ende, los datos de prueba de productos que se presentan en este manual se dan en bandas de octava con el fin de ayudar en la selección y el diseño apropiados de las medidas efectivas de control de ruido.

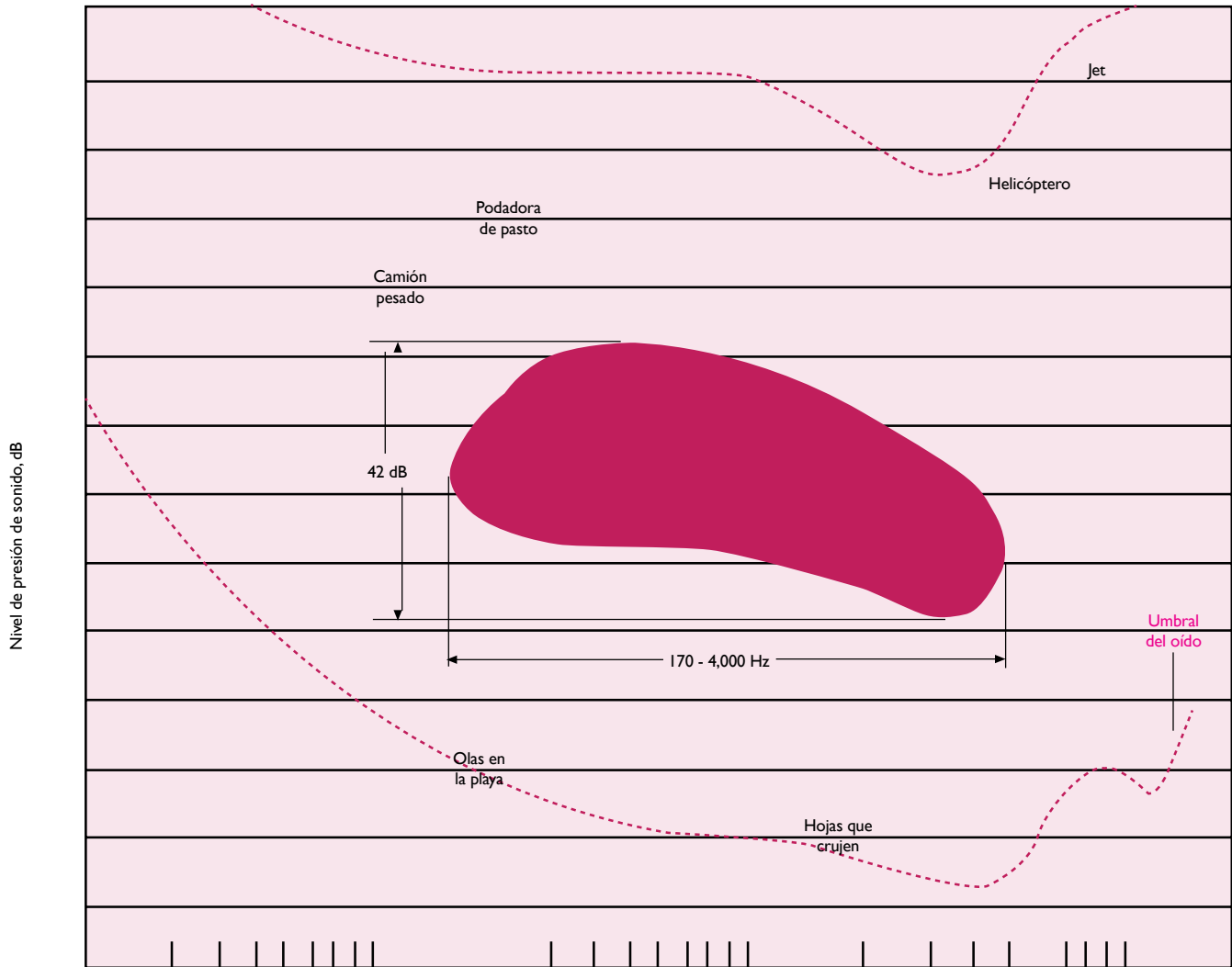
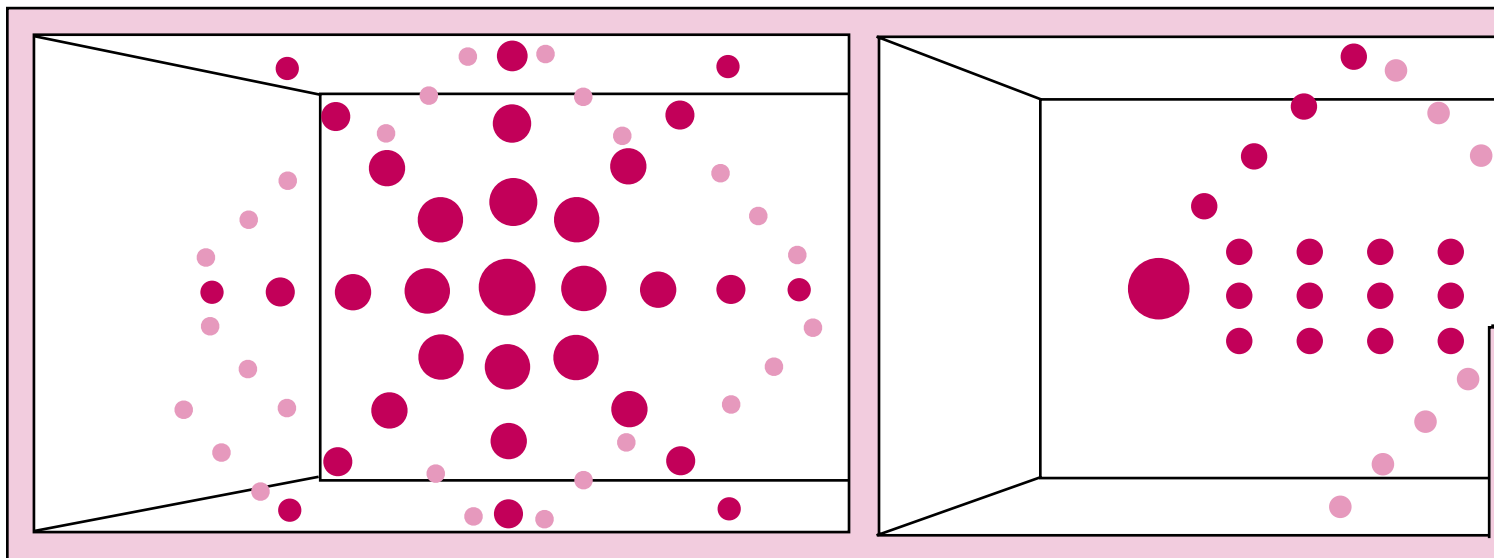


Figura 6: La capacidad auditiva del oído humano se indica con las líneas punteadas. El área sombreada representa los sonidos comunes del habla.



### Control de ruido en su fuente.

El medio más efectivo para reducir el nivel de ruido en una ubicación particular es reducir el ruido que se emite en la fuente. La reducción de ruido en la fuente se puede lograr en varias formas:

- ▶ La fuente de ruido se puede reemplazar por un equipo más silencioso, modificarse para producir la reducción de ruido deseada o repararse y/o ajustarse para reducir el ruido.
- ▶ La fuente de ruido se puede mover a una ubicación suficientemente distante del área sensible al ruido para reducir el ruido a un nivel aceptable.
- ▶ Si se descubre que las vibraciones se están transmitiendo a la estructura de un edificio o una casa, la fuente de ruido se puede montar sobre aisladores de vibración.
- ▶ La fuente de ruido se puede recubrir con un compuesto de amortiguamiento para atenuar la energía del sonido que radia desde las superficies que vibran.
- ▶ La fuente de ruido se puede encerrar en una habitación acústicamente eficaz.

Las habitaciones para equipo se pueden construir usando plásticos reforzados de fibra de vidrio (PRF). La reducción de ruido de la habitación se puede mejorar aún más con el uso de un aislamiento de Fiberglas.

El aislamiento se puede seleccionar con base en una amplia gama de atributos de desempeño.

Cuando no sea factible utilizar una habitación para el equipo, podrá ser posible construir una estructura alrededor de toda el área del equipo. Dichas estructuras están disponibles con los fabricantes de especialidades o se pueden construir en el sitio utilizando, aislamiento, metal de hoja, plomo, tablarroca, madera laminada o productos de mampostería.

Dependiendo del tipo de aislamiento, grosor, ubicación y banda de frecuencia de la fuente de ruido, la atenuación del ruido efectiva de la estructura se puede incrementar hasta 12 dB. Con frecuencia, los ductos son los principales contribuidores de ruido. Owens Corning ofrece placa de ducto rígida, envoltura de ducto y forros de ducto para reducir el ruido y brindar una barrera térmica efectiva y ahorradora de energía.

El aislamiento de Fiberglas también se puede usar para reducir el ruido que emana de las tuberías. Existe una línea completa de productos de aislamiento de tuberías disponible para satisfacer una amplia gama de requerimientos de desempeño térmico, temperatura, seguridad contra incendios y durabilidad.

### Control de ruido a lo largo de su trayecto

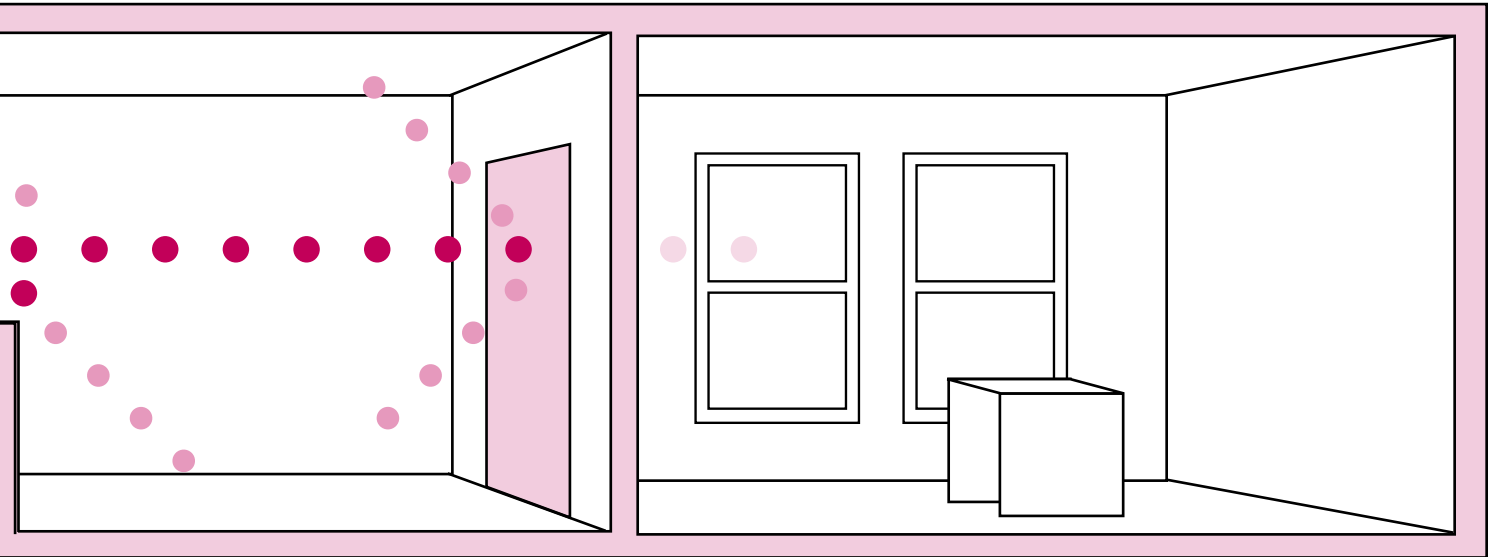
El sonido viaja hacia el receptor tomando ya sea un trayecto directo, sin golpear ninguna superficie, o bien un trayecto indirecto, reflejado desde una o más superficies. En la mayoría de los casos, tanto el sonido directo como el sonido indirecto alcanza al receptor.

#### Sonido Directo

Un medio efectivo para reducir el sonido directo es instalar una barrera acústica efectiva entre la fuente del ruido y el receptor. Dado que por definición, una barrera no se extiende desde el piso hasta el techo o la azotea, el sonido se difracta alrededor de la barrera de una manera similar a aquella en la que la luz se difracta alrededor del objeto que golpea.

Para que una barrera de sonido sea más efectiva debe tener dos propiedades acústicas. Una: la capacidad de reducción de ruido de la barrera debe ser lo suficientemente alta para que el sonido se atenúe o bloquee al pasar a través de la barrera. Dos: debe poder absorber el sonido de manera que el sonido que golpee la barrera se absorba y no se refleje de vuelta hacia el área de la fuente.





### Sonido Indirecto

El medio más efectivo para reducir el sonido reflejado es instalar materiales absorbentes sobre las superficies que golpea el sonido. Así que, cuando el sonido golpea estas superficies, la mayor parte se absorbe y se refleja muy poco. Los aislamientos de Fiberglas pueden absorber hasta un 99% del sonido que golpea su superficie, lo que los hace uno de los materiales absorbentes de sonido más eficientes disponibles.

Cuando sea posible, la instalación de un techo acústico proporciona uno de los métodos más efectivos de reducción de los reflejos de sonido. Si esto no es posible, entonces se pueden usar pantallas acústicas en el área del techo o se pueden aplicar tratamientos acústicos en las paredes laterales o en la parte inferior de la plataforma del techo.

Owens Corning ofrece una amplia gama de aislamientos que se pueden usar para crear tratamientos acústicos. Estos productos se pueden cubrir con revestimientos porosos como tablas perforadas, metal expandido o telas con poca pérdida de valores de absorción de sonido.

### Control de ruido en el punto del receptor

El único método permanente para reducir el ruido en el punto del receptor es construir una estructura parcial o completa alrededor del receptor u oyente. Una estructura para un oyente es muy similar a una estructura para una fuente de ruido.

La diferencia básica entre los dos es que un recinto para empleados debe ofrecer un ambiente en el que el empleado pueda funcionar con eficiencia y confort. Esto significa que se debe proveer iluminación, ventanas, una puerta y un sistema de ventilación. Estos elementos pueden degradar el desempeño acústico general de la estructura debido a las fugas de sonido y a los valores de reducción de ruido más bajos de las puertas y ventanas. Por lo tanto, se debe poner más énfasis en los detalles del diseño y la construcción de una estructura para el receptor que en el caso de un recinto para la fuente de ruido. El uso de un aislamiento de Fiberglas en las cavidades de los postes y las vigas de una estructura, más el uso libre de masilla para sellar las fugas de sonido es un excelente comienzo en el diseño de una estructura para trabajadores. De ser posible, las puertas y ventanas se deben ubicar del lado alejado de la fuente de ruido. Se deben ubicar e instalar sistemas de ventilación para minimizar la conducción del ruido hacia la estructura.

*Figura 7: El ruido se puede controlar en la fuente, a lo largo de su trayecto y en el punto del receptor.*

# Selección de los Materiales Acústicos Correctos

El campo de audición del oído humano es de 20 a 20,000 Hz, donde el límite superior disminuye con la edad y el límite inferior aumenta con la edad. El oído es más sensible al sonido de alrededor de 1,000 Hz y es menos sensible a los sonidos por encima y por debajo de esta frecuencia. Al igual que el oído humano, el desempeño acústico de los materiales varía con la frecuencia.

Con el fin de controlar el sonido indeseable, los materiales acústicos desempeñan una de dos funciones acústicas: Absorben el sonido o bloquean (atenúan) su transmisión. La mayoría de los materiales acústicos son absorbentes de sonido o tienen valores altos de pérdida de transmisión de sonido. Los materiales absorbentes de sonido se usan para reducir el nivel de ruido y/o controlar el tiempo de reverberación dentro de una habitación. Los materiales atenuadores de sonido, o los materiales con una pérdida alta de transmisión de sonido, se usan para reducir el ruido conforme pasa desde un espacio hacia otro.

Rara vez los materiales acústicos desempeñan ambas funciones de absorción y atenuación del sonido. Por lo tanto, la selección de los materiales depende de la forma en que el diseñador esté tratando de lograr una situación determinada: controlar el ruido dentro de una habitación o reducir la transmisión de sonido desde una habitación o área hacia otra. Muchas veces, el diseñador necesita lograr ambos objetivos y debe usar dos productos o sistemas diferentes para alcanzar su propósito.

Las siguientes secciones tratan con mayor amplitud los principios involucrados en el control acústico: absorción de sonido, pérdida de transmisión de sonido transportado por el aire, pérdida de transmisión de sonido del techo, transmisiones de sonido de impacto, control de ruido ambiental, diseño de construcción para control acústico de paredes interiores y construcciones de paredes específicas y sus valores de Clase de Transmisión de Sonido (STC Sound Transmission Class en inglés).



# Absorción de Sonido

## ¿Qué es la Absorción de Sonido?

Todos los materiales absorben la energía del sonido hasta cierto grado. Siempre que las ondas de sonido golpean un material, parte de la energía acústica de la onda se absorbe y/o se transmite, y el resto se refleja. La energía reflejada de la onda siempre es menos que la energía incidente, y la energía acústica absorbida se transforma en otra forma de energía, por lo general en calor. La cantidad de energía absorbida se expresa en términos del coeficiente de absorción de sonido.

## El Coeficiente de Absorción de Sonido

El coeficiente de absorción de sonido es la fracción decimal de la energía de sonido absorbida por el material. Por ejemplo, si un material tiene un coeficiente de absorción de sonido de 0.85, significa que el 85 por ciento de la energía de sonido reflejada que golpea ese material se absorbe y que el 15 por ciento de la energía de sonido se refleja.

Dado que todos los materiales absorben diferentes cantidades de energía, dependiendo de la frecuencia de la onda de sonido que golpea el material, se determinan los coeficientes de absorción de sonido de banda de 1/3 de octava para las frecuencias centrales desde 125 hasta 4,000 Hz. Estos valores se reportan a frecuencias centrales de banda de octava, consulte las tablas 13 a 20. En la acústica arquitectónica, rara vez se usa una frecuencia de ruido pura o sencilla para evaluar la propiedad acústica de un material.

El método de prueba que usan los laboratorios para medir los coeficientes de absorción de sonido de un material se especifica a través de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM), procedimiento de prueba C423. Se debe usar la revisión más reciente de esta norma, ya que con frecuencia se hacen cambios en la norma de prueba.

Los coeficientes de absorción de sonido mayores de 1.00 no pueden ocurrir en teoría, aunque se pueden medir en los

materiales con alta capacidad de absorción de sonido. Conforme lo recomienda el método de prueba estándar, los coeficientes mayores de 1.00 se reportan como medidos y no se ajustan. El Coeficiente de Reducción de Ruido (NRC por sus siglas en inglés) correspondiente al material también puede ser mayor de 1.00.

## El Coeficiente de Reducción de Ruido

Las capacidades de absorción de sonido de un material con frecuencia se expresan en la literatura y las especificaciones de los productos por medio de una clasificación del NRC (Coeficiente de Reducción de Ruido) de una sola cifra. El NRC es el promedio de los coeficientes de absorción de sonido que se miden a 250, 500, 1,000 y 2,000 Hz redondeados al 0.05 más cercano. Por lo general, el oído humano no puede escuchar la diferencia acústica entre dos absorbentes de sonido cuyos valores de NRC difieren en 0.05; por lo tanto, dos materiales con un NRC de 0.80 y 0.85 respectivamente parecerán absorber la misma cantidad de sonido.

Por lo general, un material tiene un valor de NRC mayor de 0.40 antes de que se le llame absorbente de sonido. Los materiales porosos como la fibra de vidrio permiten que las ondas de sonido penetren en el material, donde la energía acústica se convierte en calor, debido a la fricción entre el aire y las fibras de vidrio. Estos materiales pueden

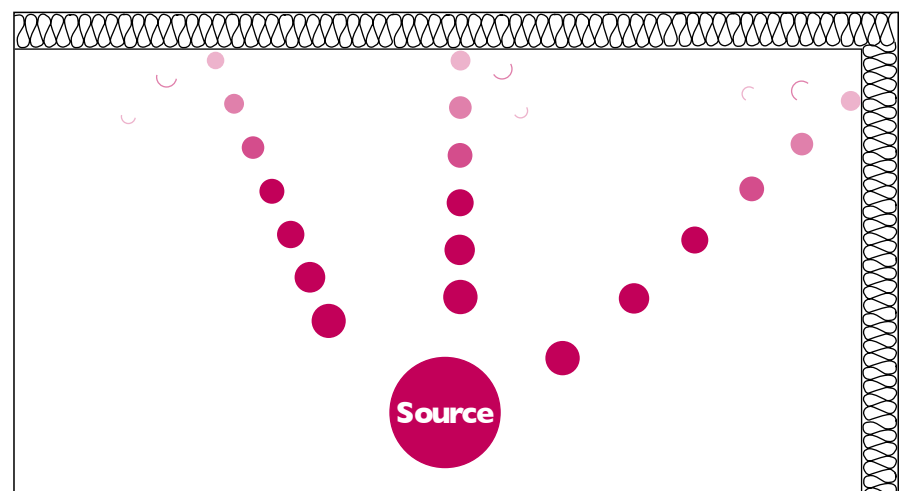
tener valores de NRC tan altos como 0.95 a 1.00, dependiendo de su grosor.

## Sabines Totales de Absorción

Con el fin de determinar cuánto sonido disminuirá en un espacio con la adición de materiales absorbentes de sonido, se deben calcular los sabines totales de absorción para el espacio.

Para calcular este número, se deben multiplicar los coeficientes de absorción de sonido de todos los tipos diferentes de materiales de una habitación, a una frecuencia particular, por el área de cobertura de cada material. Los diseñadores deben trabajar siempre con coeficientes de absorción para cada frecuencia de preocupación y no usar el NRC, el cual es un promedio bruto. Consulte la Tabla 2 para ver los coeficientes de absorción de sonido de los diferentes materiales de construcción.

**Figura 8:** Cuando una onda de sonido golpea una superficie, parte de su energía acústica se absorbe y el resto se refleja.



### Cálculo del Cambio en los Niveles de Sonido

Una vez que se conocen los sabines totales de absorción de una habitación, es fácil calcular el cambio en el nivel de presión de sonido (NPS) cuando un material se coloca con otro. El cambio en el NPS se calcula al usar la siguiente ecuación:

$$ASPL = 10 \log SA/SB$$

Donde SA = sabines de absorción después del tratamiento.

Donde SB = sabines de absorción antes del tratamiento.

La Tabla 1 muestra la percepción subjetiva y la reducción de sonido equivalente real en términos de los cambios en los niveles del sonido para las distintas reducciones de decibeles.

#### Problema Muestra

El siguiente problema muestra le ayudará a determinar el cambio en el nivel de presión de sonido dentro de una habitación.

Supongamos que una habitación tiene dimensiones de 30 x 40 x 9 ft. La habitación tiene un techo de placa de yeso y las paredes están construidas con postes de madera con paneles de yeso. El piso está cubierto con linóleo. Se va a instalar un nuevo techo acústico con NRC (coeficiente de reducción de ruido) de 0.60 a 500 Hz.

Con base en esta suposición, los sabines de absorción en una habitación se pueden calcular al usar los procedimientos que se muestran en el Ejemplo 1.

#### Ejemplo 1:

Procedimiento para calcular los sabines de absorción en una habitación a 500 Hz.

	Pared	Techo	Piso
1. Enlistar las áreas de la habitación superficie (m <sup>2</sup> )	1260	1200	1200
2. Enlistar el coeficiente de absorción para la superficie de cada habitación. (Ver la Tabla 2)	0.05	0.05	0.03
3. Multiplique la Línea 2 por la Línea 1 para calcular los sabines.	63	60	36
4. Sumar los resultados de la Línea 3 para obtener los sabines totales de todas las superficies de la habitación.	159		
5. Enlistar los sabines para gente en la habitación.	-		
6. Enlistar los sabines para las pantallas acústicas que cuelgan libremente.	-		
7. Sumar las Líneas 5, 6 y 7 para encontrar los sabines totales para la habitación.	SB 159		

Se puede usar el Ejemplo 2 para determinar la reducción en los niveles de ruido producidos al agregar material absorbente de sonido en una habitación. La reducción de ruido en la Línea 5 se puede mejorar más al agregar más material absorbente de sonido en la habitación y de nuevo completar los pasos 2 a 5. El límite superior práctico para la reducción de los niveles de ruido es de 10 a 12 dB. Si los estimados exceden esta cantidad, entonces se deberán analizar con cuidado.

#### Ejemplo 2:

Procedimiento para calcular la reducción en los niveles de ruido producido al agregar material absorbente de ruido en una habitación.

1. Determinar los sabines para la habitación no tratada.	SB	159
2. Determinar los sabines totales para la habitación con el tratamiento acústico agregado.	SA	819
3. Dividir la Línea 2 entre la Línea 1		5.15
4. Tomar el logaritmo de la Línea 3.		0.71
5. Multiplicar la Línea 4 por 10 para obtener una reducción del nivel de ruido.		7.1 dB

### Cálculo del Tiempo de Reverberación

Para la mayoría de las aplicaciones generales, el tiempo de reverberación en una habitación debe caer entre 0.7 y 1.0 segundos, con el fin de evitar ecos que interfieran con la inteligibilidad de la voz

Se usa un analizador de tiempo real para medir el tiempo de reverberación o el tiempo en segundos que un sonido se lleva en disminuir 60 dB. La ecuación para el tiempo de reverberación es:

$$T = \frac{0.05 (V)}{A}$$

Donde V = Volumen de la habitación en ft<sup>2</sup>.

Donde A = Absorción de la habitación en sabines

#### Problema Muestra

Al seguir las suposiciones básicas establecidas en el problema muestra anterior, el cambio en el tiempo de reverberación dentro de una habitación se puede calcular al seguir los procedimientos en el Ejemplo 3.

Al seguir los criterios del Ejemplo 4, la cantidad de material absorbente de sonido a agregar a una habitación para obtener el tiempo de reverberación deseado también se puede calcular.

#### Ejemplo 3:

Procedimiento para calcular el tiempo de reverberación.

1. Calcular el volumen de la habitación en metros cúbicos.	10800
2. Multiplicar la Línea 1 por .	05 540
3. Determinar los sabines totales para la habitación.	159
4. Dividir la Línea 2 entre la Línea 3 para obtener el tiempo de reverberación en segundos.	3.40

#### Ejemplo 4:

Procedimiento para determinar la cantidad de material absorbente de sonido a agregar a una habitación con el fin de obtener un tiempo de reverberación.

1. Calcular el volumen de la habitación en pies cúbicos.	10800
2. Multiplicar la Línea 1 por .05.	540
3. Enlistar el tiempo de reverberación en segundos deseado.	.70
3. Dividir la Línea 2 entre la Línea 1. los sabines totales requeridos en la habitación.	771
4. Determinar los sabines para la habitación no tratada.	1.59
5. Restar la Línea 5 de la Línea 4 para obtener los sabines de absorción a agregar.	612

#### Tabla 1:

La percepción subjetiva y la reducción de sonido equivalente real en términos de los cambios en el nivel del sonido para las distintas reducciones de decibeles.

Cambio de Nivel	Percepción Subjetiva	Cambio de Sonido
0-3 dB	Apenas perceptible	50%
4-5 dB	Perceptible y significativo	69%
6 dB	El nivel de sonido resultante es 1/4 menos que el sonido original	75%
7-9 dB	Reducción importante en nivel de sonido	87%
10 dB	El sonido resultante es 1/2 menos que el sonido original	90%

**Tabla 2:**

Coefficientes de Absorción de Sonido de la Tabla de Materiales de Construcción en General

"Techos Acústicos – Uso y Práctica", Asociación de Contratistas de Techos y Sistemas de Interiores (1978), página 18.

Materiales	Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz						NRC
	125	250	500	1000	2000	4000	
<b>Ladrillo</b>							
Sin vidriado	.03	.03	.03	.04	.05	.07	.05
Sin vidriado, pintado	.01	.01	.02	.02	.02	.03	.00
<b>Alfombra</b>							
Altura de pila 1/8"	.05	.05	.10	.20	.30	.40	.15
Altura de pila 1/4"	.05	.10	.15	.30	.50	.55	.25
Pila y espuma combinadas 3/16"	.05	.10	.10	.30	.40	.50	.25
Pila y espuma combinadas 5/16"	.05	.15	.30	.40	.50	.60	.35
<b>Techos</b>							
Techo de panel mineral 1/4"	.31	.29	.51	.70	.71	.71	.55
Techo de fibra de vidrio con cara de película 5/8"	.66	.76	.60	.80	.89	.80	.75
Techo de fibra de vidrio con cara de tela de vidrio 1 1/2"	.80	.96	.88	1.04	1.05	1.06	1.00
<b>Bloque de Concreto</b>							
Natural	.36	.44	.31	.29	.29	.25	.35
Pintado	.10	.05	.06	.07	.09	.08	.05
<b>Telas</b>							
Terciopelo ligero, 10 onzas por yarda cuadrada colgada en contacto directo con la pared	.03	.04	.11	.17	.24	.35	.15
Terciopelo medio, 14 onzas por yarda cuadrada Drapeada a la mitad del área	.07	.31	.49	.75	.70	.60	.55
Terciopelo pesado, 18 onzas por yarda cuadrada Drapeada a la mitad del área	.14	.35	.55	.72	.70	.65	.60
<b>Pisos</b>							
Concreto o terrazo	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.00
Linóleo, asfalto, goma o losa de corcho sobre concreto	.02	.03	.03	.03	.03	.02	.05
Madera	.11	.10	.07	.06	.07	.10	
Parquet de madera en asfalto sobre concreto	.04	.04	.07	.06	.06	.07	.0
<b>Vidrio</b>							
Paneles grandes sellados 1/4"	.05	.03	.02	.02	.03	.02	.05
Ventana operable 24 onzas (en posición cerrada)	.10	.05	.04	.03	.03	.03	.05
<b>Panel de Yeso</b>							
1/2" clavado a postes de 2 x 4, 16: c.o. pintado	.10	.08	.05	.03	.03	.03	.05
<b>Loseta de mármol o vidriada</b>							
	.01	.01	.01	.01	.02	.02	.00
<b>Emplaste, yeso o cal</b>							
Acabado rugoso sobre tablilla	.02	.03	.04	.05	.04	.03	.05
Acabado liso sobre tablilla	.02	.02	.03	.04	.04	.03	.05
<b>Paneles de laminado de madera dura marco de madera grueso 1/4"</b>							
	.58	.22	.07	.04	.03	.07	.10
<b>Paneles de Pared</b>							
Paneles de pared de fibra de vidrio	.05	.30	.80	1.00	1.02	.95	.80
<b>Superficie de Agua</b>							
Como en una piscina	.01	.01	.01	.01	.02	.03	.00
<b>Cubierta rugosa de madera</b>							
Cedro machihembrado	.24	.19	.14	.08	.13	.10	.15

# Pérdida de Transmisión de Sonido

## ¿Qué es la Pérdida de Transmisión de Sonido?

La capacidad de un material o sistema para bloquear o atenuar la transmisión de sonido desde un área hasta otra se mide por medio de la pérdida de transmisión de sonido (PT). Cuanto más alta sea la pérdida de transmisión, más alto será el grado en que el material atenúa el sonido. La pérdida de transmisión de sonido se mide a varias frecuencias de prueba y se reporta en decibeles.

La pérdida de transmisión de sonido de la estructura de una pared o techo o piso se mide entre dos cámaras de reverberación en un laboratorio de pruebas acústicas. El método de prueba que se usa en todos los laboratorios es E 90 de ASTM (la revisión más reciente de esta norma se debe usar siempre, ya que con frecuencia se realizan cambios al revisarla).

## Cálculo de la Pérdida de Transmisión

La ecuación que se usa para calcular la pérdida de transmisión de sonido es:

$$TL = SPLs - SPLr + 10 \log S/A, \text{ dB}$$

Donde:

SPLs = el nivel de presión de sonido promedio en la habitación emisora (por ejemplo, la habitación con la fuente de sonido).

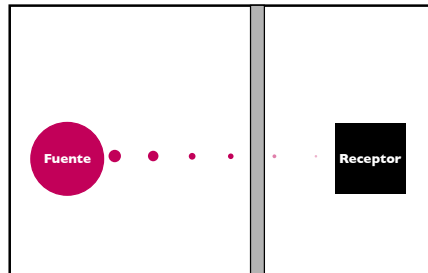
SPLr = el nivel de presión de sonido promedio en la habitación receptora.

S = el área de la superficie de la división en ft<sup>2</sup>.

A = la absorción, en sabines, en la habitación receptora.

El último término (10 log S/A) de la ecuación de arriba se llama factor de normalización. Éste ajusta la diferencia (SPLs – SPLr) en los niveles de presión de sonido que se miden a lo largo de la división de prueba.

Es necesario ajustar, o normalizar, esta diferencia de manera que se puedan comparar los valores de pérdida de transmisión de los distintos laboratorios de prueba.



**Figura 9:** Cuanto más alta sea la pérdida de transmisión de sonido de un material o sistema, más alto será el grado en que el material atenúa el sonido.

Se usa para ajustar al tamaño diferente de las muestras que se prueban en cada laboratorio y a la cantidad de sabines de absorción en cada habitación receptora.

## Clase de Transmisión de Sonido (STC)

La clase de transmisión de sonido es un método para clasificar el desempeño de la transmisión de sonido transportado por el aire de una estructura de pared o piso o techo a diferentes frecuencias por medio de una sola cifra.

El método para determinar la STC se especifica en la norma de E 413 de ASTM titulada "Clasificación de Normas para Determinar la Clase de Transmisión de Sonido".

La STC determina a partir de los valores de pérdida de transmisión de sonido de una división que se mide de acuerdo con la norma ASTM E 90. Los valores de pérdida de transmisión de sonido se deben medir a 16 frecuencias de un tercio de banda de octava, abarcando la gama de 125 a 4,000 Hz.

Para determinar la STC de una muestra determinada, sus valores de pérdida de transmisión medidos contra la frecuencia se comparan con la curva de referencia (contorno de STC), conforme se muestra en la Figura 10.

El contorno de la STC se cambia verticalmente en relación con la curva de datos de prueba a la posición más alta posible, mientras que se cumplen las siguientes condiciones:

1. La desviación máxima de la curva de prueba debajo del contorno a cualquier frecuencia de prueba sencilla no deberá exceder de 8 dB.
2. La suma de las desviaciones en las 16 frecuencias de la curva de prueba debajo del contorno no deberá exceder de 32 dB.

La STC corresponde a la intersección del contorno de la STC y los 500 Hz. Línea de frecuencia. En el ejemplo, el valor de la STC, que es 46, está controlado por la desviación de 8 dB a 2,500 Hz, aunque la desviación total tan sólo asciende a 10 dB.

### Interpretación de la STC

En muchas ocasiones, la misma construcción tendrá una extensión de valores de la STC, dependiendo del laboratorio que realice las pruebas. Es común que dos laboratorios diferentes realicen pruebas a la misma construcción y que obtengan valores de STC que difieren en 3 ó 4 puntos. Esta diferencia puede ser causa de varios factores:

(1) diferencias en el equipo de laboratorio y cámaras de prueba, (2) diferencias en las técnicas de prueba, y (3) diferencias en los materiales que se usan para construir las muestras de prueba. Las pruebas repetidas dentro de un determinado laboratorio pueden variar de 1 a 2 puntos de STC.

Sin embargo, las diferencias de dos o tres puntos en las clasificaciones de la STC entre construcciones no son significativas. El oído humano no puede detectar esta diferencia. Los especificadores no deben suponer que una división con un valor de STC más alto es de alguna manera funcionalmente mejor que una división con un valor ligeramente más bajo.

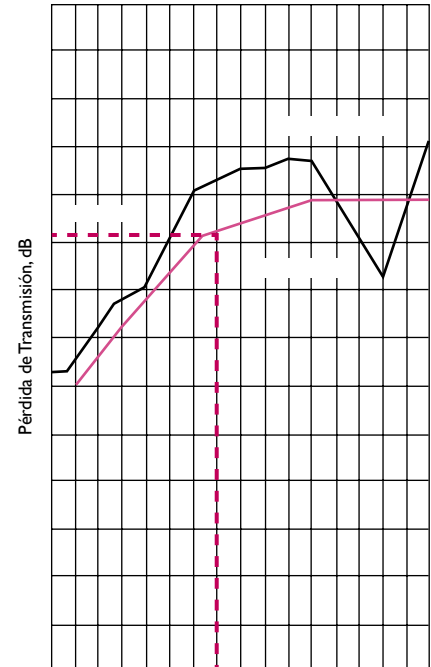
Al igual que el valor del NRC para la absorción de sonido, la STC no se debe usar con propósitos de diseño o cálculo. Sólo tiene el propósito de una herramienta de diagnóstico para comparar estructuras de construcción diferentes. El diseñador debe usar los valores de pérdida de transmisión de sonido reales a las frecuencias de interés cuando determine la reducción de sonido entre dos áreas. Al restar los valores de pérdida de transmisión de sonido de los niveles de dB del ruido en una habitación para cada tercio de banda de octava, el diseñador puede predecir cuál será el nivel de ruido resultante en una habitación adyacente a cada frecuencia.

### Pérdida de Inserción de Sonido

Otro método para medir la atenuación de sonido de un material o sistema es determinar su pérdida de inserción de sonido, la cual es la diferencia en el nivel de sonido con y sin una estructura en su sitio. Muchas veces, un ingeniero tiene interés en la atenuación total o la reducción que proporciona una estructura.

También se puede determinar la pérdida de inserción de sonido de un elemento o componente sencillo como el metal de hoja o la madera laminada. En la mayoría de los casos, se lleva a cabo una prueba de pérdida de inserción de sonido en lugar de una prueba de pérdida de transmisión de sonido cuando la muestra es una estructura completa o el tamaño de la muestra es pequeño. La prueba es una comparación simple del nivel de sonido en la ubicación de un micrófono determinada con y sin la muestra en su lugar. En primer lugar, el nivel de sonido se mide en la ubicación del micrófono sin ninguna muestra en su sitio. Entonces se coloca una muestra entre el micrófono y el campo de sonido y el nivel de sonido se graba de nuevo.

La clasificación de una sola cifra que se usa para expresar la pérdida de inserción de sonido de un panel es la Clase de Aislamiento de Ruido (NIC por sus siglas en inglés). Los mismos procedimientos que se usan para determinar la STC se utilizan para determinar la NIC. Los valores de pérdida de inserción de sonido que se miden a 16 frecuencias de prueba de un tercio de banda de octava se comparan con el contorno de la STC estándar que se describe en E 413 de ASTM. Las mismas precauciones en relación con el uso de la clasificación de la STC también se aplican al uso de la clasificación de la NIC.



**Figura 10:** La STC es un método de clasificación del desempeño de transmisión de sonido transportado por el aire de una estructura de pared o piso o techo.

# Pérdida de Transmisión de Sonido del Techo

## Determinación de la Atenuación del Techo

Los techos acústicos, además de proporcionar absorción de sonido, también atenúan o reducen la transmisión de ruido desde una habitación hacia otra. Los productos comerciales para techos acústicos se evalúan por la atenuación de sonido entre dos oficinas con una pared de altura del techo que separa las oficinas.

El método de prueba que se usa es la norma E 1414 de ASTM. El sonido se genera en la habitación emisora y pasa por el techo de prueba hacia el área de la cámara, a través de la parte superior de la división y luego hacia abajo por el techo de la habitación receptora. Muy poco sonido, si lo hay, pasa a través de la pared, ya que tiene una pérdida de transmisión de sonido muy alta en comparación con el techo. Entonces la diferencia en los niveles entre la habitación emisora y la habitación receptora se determinan de la misma manera que para las divisiones. Por lo tanto, esta diferencia se normaliza a la cantidad de absorción en la habitación receptora en comparación con la oficina típica.

## Interpretación de la Clase de Atenuación del Techo

Los valores de atenuación normalizados del techo se grafican como una función de 16 frecuencias de un tercio de banda de octava abarcando una gama de 125 a 4,000 Hz. Los valores de la CAC (por sus siglas en inglés) se determinan de la misma forma que para las divisiones. (Consultar la Clase de Transmisión de Sonido, página 12).

Al igual que en el caso de los valores de la STC de la división, las variaciones entre los diferentes laboratorios que realizan pruebas al mismo sistema de techo, así como las variaciones de repetibilidad en el mismo laboratorio, son comunes. Por lo tanto, las diferencias de 2 ó 3 puntos en los valores de la CAC no son significativas; los factores de atenuación normalizados reales se deben examinar cuando se comparan dos techos.

Es importante tomar en cuenta que el método de prueba para la pérdida de transmisión de sonido del techo es una

prueba de dos pasos; el sonido, al viajar desde una habitación hasta la otra, debe pasar a través del techo dos veces, una en la habitación emisora y otra en la habitación receptora.

## Mejoramiento de los Valores de Atenuación del Techo

La atenuación de sonido de un techo se puede mejorar al colocar bloques de aislamiento de Fiberglas sobre la parte de atrás de los paneles del techo. Esto tiene el mismo efecto que cuando se pone un aislamiento en la cavidad del poste de una pared; sin embargo, en este caso el aislamiento absorbe el sonido en el área de la cámara. Dependiendo del tipo de paneles del techo que se usen, se puede mejorar la CAC de 7 a 12 puntos.

Al igual que en el caso de las divisiones, la atenuación de sonido efectiva de un techo también se puede mejorar al agregar materiales de absorción de sonido tanto a la habitación emisora como a la receptora. Por ejemplo, los tratamientos de pared absorbente de sonido se podrían instalar en ambas habitaciones, por lo que se reduce el nivel de ruido en general en la habitación donde se encuentra el receptor.

## Consideraciones de Diseño

Al seleccionar un sistema de techo y una estructura de pared para separar dos oficinas, el diseñador debe tener cuidado al seleccionar sistemas acústicos compatibles. No tiene sentido especificar una estructura de pared con una STC de 50 y un sistema de techo con una CAC de 40. El sonido tomará el trayecto de la menor resistencia; por ende, la reducción general del ruido entre las dos oficinas dependerá de los valores para el sistema del techo. Poco sonido, de haberlo, pasará por la división. Se debe seleccionar un sistema de techo y pared aproximadamente con los mismos valores de pérdida de transmisión de sonido.

Los diseñadores deben tener en mente lo que le sucede a los valores de atenuación de sonido del sistema del techo cuando se instalen los accesorios de iluminación (lámparas) y los difusores de suministro o



Figura 11: Los techos acústicos ayudan a atenuar la transmisión de sonido entre habitaciones.

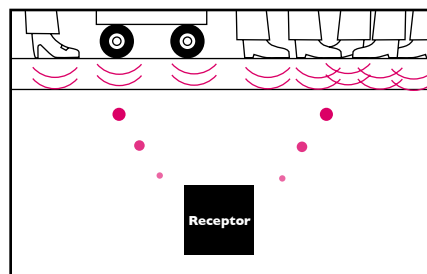


Figura 12: El contacto mecánico directo con un piso o una pared causa un sonido de impacto. Las vibraciones se transmiten a través de la estructura y se vuelve a radiar como sonido en el espacio adyacente.

retorno de aire. Muchos sistemas de techo tienen lámparas y un sistema de aire de retorno sin ducto que por lo general se abre hacia la cámara. Estas penetraciones y aberturas comprenden en gran medida el desempeño del sistema del techo. Los valores de la CAC publicados son para la placa del techo instalada solamente en un sistema de rejillas en T sencillo, y las placas de techo con lámparas no se prueban. Por lo tanto, el diseñador o especificador debe percatarse de que, en la práctica, el valor de la CAC que ha especificado no se obtendrá. Casi siempre será más bajo. Cuán más bajo dependerá del valor de la CAC original de la estructura del techo y del número y el tipo de lámparas o rejillas de aire de retorno instaladas. Podría ser más bajo por 10 ó 15 puntos de la CAC.



# Transmisión de Sonido de Impacto

## ¿Qué es Ruido de Impacto?

El sonido de impacto se genera por un piso o una pared que comienza a vibrar por contacto mecánico directo. Entonces el sonido se irradia por medio de la superficie del piso o la pared. Las vibraciones del piso también se pueden transmitir a través de la estructura hacia las paredes y volverse a radiar como sonido en los espacios adyacentes.

## Determinación de la Transmisión de Ruido de Impacto

El método de prueba que se usa para evaluar las estructuras de piso y techo en relación con la transmisión de ruido de impacto es el procedimiento de prueba E492 de ASTM. A diferencia del procedimiento de prueba para medir la pérdida de transmisión de sonido transportado por el aire de las divisiones, este procedimiento de prueba no requiere la medición de la diferencia en los niveles de presión de sonido entre una habitación emisora y una receptora. Sólo se miden los niveles de presión de sonido de la habitación receptora a las 16 frecuencias de prueba. El ruido en la habitación receptora se genera al colocar una máquina de impacto estándar sobre las estructuras del piso y el techo. El ruido de impacto se produce en cuanto los cilindros de metal de la máquina en movimiento golpean la superficie del piso.

La clasificación de una sola cifra que se usa para expresar el grado del aislamiento de ruido de impacto que proporciona una estructura de piso o techo es la Clase de Aislamiento de Impacto (IIC por sus siglas en inglés). Se determina de una manera similar a la de la STC de la división. El método para determinar la IIC se especifica en la norma E 989 de ASTM.

## Determinación de la Clase de Aislamiento de Impacto

La IIC de la muestra de la prueba se determina al comparar la curva de prueba con una curva de frecuencia de referencia (contorno de IIC) conforme se muestra en la Figura 13.

Los valores de la IIC del lado derecho de la gráfica de la curva de prueba disminuyen en la dirección hacia arriba. Las escalas de la derecha y la izquierda coinciden a 55 dB, y las dos tienen el mismo factor de escala (número de dB por división).

El contorno de la IIC se cambia verticalmente en relación con la curva de datos de prueba a la posición más baja posible, mientras que se cumplen las siguientes condiciones:

1. La desviación máxima de la curva de prueba encima del contorno a cualquier frecuencia de prueba sencilla no deberá exceder de 8 dB.
2. La suma de las desviaciones en las 16 frecuencias de la curva de prueba encima del contorno no deberá exceder de 32 dB.

Cuando el contorno de la IIC se ajusta (en decibeles integrales), el valor de la IIC se lee desde la escala vertical de la derecha de la curva de prueba como el valor correspondiente a la intersección del contorno de la IIC y la línea de frecuencia de los 500 Hz.

En la Figura 13, el valor de la IIC es 60 y se controla por medio de la desviación total de 28 dB de la curva de prueba encima del contorno de la IIC, en lugar de una desviación de 8 dB en cualquier frecuencia.

## Incremento del Aislamiento de Ruido de Impacto

En las construcciones comerciales donde se utiliza un techo suspendido, agregar un aislamiento Fiberglas a la cámara del techo incrementará el aislamiento de ruido de impacto, así como la pérdida de transmisión de sonido transportado por el aire. Se recomiendan los canales flexibles y el aislamiento Fiberglas para reducir tanto el ruido de impacto como la transmisión de sonido transportado por el aire. El aislamiento del ruido de impacto efectivo de la estructura del piso o techo también se puede mejorar al agregar materiales de absorción de sonido a la habitación de recepción.

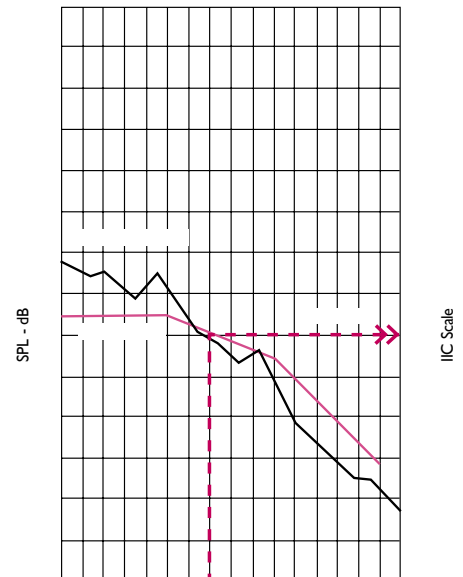


Figura 13: Gráfica de la Clase de Aislamiento de Impacto

Sin embargo, el mejor método para mejorar el aislamiento del ruido de impacto que provee la estructura de un piso o techo es instalar alfombra y bajoalfombra sobre el piso. Cuando hay alfombra y bajoalfombra colocados sobre un piso, los golpes de ariete en la máquina de impacto estándar se aíslan de la superficie dura del piso. De esta manera, se genera y se transmite muy poco ruido de impacto a la habitación de abajo o la de recepción. Aunque la clasificación de la IIC de la estructura del piso o techo mejora en gran medida al agregar alfombra y bajoalfombra, el valor del STC cambia muy poco porque la alfombra y el bajoalfombra no atenúan el sonido de manera significativa.

# Control de Ruido Ambiental

## Cómo Mantener Afuera los Ruidos Exteriores

La razón para medir la pérdida de transmisión de sonido y los coeficientes de absorción de sonido de los materiales de construcción o las estructuras es proporcionar un medio para predecir el nivel de ruido esperado dentro de un espacio. El ruido en un espacio o una habitación determinados puede provenir de una fuente de ruido ubicada en ese espacio o desde una fuente de ruido en un espacio adyacente.

Algunas discusiones anteriores bajo Pérdida de Transmisión de Sonido y Absorción de Sonido han explicado cómo se pueden usar los datos al diseñar espacios interiores. Esta sección tratará sobre las fuentes de ruido generadas afuera de un edificio.

## Determinación de la Influencia de Fuentes Externas

La siguiente ecuación se puede usar para predecir el nivel de ruido en el interior de un edificio cuando la habitación está expuesta a una fuente de ruido externa como el tráfico de las calles.

$$Lp(int) = Lp(ext) - TL + 10 \log \frac{S}{A + ADJ}$$

Donde Lp(int) = nivel de presión de sonido promedio previsto en el interior del edificio a una

TL = la pérdida de transmisión de sonido de la pared exterior o la azotea a una banda de frecuencia particular, dB.

S = área de superficie exterior total expuesta de la habitación de interés, m<sup>2</sup>

A = sabines totales de absorción en la habitación de interés a una banda de frecuencia particular.

El término ADJ es un factor de ajuste que toma en cuenta ciertas características de la fuente de sonido. En general, para el desplazamiento de aeronaves o para filas de tráfico de vehículos suficientemente largas, el incidente del campo de sonido en la fachada

del edificio es una aproximación razonable para la condición del campo reverberante en la que los valores TL se han medido. Para este caso, el término ADJ=3 dB, que ajusta el nivel de ruido exterior para los efectos de la fachada del edificio cuando se construye.

El término ADJ es igual a 3 dB sólo cuando el incidente del campo de sonido en la fachada aproxima una condición del campo reverberante. Para aquellos casos cuando esto no es verdad, el término ADJ toma una forma más general. Entonces, ADJ= 3 dB+G. "G" (en dB) es un ajuste del aire para el arreglo geométrico de la fuente de ruido en relación con la fachada del edificio. La pérdida de transmisión de sonido del componente de un edificio depende del ángulo de incidencia de la onda de sonido que golpea el componente. Dado que TL se determina con un sonido incidente al azar, se deben hacer ajustes para las situaciones en que el sonido es incidente a partir de ángulos fijos, como una fuente estacionaria. La Tabla 3 muestra el valor de "G" que se debe usar para diferentes ángulos de incidencia, donde el ángulo que se toma en relación con la perpendicular de la fachada del edificio.

**Tabla 3:**

Ajuste de "G" para permitir los Ángulos Principales de Incidencia de Sonido

Ángulo de Incidencia, deg.	Ajuste (G), dB
0-30	-3
30-60	-1
Al azar	0
60-80	+2

## Consideraciones de Diseño

Con el propósito de hacer pruebas a las construcciones de fachadas propuestas, se puede usar una ecuación simplificada para predecir los niveles de ruido interior. En lugar de los valores de pérdida de transmisión (TL), se puede usar el valor de la STC de una construcción. Asimismo, se pueden usar otros descriptores de nivel de

ruido como niveles de dB ponderados "A", nivel promedio diurno-nocturno (Ldn o nivel equivalente de ruido comunitario (CNEL), para los niveles de ruido exterior (LP(ext)) en la siguiente ecuación para pruebas a construcciones de fachadas propuestas:

$$Lp(int) = Lp(ext) - STC + 10 \log \frac{S}{A + ADJ}$$

Donde Lp(int) = nivel de ruido interior aproximado en la misma unidad como se usa para Lp(ext).

Lp(ext) = nivel de ruido exterior aproximado en dB, dBA, Ldn o CNEL.

STC = clase de transmisión de sonido de la construcción de la fachada exterior ADJ = 3+G+F

Donde: G = valores presentados en la Tabla 3.

F = ajuste para las características del espectro de frecuencia de la fuente de ruido, consulte la Tabla 4.

**Tabla 4:**

Ajuste de "F" para permitir la forma del espectro de fuentes de ruido exteriores comunes.

Fuente de Ruido	Ajuste F, dB
Aeronave Jet (menos de 152 m. desde el observador)	0
Ruido de ruedas de ferrocarril	2
Tráfico de calles (camiones insignificantes)	4
Aeronave Jet (a 914 m o más desde el observador)	5
Tráfico de calles (más de 10% de camiones)	6
Locomotoras diesel-eléctricas	6

Esta expresión para determinar los niveles de ruido interior es sólo una aproximación y se debe usar únicamente como herramienta de diagnóstico para las consideraciones de diseño. Los cálculos de ingeniería para cumplir con los requisitos de código pueden necesitar los servicios de un consultor en acústica.

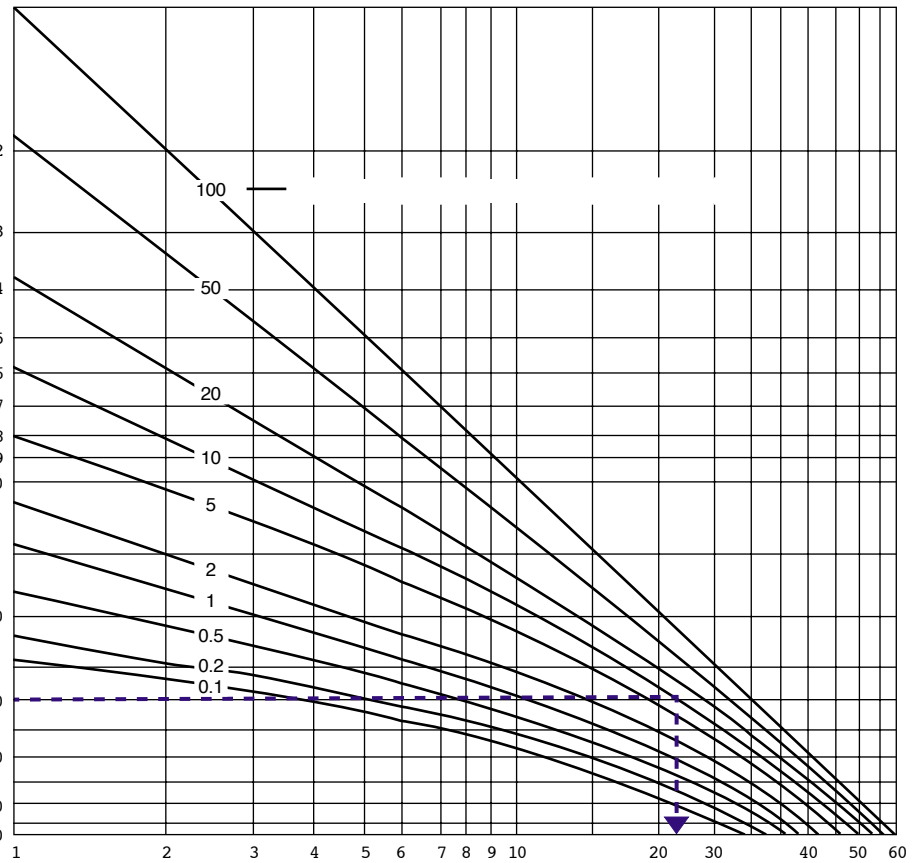
### Determinación de Pérdida de Transmisión de Sonido de una Construcción Compuesta

La STC compuesta de una pared no homogénea se puede estimar al usar el procedimiento gráfico que se muestra en la Figura 14, con base en la pérdida de transmisión. Si la pared consta de dos elementos, tales como una pared con una puerta en la misma, la STC compuesta de la combinación se puede determinar como sigue: Calcular la diferencia entre la STC de los dos elementos (se pueden usar las Tablas 6, 7 y 8 para obtener algunos de estos valores de STC). Calcular el porcentaje del área del elemento de STC más baja para el área total. Al usar la Figura 14 se puede determinar el ajuste que se debe restar del valor de STC más alto para obtener la STC compuesta de los dos elementos. Este procedimiento se puede reiterar si hay más de dos elementos presentes.

Entonces, la sustitución de los valores apropiados (ver las Tablas 5, 6, 7 y 8) en la ecuación de la página 16 producirá una predicción del nivel de ruido interior que se puede comparar con el valor del criterio apropiado. Si la intrusión de ruido interior prevista está por debajo del criterio, entonces el diseño es aceptable.

### Comparación de la Contribución del Componente

La comparación de la contribución del ruido individual indicará cuál elemento es el vínculo débil. Se puede cambiar el tamaño o el tipo de este componente para reducir la transmisión de sonido. En el mejor de los casos, cada componente individual de la pared podrá diseñarse para que contribuya de la misma manera con la intrusión de ruido interior, dando el diseño optimizado. Sin embargo, esto no se hace por lo general por otras razones prácticas de los materiales o el diseño arquitectónico.



#### Ejemplo 5:

Supongamos que la estructura es una pared de estuco con aislamiento (STC 57 de la Tabla 6, página 18).

La estructura tiene una puerta en la misma (STC 27 de la Tabla 7, página 18). El área de la puerta es 13 por ciento del total del área de la pared.

¿Cuál es el valor de la STC resultante de la estructura compuesta?

1. Restar la STC de la puerta de la STC de la pared =  $57 - 27 = 30$ .

2. Consultar la Figura de arriba. Encontrar la diferencia de STC (30) en el eje vertical y moverlo horizontalmente a 13% (el área de la puerta). Bajar después al eje horizontal para leer el número a restar de la STC de la pared.

STC de la pared compuesta = STC de la pared menos el ajuste de la Figura de arriba:  $57 - 23 = 34$ .

Figura 14: Nomografía para determinar la STC de una estructura compuesta.

#### Tabla 5:

Factores multiplicativos para estimar la absorción de la habitación desde el área del piso; estos factores se multiplican por el área del piso para obtener las absorciones totales estimadas en la habitación.

	Tipo de mobiliario de oficina			
	Duro: paredes, piso y techo reflejantes de sonido, sin cortinas	Estándar: paredes reflejantes, techo acústico, piso duro	Suave: techo acústico, alfombra o cortinas	Muy suave: techo acústico, alfombra o cortinas y mobiliario de pared
Factor para multiplicar el área del piso para obtener absorción normal	0.3	0.8	0.9	1.0

**Tabla: 6** <sup>(A)</sup>

Clase de Transmisión de Sonido de Paredes Exteriores <sup>(B)</sup>

**Detalles de construcción:**

(1) Revestimiento de madera – postes de madera de 2 x 4, centros de 16"; enfundado de panel de fibra de madera 1/2" clavado a postes; 5/8" x 10" revestimiento de secuoya clavado por medio de enfundado a postes; \_" interior de panel de yeso, atornillado a postes o canales flexibles.

(2) Estuco – poste de madera 2 x 4, centros de 16"; filtro de edificio No. 15 y malla de alambre de 1" clavada a postes; estuco aplicado en tres capas a un grosor total de 7/8", peso seco del estuco 7-9 lb/pie<sup>2</sup>; panel de yeso de 1/2" interior, atornillado a postes o canales flexibles.

(3) Revestimiento de ladrillo – postes de madera de 2 x 4, centros de 16"; enfundado de panel de fibra de madera de 3/4" clavado a postes; ladrillo de cara estándar de 3 1/2" de ancho, espaciado a 1/2" del enfundado con bandas de metal clavadas por medio del enfundado a postes, peso seco del ladrillo y mortero 41 lb/pie<sup>2</sup> panel de yeso 1/2" atornillado a postes o canales flexibles

Tomado del Buró Nacional de Normas de la Ciencia de la Construcción del Departamento de Comercio de los EE.UU., Serie 77.

Exterior	Aislamiento de Cavidad de Acabado	Canal Flexible	STC
Revestimiento de madera (1)	Ninguno	No	37
	Aislamiento de bloque Fiberglas con estructura de madera de 3 1/2	No	39
	Ninguno	Sí	43
	Aislamiento de bloque Fiberglas con estructura de madera de 3 1/2	Sí	47
Estuco (2)	Aislamiento de bloque Fiberglas con estructura de madera de 3 1/2	No	46
	Ninguno	Sí	49
	Aislamiento de bloque Fiberglas con estructura de madera de 3 1/2	Sí	57
Revestimiento de ladrillo (3)	Aislamiento de bloque Fiberglas con estructura de madera de 3 1/2	No	56
	Ninguno	Sí	54
	Aislamiento de bloque Fiberglas con estructura de madera de 3 1/2	Sí	58
Bloque de Concreto	Ninguno	No	45

**Tabla: 7**

Clase de Transmisión de Sonido de Puertas Exteriores

**Detalles de construcción:**

(1) Puerta de madera de centro sólido al ras - ancho de 1 3/4", peso 78 lb., 3.9 lb/pie<sup>2</sup>

(2) Puerta de acero al ras – ancho de 1 3/4"; caras de acero de 0.028", separadas por banda de perímetro de plástico; poliuretano rígido central, 2 a 2 1/2" lb/pie<sup>2</sup>, con espuma; peso 64 lb, 3.2 lb/pie<sup>2</sup>.

Tomado del Buró Nacional de Normas de la Ciencia de la Construcción del Departamento de Comercio de los EE.UU., Serie 77.

Puerta	Burlete	STC normalmente cerrada
Madera, centro sólido al ras(1)	Latón	27
Madera, centro sólido al ras(1)	Plástico	27
Acero, al ras(2)	Magnético	28

**Tabla: 8**

Clase de Transmisión de Sonido de Ventanas

**\*Abreviaturas:**

ss = refuerzo sencillo  
ds = refuerzo doble  
d = lúces divididas  
in = vidrio aislante de grosor general indicado  
lam = vidrio de seguridad laminado de grosor indicado

Tomado del Buró Nacional de Normas de la Ciencia de la Construcción del Departamento de Comercio de los EE.UU., Serie 77.

Material	Tipo	Tamaño	Vidriado*	Sellado STC	Con Seguro STC	Sin Seguro STC	
Madera	Guillotina doble	3'x 5'	ss	29	29 ds	23	
			ss-d	29		29	
			in 7/16"	28		22	
	Pintura fija	6'x5'	ss-d	28			
			ds	29			
			in 1"	34			
Madera/Plástico	Guillotina doble	3'x5'	ss	29	26	26	
			in 3/8"	26	26	25	
	Persiana de contraventana		ds	30	27		
			in 3/8"	28	24		
	Aluminio	Hoja doble fija		ds	31		
				ds	30	22	
Hoja doble operable			ds	31	21	17	
			lam 3/16"	31	26	26	
Puerta de vidrio corrediza			in 7/16"	30	27	25	
Panel sencillo de 1/4"	vidrio laminado				34		

**Tabla: 9**

Clase de Transmisión de Sonido de Paredes de Edificio de Metal

Tipo de Construcción	Frecuencias Centrales de Banda de Octava, Hz						
	125	250	500	1000	2000	4000	STC
Pared de edificio de metal, 26 gauge [1]	12	14	15	21	21	25	20
Pared de edificio de metal + aislamiento de 3" [2]	12	16	18	31	32	39	25
Pared de edificio de metal + aislamiento de 4" [3]	11	17	21	34	35	42	27

**Tabla: 10**

Pérdida de Inserción de Sonido, dB (I), de Vidrio Fibroso Plásticos Reforzados (2)

Tipo de Producto y Grosor	Frecuencias Centrales de banda de Octava, Hz						
	125	250	500	1000	2000	4000	NIC
FRP, grueso de 1/8", 1.13 lb/pie2 (3) [4]	15	18	25	26	29	36	27
FRP, grueso de 1/4", 2.08 lb/pie2 [5]	19	22	28	31	32	25	29
FRP, grueso de 1/2", 4.20 lb/pie2 [6]	21	27	29	34	27	36	29

**Tabla: 11**

Pérdida de Inserción de Sonido, dB (I), de Edificio Típico Materiales

Tipo de Producto y Grosor	Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz						
	125	250	500	1000	2000	4000	NIC
Madera laminada, 1/2", 1.33 lb/pie2 (3) [7]	17	20	23	23	23	24	21
Madera laminada, 3/4", 2.00 lb/pie2 (3) [8]	19	23	27	25	22	30	24
Metal de hoja, calibre 16, 2.38 lb/pie2 [9]	18	22	28	31	35	41	31
Metal de hoja, calibre 20, 1.50 lb/pie2 [10]	16	19	25	27	32	39	27
Metal de hoja, calibre 24, 1.02 lb/pie2 [11]	13	16	23	24	29	36	25
Panel de yeso, 1/2", 1.80 lb/pie2 [12]	18	22	26	29	27	26	26
Panel de yeso, 5/8", 2.20 lb/pie2 [13]	19	22	25	28	22	31	26
Vidrio, refuerzo sencillo, 3/32", 1.08 lb/pie2 [14]	15	18	25	26	28	29	26
Vidrio, refuerzo doble, 1/8", 1.40 lb/pie2 [15]	16	19	25	29	30	20	24
Vidrio, placa, 1/4", 2.78 lb/pie2 [16]	20	25	26	30	23	30	27
Hoja de acrílico, 1/8", 0.75 lb/pie2 [17]	14	17	22	24	27	34	24
Hoja de acrílico, 1/4", 1.45 lb/pie2 [18]	16	19	26	27	30	29	27
Hoja de acrílico, 1/2", 2.75 lb/pie2 [19]	20	24	27	30	29	35	29
Vinil de plomo, 1.25 lb/pie2 [20]	17	19	28	30	34	39	29

**Tabla: 12**

Pérdida de Inserción de Sonido, dB (I), de estructuras de Madera Laminada  
t(A) Notas para las Tablas 6 a 12

(1) Todas las pruebas se realizaron de acuerdo con la norma 423 de ASTM. Método de Prueba Estándar para Absorción de Sonido y Coeficientes de Absorción de Sonido por el Método de Habitación de Reverberación. Las clasificaciones de NIC y STC para cada muestra se midieron sobre un tercio de bandas de octava y se reportan a las frecuencias centrales de banda de octava preferentes.

(2) Los datos de pérdida de inserción de sonido en estas tablas son la diferencia entre los niveles de presión de sonido medidos en el centro de una abertura de 2 pies cuadrados en la pared de una cámara de reverberación activada por sonido antes y después de insertar un material en las aberturas.

(3) Se ha incluido el peso de la superficie de cada material en libras por pie cuadrado. Se puede esperar que por lo general los materiales que pesan lo mismo que estos materiales proporcionen resultados similares.

(B) Tomado del Buró Nacional de Normas de la Ciencia de la Construcción del Departamento de Comercio de los EE.UU., Serie 77.

	Frecuencias Centrales de Banda de Octava, Hz						
	125	250	500	1000	2000	4000	NIC
Recinto de madera laminada, 1/2" sin forro [21]	13	11	12	12	13	15	13
Estructura de madera laminada, 1/2" con forro con aislamiento 703 de 1" de grosor [22]	18	17	23	30	38	40+	28
Estructura de madera laminada, 1/2" con forro con aislamiento 703 de 2" de grosor [23]	18	23	30	37	45	50+	34
Estructura de madera laminada, 1/2" con forro con aislamiento 703 de 4" de grosor [24]	19	29	38	47	58	60+	39
Estructura de madera laminada, 1/2" con forro con aislamiento de 35/8" (R-13) [25]	17	25	29	36	41	45+	34

**Tabla: I3**

Coefficientes de Absorción de Sonido, Aislacustic (Sound Attenuation Batts)

Tipo de Producto y Grosor			Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz					
	Montaje	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
2 1/2" [26]	A	.21	.62	.93	.92	.91	1.03	.85
3 1/2" [27]	A	.48	1.00	1.12	1.03	.97	.96	1.05
2 1/2" [28]	E-405	.59	.84	.79	.94	.96	1.12	.90
3 1/2" [29]	E-405	.73	.98	.98	1.05	1.08	1.15	1.00

**Tabla: I4**

Coefficientes de Absorción de Sonido, Aislamiento para edificios Fiberglas, Aislogar, Aislacustic, Sound Attenuation, Batts y Batts y Batts and Bags.

Tipo de Producto y Grosor			Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz					
	Montaje	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
3 1/2" [30]	A	.48	1.00	1.12	1.03	.97	.96	1.05
3 1/2" [31]	A	.49	1.11	1.12	1.02	1.01	1.05	1.05
6 1/4" [32]	A	.67	1.22	1.08	1.04	1.05	1.05	1.10
3 1/2" [33]	E-405	.80	.98	1.01	1.04	.98	1.15	1.00
3 1/2" [34]	E-405	.92	1.07	1.05	1.03	1.03	1.08	1.05
6 1/4" [35]	E-405	.86	1.03	1.13	1.02	1.04	1.13	1.05
cara FRK de 3 1/2" [36]	A	.56	1.11	1.16	.61	.40	.21	.80
cara FRK de 6 1/4" [37]	A	.94	1.33	1.02	.71	.56	.39	.90

**Tabla: I5**

Coefficientes de Absorción de Sonido, Forro para ductos Quiet R® AcoustiTex™ Ducliner

Tipo de Producto y Grosor				Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz					
Producto	Grosor	Montaje	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
Tipo 150	1.0 [25]	A	.08	.25	.49	.72	.86	.91	.60
	1.5 [38]	A	.16	.36	.61	.83	.90	.92	.70
	2.0 [51]	A	.20	.53	.79	.94	.95	.97	.80
Tipo 200	0.5 [51]	A	.10	.15	.27	.49	.66	.77	.40
Tipo 300	0.5 [13]	A	.08	.16	.30	.51	.69	.84	.40
	1.0 [25]	A	.07	.26	.54	.85	.96	.90	.65
Tipo R-4.2	1.0 [25]	A	.11	.28	.49	.70	.81	.86	.55
Tipo R-6	1.5 [38]	A	.14	.41	.80	.97	1.01	.94	.80
Tipo R-8	2.0 [51]	A	.20	.55	.87	1.00	.95	.95	.85

**Tabla: I6**

Coefficientes de Absorción de Sonido, Forro para ductos Quiet R® Acoustic R™ Ducliner

Tipo de Producto y Grosor			Coeficiente de Absorción de Sonido (Hz)					
Pulgadas	Montaje	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
1/2" [13]	A	.04	.12	.39	.64	.78	.74	.50
1" [25]	A	.05	.30	.60	.87	.98	1.05	.70
1 1/2" [38]	A	.05	.47	.85	1.01	1.01	1.01	.85
2" [51]	A	.12	.66	1.04	1.08	1.04	1.07	.95

\* Pruebas de calificación de preproducción finalizadas y archivadas. Requiere un análisis químico de cada lote de producción para lograr conformidad total.

**Tabla: I7**

Coefficientes de Absorción de Sonido, Panel de Forro para ductos Ductliner Board

Tipo de Producto y Grosor			Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz					
	Montaje	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
1" [51]	A	.03	.22	.60	.84	.98	.97	.65
1 1/2" [52]	A	.16	.39	.91	1.01	1.01	1.01	.85
2" [53]	A	.24	.79	1.13	1.13	1.04	1.05	1.00

**Tabla: I8**

Coefficientes de Absorción de Sonido, Panel de Forro para Ductos Ductboard.

Tipo de Producto y Grosor			Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz					
	Montaje	125	250	500	1000	2000	4000	NRC
cara FRK 475, 1" [54]	A	.08	.19	.69	.94	.99	.98	.70
cara FRK 800, 1 1/2" [55]	A	.12	.33	.92	1.04	1.03	1.02	.85

**Tabla: 19**

Coefficientes de Absorción de Sonido, Metal Building Insulation, MBI

Tipo de Producto y Grosor			Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz						
	Montaje		125	250	500	1000	2000	4000	NRC
R7 MBI, Cara de Vinyl	A	.18	.66	1.30	.83	.41	.30	.80	
R10 MBI, Cara de Vinyl	A	.23	.90	1.22	.70	.40	.28	.80	
R13 MBI, Cara de Vinyl	A	.43	1.25	1.15	.66	.49	.26	.90	
R19 MBI, Cara de Vinyl	A	.42	1.35	1.08	.69	.45	.27	.90	
R7 MBI, Cara de VR	A	.22	.89	1.24	.79	.48	.33	.85	
R10 MBI, Cara de VR	A	.24	.91	1.25	.79	.46	.31	.85	
R13 MBI, Cara de VR	A	.40	1.13	1.19	.74	.57	.36	.90	
R19 MBI, Cara de VR	A	.49	1.34	1.10	.74	.53	.32	.90	

**Tabla: 20**

Coefficientes de Absorción de Sonido, Aislamientos Fiberglas Serie 700

Tipo de Producto y Grosor			Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz						
	Montaje		125	250	500	1000	2000	4000	NRC
702 sencillo, grueso 1" [60]	A	.17	.33	.64	.83	.90	.92	.70	
701 sencillo, grueso 2" [61]	A	.22	.67	.98	1.02	.98	1.00	.90	
701 sencillo, grueso 3" [62]	A	.43	1.17	1.26	1.09	1.03	1.04	1.15	
701 sencillo, grueso 4" [63]	A	.73	1.29	1.22	1.06	1.00	.97	1.15	
702 sencillo, grueso 1" [64]	E-405	.32	.41	.70	.83	.93	1.02	.70	
701 sencillo, grueso 2" [65]	E-405	.44	.68	1.00	1.09	1.06	1.10	.95	
701 sencillo, grueso 3" [66]	E-405	.77	1.08	1.16	1.09	1.05	1.18	1.10	
701 sencillo, grueso 4" [67]	E-405	.87	1.14	1.24	1.17	1.18	1.28	1.20	
703 sencillo, grueso 1" [68]	A	.11	.28	.68	.90	.93	.96	.70	
703, sencillo, grueso 2" [69]	A	.17	.86	1.14	1.07	1.02	.98	1.00	
703, sencillo, grueso 3" [70]	A	.53	1.19	1.21	1.08	1.01	1.04	1.10	
703, sencillo, grueso 4" [71]	A	.84	1.24	1.24	1.08	1.00	.97	1.15	
703, sencillo, grueso 1" [72]	E-405	.32	.32	.73	.93	1.01	1.10	.75	
703, sencillo, grueso 2" [73]	E-405	.40	.73	1.14	1.13	1.06	1.10	1.00	
703, sencillo, grueso 3" [74]	E-405	.66	.93	1.13	1.10	1.11	1.14	1.05	
703, sencillo, grueso 4" [75]	E-405	.65	1.01	1.20	1.14	1.10	1.16	1.10	
705, sencillo, grueso 1" [76]	A	.02	.27	.63	.85	.93	.95	.65	
705, sencillo, grueso 2" [77]	A	.16	.71	1.02	1.01	.99	.99	.95	
705, sencillo, grueso 3" [78]	A	.54	1.12	1.23	1.07	1.01	1.05	1.10	
705, sencillo, grueso 4" [79]	A	.75	1.19	1.17	1.05	.97	.98	1.10	
705, sencillo, grueso 1" [80]	E-405	.30	.34	.68	.87	.97	1.06	.70	
705, sencillo, grueso 2" [81]	E-405	.39	.63	1.06	1.13	1.09	1.10	1.00	
705, sencillo, grueso 3" [82]	E-405	.66	.92	1.11	1.12	1.10	1.19	1.05	
705, sencillo, grueso 4" [83]	E-405	.59	.91	1.15	1.11	1.11	1.19	1.10	
703, cara FRK, grueso 1" [84]	A	.18	.75	.58	.72	.62	.35	.65	
703, cara FRK, grueso 2" [85]	A	.63	.56	.95	.74	.60	.35	.75	
703, cara FRK, grueso 1" [86]	E-405	.33	.49	.62	.78	.66	.45	.65	
703, cara FRK, grueso 2" [87]	E-405	.45	.47	.97	.93	.65	.42	.75	
705, cara FRK, grueso 1" [88]	A	.27	.66	.33	.66	.51	.41	.55	
705, cara FRK, grueso 2" [89]	A	.60	.50	.63	.82	.45	.34	.60	
[90]	E-405	.29	.52	.33	.72	.58	.53	.55	
705, cara FRK, grueso 1"									
705, cara FRK, grueso 2" [91]	E-405	.50	.36	.70	.90	.52	.47	.60	
703, cara ASJ, grueso 1" [92]	A	.17	.71	.59	.68	.54	.30	.65	
703, cara ASJ, grueso 2" [93]	A	.47	.62	1.01	.81	.51	.32	.75	
703, cara ASJ, grueso 1" [94]	E-405	.27	.54	.57	.66	.58	.36	.60	
703, cara ASJ, grueso 2" [95]	E-405	.53	.44	.93	.77	.55	.35	.65	
705, cara ASJ, grueso 1" [96]	A	.20	.64	.33	.56	.54	.33	.50	
705, cara ASJ, grueso 2" [97]	A	.58	.49	.73	.76	.55	.35	.65	
705, cara ASJ, grueso 1" [98]	E-405	.24	.58	.29	.75	.57	.41	.55	
705, cara ASJ, grueso 2" [99]	E-405	.42	.35	.69	.80	.55	.42	.60	

Notas para las Tablas 13 a 20

t

Montaje:

- Tipo A (antes no. 4) - Material colocado contra un soporte sólido como una pared de bloque,

- E-405 (antes no.7) - Material colocado sobre un espacio de aire de 16".

Los datos incluyen caras expuestas a una fuente de sonido, si se especifica.

Caras:

- FRK – Laminado con cara de hoja de aluminio con refuerzo de fibra de vidrio y soporte de papel Kraft.

- ASJ (Cubierta de Servicio en General) – Un laminado grabado de cara de papel Kraft blanco con refuerzo de fibra de vidrio y soporte de hoja de aluminio.

Mé Procedimientos:

Todas las pruebas se realizaron de acuerdo con la norma C 423 de ASTM.

todo de Prueba para Absorción de Sonido y Coeficientes de Absorción de Sonido por el Método de Habitación de Reverberación.

Los coeficientes de absorción para cada muestra se midieron sobre un tercio de bandas de octava y se reportan a las frecuencias centrales de banda de octava preferentes. En algunos casos, los coeficientes de absorción de sonido medidos son mayores de 1.00. Conforme lo recomienda el método de prueba, estos valores se reportan como medidos y no ajustados. El NRC correspondiente para un material también puede ser mayor de 1.00 de acuerdo con el método de prueba de ASTM. Los coeficientes de absorción de sonido de estos materiales no se ven afectados significativamente por los revestimientos como el metal de hoja expandido, placa de metal, tela de metal, pantalla o vidrio. Cuando requiera otros revestimientos con superficies menos abiertas, consulte a un representante de ventas de Owens Corning.

**Tabla: 21**

Productos para Ductos de Owens Corning y Atenuación en dB por Pie Lineal	Tipo de Producto y Grosor pulgadas	1/2 pulgada	1 pulgada	1 1/2 pulgadas	2
	Quiet®Acousti Tex				
	150		x	x	x
	200	x	x	x	x
	300	x	x		
	QuietR®AcousticR™	x	x	x	x
	Placa de forro para ducto		x	x	x
	Placa para ducto Fiberglas				
	475		x		
	800			x	

Fuente: D.D. Reynolds y J.M. Bledsoe, Atenuación de Sonido de Ducto Rectangular sin Forro y con Forro Acústico, ASHRAE Transactions 95.

Restricciones sobre la aplicación de datos: Los datos representan valores determinados de las pruebas sin flujo de aire en los ductos. La atenuación máxima calculada se deberá limitar a 40 dB.

\*P/A P/A: El perímetro interior de un ducto con forro en pies dividido entre el área de la sección transversal del ducto en pies cuadrados

Grosor	P/A* 1/pie	Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1/2 pulgada [100]	8.00	0.71	0.73	0.80	1.46	7.62	7.48	3.98	2.60
	6.00	0.56	0.55	0.66	1.25	6.23	5.94	3.49	2.42
	5.00	0.50	0.48	0.59	1.14	5.49	5.13	3.21	2.32
	4.00	0.46	0.41	0.51	1.02	4.70	4.29	2.90	2.20
	3.00	0.44	0.35	0.44	0.88	3.85	3.41	2.54	2.06
	2.50	0.33	0.30	0.40	0.80	3.39	2.94	2.34	1.97
	2.00	0.27	0.24	0.34	0.71	2.90	2.46	2.11	1.87
	1.50	0.22	0.19	0.27	0.61	2.37	1.95	1.85	1.76
	1.00	0.16	0.13	0.19	0.50	1.79	1.41	1.54	1.60
1 pulgada [101]	8.00	1.08	1.24	1.60	2.98	7.62	7.48	3.98	2.60
	6.00	0.77	0.90	1.29	2.57	6.23	5.94	3.49	2.42
	5.00	0.65	0.74	1.12	2.34	5.49	5.13	3.21	2.32
	4.00	0.56	0.60	0.96	2.09	4.70	4.29	2.90	2.20
	3.00	0.50	0.48	0.79	1.81	3.85	3.41	2.54	2.06
	2.50	0.37	0.40	0.71	1.65	3.39	2.94	2.34	1.97
	2.00	0.30	0.32	0.59	1.47	2.90	2.46	2.11	1.87
	1.50	0.23	0.24	0.47	1.27	2.37	1.95	1.85	1.76
	1.00	0.16	0.16	0.34	1.03	1.79	1.41	1.54	1.60
1 1/2 pulgadas [102]	8.00	1.43	1.74	2.42	4.57	7.62	7.48	3.98	2.60
	6.00	0.97	1.23	1.94	3.95	6.23	5.94	3.49	2.42
	5.00	0.79	1.00	1.69	3.60	5.49	5.13	3.21	2.32
	4.00	0.65	0.79	1.43	3.21	4.70	4.29	2.90	2.20
	3.00	0.55	0.61	1.16	2.78	3.85	3.41	2.54	2.06
	2.50	0.41	0.50	1.02	2.53	3.39	2.94	2.34	1.97
	2.00	0.32	0.39	0.85	2.26	2.90	2.46	2.11	1.87
	1.50	0.24	0.28	0.68	1.96	2.37	1.95	1.85	1.76
	1.00	0.17	0.18	0.49	1.60	1.79	1.41	1.54	1.60
2 pulgadas [103]	8.00	1.77	2.23	3.27	6.20	7.62	7.48	3.98	2.60
	6.00	1.16	1.56	2.61	5.36	6.23	5.94	3.49	2.42
	5.00	0.92	1.25	2.26	4.89	5.49	5.13	3.21	2.32
	4.00	0.73	0.98	1.90	4.37	4.70	4.29	2.90	2.20
	3.00	0.60	0.73	1.53	3.78	3.85	3.41	2.54	2.06
	2.50	0.44	0.60	1.35	3.45	3.39	2.94	2.34	1.97
	2.00	0.34	0.46	1.12	3.08	2.90	2.46	2.11	1.87
	1.50	0.25	0.33	0.89	2.67	2.37	1.95	1.85	1.76
	1.00	0.17	0.21	0.64	2.18	1.79	1.41	1.54	1.60



**Tabla 22**

Placas Acústicas Negras SelectSound™ de Owens Corning	Tipo de Producto y Grosor NRC	Montaje	Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz						
			125	250	500	1000	2000	4000	
	Cara de alfombra, grueso 1" [104]	A	.06	.25	.62	.91	.99	.98	.70
	Cara de alfombra, grueso 2" [105]	A	.18	.71	1.12	1.12	1.03	1.02	1.00

**Tabla 23**

Cubiertas Acústicas Negras SelectSound™ de Owens Corning	Tipo de Producto y Grosor NRC	Montaje	Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz						
			125	250	500	1000	2000	4000	
	Cara de alfombra, grueso 1" [106]	A	.10	.34	.64	.87	.91	.91	.70
	Cara de alfombra, grueso 1.5" [107]	A	.12	.62	1.07	1.10	1.01	.95	.95
	Cara de alfombra, grueso 2" [108]	A	.27	.80	1.12	1.07	1.02	1.01	1.00

**Tabla 24**

Sistema de Tela para Techo QuietZone™ Solsere- ne™ de Owens Corning	Tipo de Producto y Grosor NRC	Montaje	Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz						
			125	250	500	1000	2000	4000	
	Sistema de tela c/ placa, grueso 1.5" [109]	A	.07	.32	.76	.99	1.05	1.06	.80
	Sistema de tela c/ placa, grueso 1.5" [110]	E-400	.79	1.06	.81	1.04	1.08	1.10	1.00

**Tabla 25**

Productos de Control de Ruido Industrial Quiet-Zone™ de Owens Corning

Tipo de Producto y Grosor	Montaje	Frecuencias Centrales de banda de octava, Hz						
		125	250	500	1000	2000	4000	NRC
QZAB, Deflector de absorción, grueso 1.5" [111]	A	.15	.38	.74	.98	.76	.48	0.70
QZAB, Deflector de absorción, grueso 1.5" [112]	J (Sabines:)	2.0	4.0	6.4	9.3	10.6	7.5	
QZCC-5QQ, Barrera acolchada, 1 lb/pie2 [113]	A	.17	.45	.51	.91	.67	.36	0.65
QZCC-5QQ, Barrera acolchada, 1 lb/pie2 [114]	J	.15	.59	.85	.94	.63	.35	0.75
QZCC-10QQ, Barrera acolchada, 1.3 lb/pie2 [115]	A	.21	.31	.55	.91	.65	.34	0.60
QZCC-10QQ, Barrera acolchada, 1.3 lb/pie2 [116]	J	.09	.66	.86	.95	.62	.33	0.75
QZCC-20QQ, Barrera acolchada, 2.3 lb/pie2 [117]	A	.26	.23	.61	.89	.64	.32	0.60
QZCC-20QQ, Barrera acolchada, 2.3 lb/pie2 [118]	J	.16	.57	.85	.94	.61	.32	0.75
QZAS-QQ, Pantalla con marco, 1.3 lb/pie2 [119]	A	.21	.31	.55	.91	.65	.34	0.60
QZAS-QQ, Pantalla con marco, 1.3 lb/pie2 [120]	J	.09	.66	.86	.95	.62	.33	0.75
QZC10Q F/B, Absorbente acolchado, grueso 1" [121]	A	.00	.28	.75	.95	.60	.32	0.65
QZC10Q F/B, Absorbente acolchado, grueso 1" [122]	J	.05	.37	.94	.87	.54	.34	0.70
QZC10Q F/F, Absorbente acolchado, grueso 1" [123]	A	.05	.22	.76	.93	.59	.34	0.65
QZC10Q F/F, Absorbente acolchado, grueso 1" [124]	J	.10	.32	.94	.74	.55	.35	0.65
QZC10Q S/B, Absorbente acolchado, grueso 1" [125]	A	.04	.25	.90	.47	.23	.11	0.45
QZC10Q S/B, Absorbente acolchado, grueso 1" [126]	J	.02	.49	.65	.43	.22	.10	0.45
QZC20Q F/B, Absorbente acolchado, grueso 2" [127]	A	.07	.63	.84	.81	.62	.41	0.75
QZC20Q F/B, Absorbente acolchado, grueso 2" [128]	J	.09	.65	.92	.83	.60	.42	0.75
QZC20Q F/F, Absorbente acolchado, grueso 2" [129]	A	.11	.79	1.02	.73	.50	.32	0.75
QZC20Q F/F, Absorbente acolchado, grueso 2" [130]	J	.11	.80	1.01	.77	.54	.35	0.80
QZWA (1"), Absorbente envuelto, grueso 1" [131]	A	.02	.30	.79	1.05	.65	.31	0.70
QZWA (1"), Absorbente envuelto, grueso 1" [132]	J	.05	.35	.95	.97	.81	.31	0.75
QZWA (1"), Absorbente envuelto, grueso 1" [133]	E400	.56	.88	.72	.95	.84	.41	0.85
QZWA (2"), Absorbente envuelto, grueso 2" [134]	A	.18	.80	1.19	1.00	.71	.39	0.70
QZWA (2"), Absorbente envuelto, grueso 2" [135]	J	.18	.78	1.25	1.12	.76	.42	1.00
QZWA (2"), Absorbente envuelto, grueso 2" [136]	E400	.55	.93	1.02	1.03	.73	.47	0.95
QZWA (4"), Absorbente envuelto, grueso 4" [137]	A	.52	1.22	1.18	1.01	.75	.42	1.05
QZWA (4"), Absorbente envuelto, grueso 4" [138]	J	.37	1.20	1.33	1.17	.86	.38	1.15
QZWA (4"), Absorbente envuelto, grueso 4" [139]	E400	.50	1.04	1.13	1.01	.78	.49	1.00

# Control Acústico de Pared Interna

La meta de todos los sistemas acústicamente "eficientes" es crear un ambiente de vida y de trabajo que sea cómodo y esté libre de distracción o ruido externo indeseable. Mientras que el ambiente acústico "ideal" aún no se ha creado, sí existen varios diseños de construcción para instalaciones comerciales que promueven un ambiente acústico mejorado.

## Mejoramiento de la Pérdida de Transmisión de Sonido de Construcciones de Paredes

La pérdida de transmisión de sonido de las construcciones de paredes se puede mejorar al incrementar la masa, romper la trayectoria de la vibración del sonido y producir absorción de la cavidad. Además de estos tres métodos, otro método alternativo para reducir los niveles de ruido es agregar materiales absorbentes de sonido en una habitación.

La siguiente información proporciona detalles sobre cómo se pueden usar cada uno de estos métodos para incrementar el desempeño acústico efectivo de las paredes.

### Incremento de Masa

Los bloques de materiales más pesados suenan mejor que los materiales ligeros. Por ejemplo, agregar otra capa de panel de yeso proporciona un aumento en la pérdida de transmisión del sonido.

Como regla general, cada duplicación del peso de la pared aumenta la pérdida de transmisión del sonido en 5-6 dB adicionales. Sin embargo, las paredes más pesadas obviamente no son las más económicas ni es la solución más estética para las necesidades de control de sonido.

### Rompimiento de la Trayectoria de la Vibración

Las paredes transmiten el sonido con más eficiencia cuando pueden transmitir vibraciones desde una cara a la otra a través de elementos estructurales como los postes de metal o madera.

Cualquier cosa que se pueda hacer para interferir con la transmisión de la vibración entre la superficie de una pared y la otra ayudará a reducir la transmisión del sonido.

Una técnica efectiva es escalonar postes de madera para reducir la transmisión de sonido a través de los mismos.

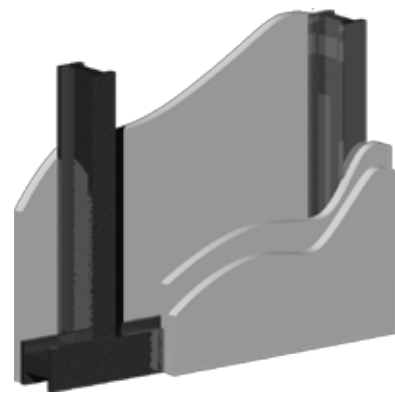
Los postes de metal son más flexibles que los postes de madera y reducen la transmisión de las vibraciones entre una de las superficies de la pared y la otra. En las construcciones con postes de madera, se pueden usar canales de metal flexible entre el panel de yeso y el poste para romper la trayectoria de la vibración.

### Absorción de la Cavidad

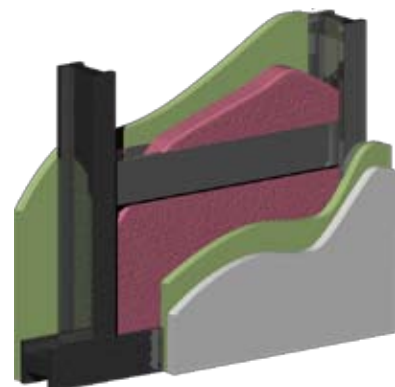
La pérdida de transmisión de sonido de una pared también se puede aumentar al llenar la cavidad de la pared con materiales de absorción de sonido como los aislamientos para edificios Fiberglas. El uso de aislamientos para edificios Fiberglas en una pared de postes de metal típica, los postes de madera escalonados u otras paredes con características de construcción aisladas como los marcos para pared acústica QuietZone™ pueden incrementar la pérdida de transmisión de sonido en cerca de 8 a 10 dB, una mejora que se puede notar si esta es la trayectoria dominante.

### Adición de Materiales Absorbentes de Sonido a las Áreas Emisoras y Receptoras

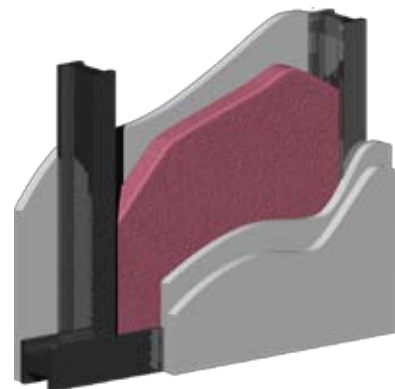
Otro método para incrementar la pérdida de transmisión de sonido efectiva entre dos habitaciones es agregar materiales de absorción de sonido en cada habitación. Al hacer esto, el nivel de ruido en general en cada habitación se reduce, lo que da como resultado una reducción correspondiente del nivel de sonido en cualquier área adyacente.



*Figura 15:* Agregar una capa de panel de yeso a una superficie incrementa la masa de la pared en forma efectiva.

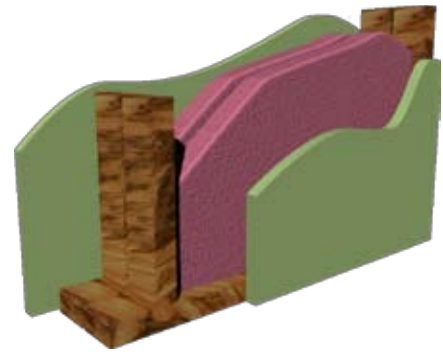


*Figura 16:* Los canales flexibles sobre los postes de metal rompen la trayectoria de la vibración, lo que ayuda a incrementar la pérdida de transmisión de sonido.



*Figura 17:* Aislar las cavidades de la pared mejora en forma notable la pérdida de transmisión de sonido al producir absorción de la cavidad.

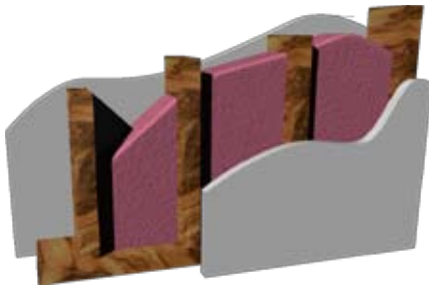
# Cuadro de Selección del Sistema de Pared para Paredes con Postes de Madera



Postes de Madera Dobles

Postes de Madera Dobles			
Clasificación de Fuego	STC <sup>b</sup>	Descripción de la Construcción	
1 Hr.*	64	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [140]	
2 Hr.	62	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [141]	
1 Hr.*	54	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de cada lado; sin aislamiento [142]	
1 Hr.*	60	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de un lado; dos grosores; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [143]	
N.A.	57	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de un lado; dos grosores; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [144]	
N.A.	48	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de un lado; capa sencilla del otro lado; sin aislamiento [145]	
1 Hr.	59	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; dos grosores; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [146]	
N.A.	56	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [147]	
N.A.	47	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; sin aislamiento [148]	
1 Hr.*	56	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [149]	
1 Hr.*	45	Postes de madera dobles de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; sin aislamiento [150]	
1 Hr.	60	Postes de madera dobles de 24" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; dos grosores; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [151]	
N.A.	57	Postes de madera dobles de 24" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; dos grosores; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [152]	

a Algunos de los resultados de las pruebas de esta página y las siguientes son estimados y están marcados con un asterisco (\*).  
 a Algunos de los resultados de las pruebas de esta página y las siguientes son estimados y están marcados con un asterisco (\*). Cuando existan referencias de pruebas específicas, estarán disponibles bajo solicitud. Los Bloques de Fibra con Marco de Metal y los Bloques de Fibra con Marco de Madera de Owens Corning se fabrican a partir de aislamientos Fiberglas.??

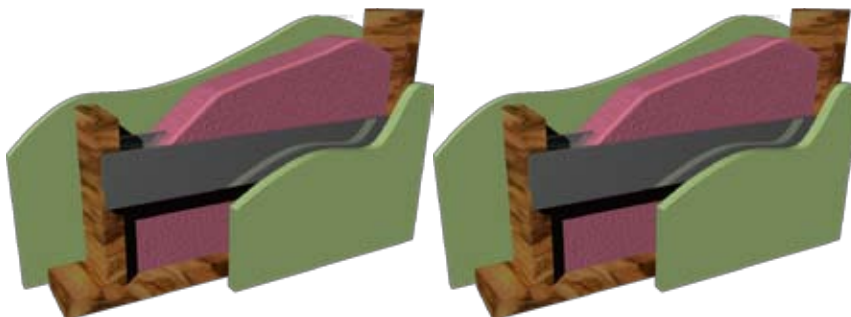


# Cuadro de Selección del Sistema de Pared para Paredes con Postes de Madera

Postes de Madera Escalonados

<b>Postes de Madera Escalonados</b>			
<b>Clasificación de Fuego</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción</b>	
I Hr.*	<b>55</b>	Postes de madera escalonados de 24" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [153]	
I Hr.*	<b>52</b>	Postes de madera escalonados de 24" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de cada lado; sin aislamiento [154]	
N.A.	<b>53</b>	Postes de madera escalonados de 24" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de un lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [155]	
N.A.	<b>47</b>	Postes de madera escalonados de 24" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de un lado; capa sencilla del otro lado; sin aislamiento [156]	
I Hr.	<b>51</b>	Postes de madera escalonados de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; dos grosores, aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [157]	
N.A.	<b>51</b>	Postes de madera escalonados de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera R-11 de 3 1/2" de grosor [158]	
N.A.	<b>39</b>	Postes de madera escalonados de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; sin aislamiento [159]	
I Hr.*	<b>46</b>	Postes de madera escalonados de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [160]	
I Hr.*	<b>43</b>	Postes de madera escalonados de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; sin aislamiento [161]	

# Postes de Madera Sencillos con Canal Flexible



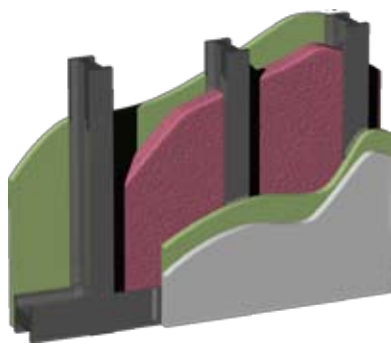
Postes de Madera Sencillos con Canal Flexible

Postes de Madera Sencillos

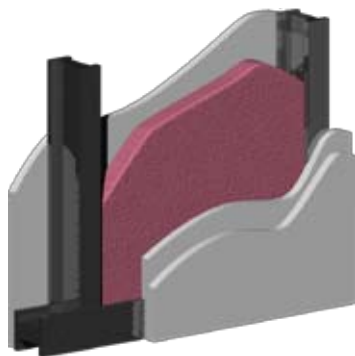
<b>Postes de Madera Sencillos con Canal Flexible</b>			
<b>Clasificación</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción de Fuego</b>	
I Hr.*	<b>56</b>	Postes de madera sencillos, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [162]	
I Hr.*	<b>52</b>	Postes de madera sencillos, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de cada lado; sin aislamiento [163]	
N.A.	<b>52</b>	Postes de madera sencillos, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de un lado; capa doble del otro lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [164]	
N.A.	<b>44</b>	Postes de madera sencilla, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de un lado; capa doble del otro lado; sin aislamiento [165]	
I Hr.	<b>50</b>	Postes de madera sencillos, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [166]	
I Hr.*	<b>40</b>	Postes de madera sencillos, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; sin aislamiento [167]	
N.A.	<b>46</b>	Postes de madera sencillos, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/8" de capa sencilla de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [168]	
N.A.	<b>39</b>	Postes de madera sencillos, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; sin aislamiento [169]	
<b>Postes de Madera Sencillos con Canal Flexible</b>			
<b>Clasificación</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción de Fuego</b>	
I Hr.*	<b>45</b>	Postes de madera sencillos de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [170]	
N.A.	<b>40</b>	Postes de madera sencillos de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de un lado; capa sencilla del otro lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [171]	
N.A.	<b>38</b>	Postes de madera sencillos de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de doble capa de un lado; capa sencilla del otro lado; sin aislamiento [172]	
N.A.	<b>39</b>	Postes de madera sencillos de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [173]	
N.A.	<b>35</b>	Postes de madera sencillos de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; sin aislamiento [174]	
I Hr.	<b>36</b>	Postes de madera sencillos de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [175]	
I Hr.	<b>34</b>	Postes de madera sencillos de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; sin aislamiento [176]	
I Hr.	<b>36</b>	Postes de madera sencillos 2x6 de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; sin aislamiento [177]	
I Hr.	<b>40</b>	Postes de madera sencillos 2x6 de 16" c.o.; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; aislamiento de bloque de fibra QuietZone de 5 1/2" de grosor [178]	

Enlistados en el Manual de Diseño de Resistencia al Fuego de la Asociación de Yeso.

\* Consulte la página 24 para ver las notas al pie adicionales.



Muro Ducto

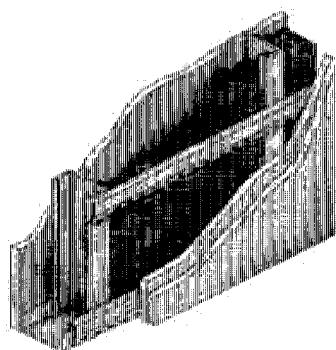


Paredes de Capa Doble

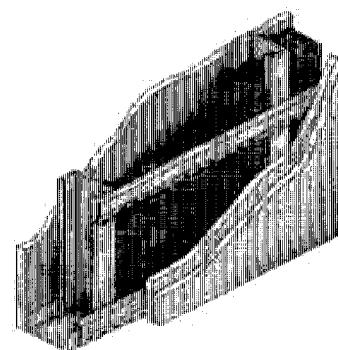
## Cuadro de Selección del Sistema de Pared para Paredes con Postes de Metal

<b>Muro Ducto</b>			
<b>Clasificación de Fuego</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción</b>	
2 Hr.	<b>60</b>	Muro ducto, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de doble capa; poste de acero de 15/8"; tres grosores, aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 31/2" de grosor [179]	
2 Hr.	<b>57</b>	Muro ducto, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de doble capa; poste de acero de 15/8"; un grosor, aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 21/2" de grosor. Asegurar el aislamiento con soporte complementario [180]	
N.A.	<b>55</b>	Muro ducto, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/8"; poste de acero de 15/8"; tres grosores, Aislamiento de bloque con estructura de metal o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 31/2" de grosor [181]	
1 Hr.	<b>53</b>	Muro ducto, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 15/8"; un grosor, Aislamiento de bloque con estructura de metal o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 31/2" de grosor. Asegurar el aislamiento con soporte complementario [182]	
N.A.	<b>52</b>	Muro ducto, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 15/8"; un grosor, Aislamiento de bloque con estructura de metal o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 31/2" de grosor. Asegurar el aislamiento con soporte complementario [183]	
N.A.	<b>42</b>	Muro ducto, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 15/8"; sin aislamiento [184]	
<b>Paredes de Capa Doble</b>			
<b>Clasificación de Fuego</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción</b>	
2 Hr.	<b>58</b>	Pared de doble capa, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 35/8"; un grosor, aislamiento de bloque de fibra de marco de metal o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 31/2" de grosor.	
2 Hr.	<b>52</b>	Pared de doble capa, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 35/8"; sin aislamiento [186]	
2 Hr.	<b>56</b>	Pared de doble capa, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 35/8"; un grosor, aislamiento de bloque de fibra de marco de metal o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 31/2" de grosor [187]	
2 Hr.	<b>50</b>	Pared de doble capa, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 35/8"; sin aislamiento [188]	
2 Hr.	<b>57</b>	Pared de doble capa, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 21/2"; un grosor, aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 21/2" de grosor [189]	
2 Hr.	<b>54</b>	Pared de doble capa, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 21/2"; un grosor, aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 21/2" de grosor [190]	
2 Hr.	<b>45</b>	Pared de doble capa, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 21/2"; sin aislamiento [191]	

# Cuadro de Selección del Sistema de Pared para Paredes con Postes de Metal



Paredes Desbalanceadas con Canal Flexible

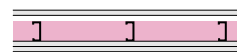
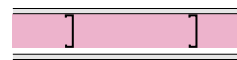


Paredes Desbalanceadas

## Postes de Madera Sencillos con Canal Flexible

### Clasificación de Fuego STC Descripción de la Construcción

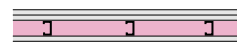
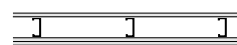
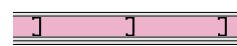
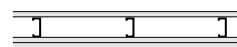
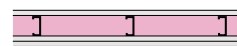
I Hr. †*	<b>60</b>	Pared desbalanceada, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de un lado; capa doble y canal flexible del otro lado; poste de acero de 6"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de metal de 6 1/4" de grosor [192]
I Hr. †*	<b>58</b>	Pared desbalanceada, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla y canal flexible de un lado; capa doble del otro lado; poste de acero de 35/8"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de metal o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 3 1/2" de grosor [193]



## Paredes Desbalanceadas

### Clasificación de Fuego STC Descripción de la Construcción

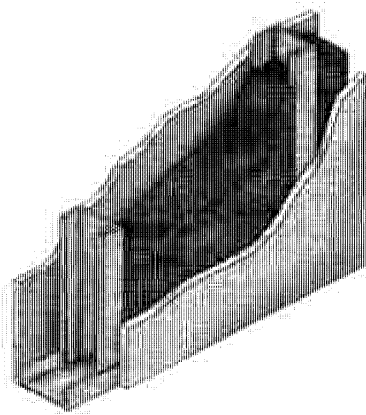
I Hr. *	<b>55</b>	Pared desbalanceada, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 35/8"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de metal o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 3 1/2" de grosor [194]
I Hr. *	<b>47</b>	Pared desbalanceada, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 35/8"; sin aislamiento [195]
N.A.	<b>52</b>	Pared desbalanceada, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 35/8"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de metal o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 3 1/2" de grosor [196]
N.A.	<b>41</b>	Pared desbalanceada, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 35/8"; sin aislamiento [197]
I Hr. *	<b>52</b>	Pared desbalanceada, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 2 1/2"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 2 1/2" de grosor [198]
I Hr. *	<b>44</b>	Pared desbalanceada, placa de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 2 1/2"; sin aislamiento [199]
N.A.	<b>50</b>	Pared desbalanceada, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/8"; poste de acero de 2 1/2"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 2 1/2" de grosor [200]
N.A.	<b>39</b>	Pared desbalanceada, placa de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 2 1/2"; sin aislamiento [201]



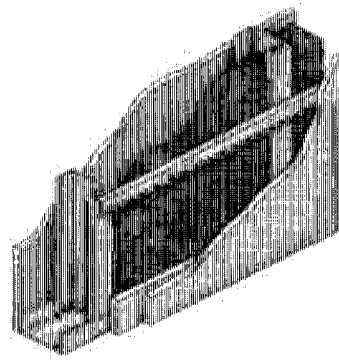
†Basado en una prueba de capa sencilla.

\* Consulte la página 24 para ver las notas al pie adicionales.





Paredes de Capa Sencilla con Canal Flexible



Paredes de Capa Sencilla

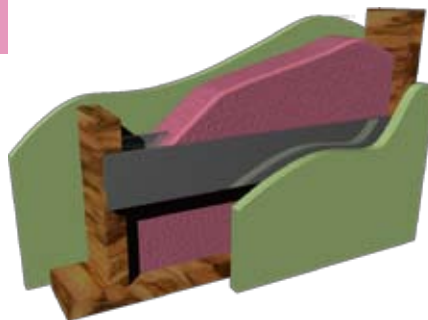
## Cuadro de Selección del Sistema de Pared para Paredes con Postes de Metal

<b>Paredes de Capa Sencilla con Canal Flexible</b>			
<b>Clasificación de Fuego</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción</b>	
I Hr. †*	<b>55</b>	Pared de capa sencilla, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 6"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de metal de 6 1/4" de grosor [202]	
I Hr. †*	<b>54</b>	Pared de capa sencilla, canal flexible; tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 35/8"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de metal de 3 1/2" de grosor [203]	
<b>Paredes de Capa Sencilla</b>			
<b>Clasificación de Fuego</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción</b>	
I Hr. *	<b>51</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 6"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de metal de 6 1/4" de grosor [204]	
I Hr.	<b>50</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 35/8"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de marco de metal o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 3 1/2" de grosor.	
I Hr.	<b>48</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 35/8"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 2 1/2" de grosor [206]	
I Hr.	<b>43</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 35/8"; sin aislamiento [207]	
N.A.	<b>47</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2"; poste de acero de 35/8"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 3 1/2" de grosor [208]	
N.A.	<b>44</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso de 1/2"; poste de acero de 35/8"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 2 1/2" de grosor [209]	
N.A.	<b>36</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso de 1/2"; poste de acero de 35/8"; sin aislamiento [210]	
I Hr.	<b>47</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 2 1/2"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 2 1/2" de grosor [211]	
I Hr.	<b>40</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8"; poste de acero de 2 1/2"; sin aislamiento [212]	
N.A.	<b>44</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso de 1/2"; poste de acero de 2 1/2"; un grosor; aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 2 1/2" de grosor [213]	
N.A.	<b>34</b>	Pared de capa sencilla, tablarroca de yeso de 1/2"; poste de acero de 2 1/2"; sin aislamiento [214]	

† Basado en una prueba de capa sencilla.

\* Consulte la página 24 para ver las notas al pie adicionales.

# Tablas de Selección de Sistema de Paredes para Marcos de Pared Acústica QuietZone™



Capa Sencilla  
Tablarroca de Yeso

Capas Desbalanceadas  
Tablarroca de Yeso

<b>Tablarroca de Yeso de Capa Sencilla</b>			
<b>Clasificación de Fuego</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción</b>	
N.A.	<b>49</b>	2x4 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 3 1/2" de grosor [215]	
N.A.	<b>50</b>	2x4 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 24", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 3 1/2" de grosor [216]	
N.A.	<b>54</b>	2x6 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 24", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [216]	
N.A.	<b>52</b>	2x6 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [218]	
N.A.	<b>53</b>	2x6 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [219]	
<b>Tablarroca de Yeso de Capas Desbalanceadas</b>			
<b>Clasificación de Fuego</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción</b>	
I Hr.	<b>53</b>	2x4 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capas dobles de un lado, tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla del otro lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 3 1/2" de grosor [220]	
I Hr.	<b>54</b>	2x4 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capas dobles de un lado, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla del otro lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 3 1/2" de grosor [221]	
I Hr.	<b>55</b>	2x4 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 24", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capas dobles de un lado, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla del otro lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [222]	
I Hr.	<b>59</b>	2x6 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 24", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capas dobles de un lado, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla del otro lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [223]	
I Hr.	<b>55</b>	2x6 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capas dobles de un lado, tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla del otro lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [224]	

## Cuadro de Selección del Sistema de Pared para Marco de Pared Acústico QuietZone™

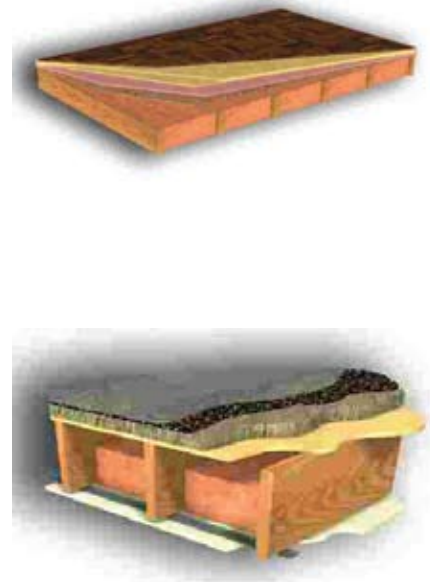
Capa Doble  
Tablarroca de Yeso

<b>Tablarroca de Yeso de Capa Sencilla</b>			
<b>Clasificación de Fuego</b>	<b>STC</b>	<b>Descripción de la Construcción</b>	
I Hr.	57	2x4 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 1/2" de capas dobles de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 3 1/2" de grosor [225]	
I Hr.	58	2x4 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 24", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capas dobles de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 3 1/2" de grosor [226]	
I Hr.	58	2x4 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capas dobles de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [227]	
I Hr.	60	2x6 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capas dobles de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [228]	
I Hr.	60	2x6 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 16", tablarroca de yeso tipo "x" de 1/8" de capas dobles de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [229]	
I Hr.	63	2x6 Marco Acústico QuietZone™ sobre centros de 24", tablarroca de yeso tipo "x" de 5/8" de capas dobles de cada lado; bloques de fibra acústicos QuietZone™ de 5 1/2" de grosor [230]	

## Cuadros de Selección de Sistemas de Piso/Techo

### Pisos de Madera con varios Revestimientos (todos sobre vigas de 2" x 10" a 16" c.o.)

IIC	Clasificación de Fuego	STC	Descripción de la Construcción
73	I Hr	<b>55</b>	Alfombra y bajoalfombra, superficie de panel de partículas de 3/8", contrapiso de madera laminada de 5/8"; techo de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla sobre canal flexible; un grosor, aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [231]
60	N.A.	<b>42**</b>	Alfombra y bajoalfombra, superficie de panel de partículas de 3/8", contrapiso de madera laminada de 5/8"; techo de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla; sin aislamiento [232]
32	I Hr.	<b>35-39</b>	Piso de acabado de madera laminada de 19/32", contrapiso de madera laminada interior de 15/32", vigas de madera de 2x10, 16" c.o., yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla (GA # FC5410 Genérico) [233]
32	I Hr.	<b>35-39</b>	Piso de acabado de madera laminada de 19/32", contrapiso de madera laminada interior de 15/32", vigas de madera de 2x10, 16" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla (GA # FC5420 Genérico) [234]
38	I Hr.	<b>40-44</b>	Piso de acabado de madera laminada de 5/8", contrapiso de madera laminada interior de 15/32", vigas de madera de 2x10, 16" c.o., canal flexible de 16" c.o., yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla (GA # FC5300 Genérico) [235]
47***	N.A.	<b>54***</b>	Cubierta OSB, vigas l de madera de diseño de 1 1/8", 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 16" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [236]
49***	N.A.	<b>54***</b>	Revestimiento de vinil, cubierta OSB, vigas l de madera de diseño de 1 1/8", 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 16" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [237]
39***	N.A.	<b>64***</b>	Concreto de 1 1/2" de grosor, cubierta OSB, vigas l de madera de diseño de 1 1/8", 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 16" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [238]
49***	N.A.	<b>64***</b>	Revestimiento de vinil, concreto de 1 1/2" de grosor, cubierta OSB, vigas l de madera de diseño de 1 1/8", 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 16" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [239]
41***	N.A.	<b>67***</b>	Concreto de 1 1/2" de grosor, capa de papel asfaltado de 10 lb, cubierta OSB, vigas l de madera de diseño de 1 1/8", 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 16" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [240]
49***	N.A.	<b>67***</b>	Revestimiento de vinil, concreto de 1 1/2" de grosor, capa de papel asfaltado de 10 lb, cubierta OSB, vigas l de madera de diseño de 1 1/8", 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 16" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [241]
56***	N.A.	<b>69***</b>	Concreto de 1 1/2" de grosor, cubierta OSB, capa de alfombra para piso acústica QuietZone™ de 3/8" de grosor, vigas l de madera de diseño de 1 1/8", 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 16" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [242]
58***	N.A.	<b>69***</b>	Revestimiento de vinil, concreto de 1 1/2" de grosor, capa de alfombra para piso acústica QuietZone™ de 3/8" de grosor, cubierta OSB, vigas l de madera de diseño de 1 1/8", 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 16" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [243]
55	N.A.	<b>63</b>	Piso de parquet de madera, madera laminada de grado A/C exterior de 3/8" de 2 capas, capa de alfombra para piso acústica QuietZone™ de 3/8", contrapiso de madera laminada de 1/2", vigas de madera de 2x10, 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 24" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [244]
63	N.A.	<b>73</b>	Piso de loseta, madera laminada de grado A/C exterior de 3/8" de 2 capas, capa de alfombra para piso acústica QuietZone™ de 3/8", contrapiso de madera laminada de 1/2", vigas de madera de 2x10, 16" c.o., aislamiento de 6", canal flexible de 24" c.o., yeso tipo "x" de 5/8" de 2 capas [245]



Pisos de Madera con varios Revestimientos

\*\*Pruebas de STC aplicadas a la estructura sin alfombra ni bajoalfombra.

\*\*\* Las clasificaciones reflejan los CTSF y CAIF tomados de las instalaciones de pruebas del Consejo Nacional de Investigación de Canadá.

## Cuadros de Selección de Sistemas de Piso/Techo

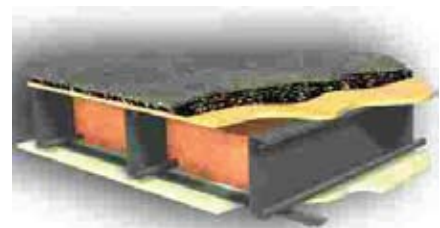
### Pisos de Concreto (Celular) Ligero con Revestimientos (todos sobre vigas de 2" x 10" a 16" c.o.)

IIC	Clasificación de Fuego	STC	Descripción de la Construcción
74	I Hr*	58	Alfombra y bajoalfombra, piso de concreto (celular) ligero de 1 1/2", contrapiso de madera laminada de 5/8"; techo de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla sobre canal flexible; un grosor, aislamiento de bloque de fibra de marco de madera de 3 1/2" de grosor [246]
59	I Hr*	47	Alfombra y bajoalfombra, piso de concreto (celular) ligero de 1 1/2", contrapiso de madera laminada de 5/8"; techo de yeso tipo "x" de 1/2" de capa sencilla; sin aislamiento [247]



### Pisos de Vigas de Acero con Revestimientos (calibre de 7 1/2" x 18 a 24" c.o.)

IIC	Clasificación de Fuego	STC	Descripción de la Construcción
71	N.A.	56	Vigas de acero, alfombra y bajoalfombra, contrapiso de madera laminada T&G de 1/2"; panel de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla adherido a las vigas del techo por medio de canal flexible; un grosor, aislamiento de bloque de fibra de marco de metal de 3 1/2" de grosor o aislamiento de bloque de fibra de atenuación de sonido de 3 1/2" de grosor [248]
57	N.A.	43	Vigas de acero, alfombra y bajoalfombra, contrapiso de madera laminada T&G de 1/2"; panel de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla adherido directamente a las vigas; sin aislamiento [249]
69	I Hr:	50-54	Alfombra y bajoalfombra, contrapiso de madera laminada de 5/8", viga de acero de calibre 18 de profundidad de 8", 16" c.o., aislamiento de 3 1/2", canales flexibles, 16" c.o., panel de yeso tipo "x" de 1/2" de 2 capas. (GA # FC4340 Genérico) [250]



### Pisos de Losa de Concreto con varios Revestimientos

IIC	Clasificación de Fuego	STC	Descripción de la Construcción
59	N.A.	59	Revestimiento de piso de vinil, cama de mortero reforzado de 1 1/2" de grosor, alfombra para piso acústica QuietZone™ de 3/8", losa de concreto reforzado de 6", aislamiento de bloque de fibra acústico QuietZone™, canal flexible de 24" c.o., panel de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla [251]
58	N.A.	59	Revestimiento de piso de madera laminada, cama de mortero reforzado de 1 1/2" de grosor, alfombra para piso acústica QuietZone™ de 3/8", losa de concreto reforzado de 6", aislamiento de bloque de fibra acústico QuietZone™, canal flexible de 24" c.o., panel de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla [252]
57	N.A.	58	Revestimiento de piso de loseta cerámica, cama de mortero reforzado de 1 1/2" de grosor, alfombra para piso acústica QuietZone™ de 3/8", losa de concreto reforzado de 6", aislamiento de bloque de fibra acústico QuietZone™, canal flexible de 24" c.o., panel de yeso tipo "x" de 5/8" de capa sencilla [253]

Consulte la página 24 para ver las notas al pie adicionales.

**Consideraciones de Diseño y Construcción Detallados**

El desempeño acústico efectivo de las paredes se puede ver enormemente afectado por una serie de detalles de diseño y construcción. Estos detalles incluyen el sellado del perímetro de las paredes, los detalles de construcción de las intersecciones de las paredes, el tamaño y la colocación de las ventanas, la ubicación e instalación apropiadas de las puertas, las tomas de corriente eléctrica, los ductos y el equipo mecánico. La siguiente información proporciona algunas sugerencias importantes para asegurar el desempeño acústico.

**Sellado de Perímetros**

Se debe usar un sello hermético alrededor del perímetro de la pared para crear un sello acústico adecuado. Se recomienda una masilla flexible no endurecedora permanente como el Sellador Acústico QuietZone™ o un compuesto a base de goma de butilo para ambos lados de la división en ubicaciones aplicables, tales como las placas inferiores y superiores. El compuesto para juntas y la cinta sellan las esquinas eficazmente si se escalonan varias capas de panel de yeso en forma correcta.

La Figura 18 muestra los detalles de construcción para paredes aislantes de sonido de marco alrededor del perímetro y en las esquinas e intersecciones.

**Puertas**

Cuando se desee tener un control óptimo del ruido, se deberán usar puertas de núcleo de madera sólida o de metal. Las partes superiores y los lados de las puertas deben estar selladas con burletes de tipo suave. El uso de cierres de solera en la parte inferior de la puerta o de sellos herméticos reducirá la transmisión de sonido.

Se deben evitar las puertas corredizas cuando se desee tener un control óptimo del ruido. No coloque puertas de los pasillos una frente a la otra.

**Cuadro de Desempeño de Sellador Acústico (1/4" de espacio, 158" de longitud a lo largo de una pared divisoria de 120"x 168")**

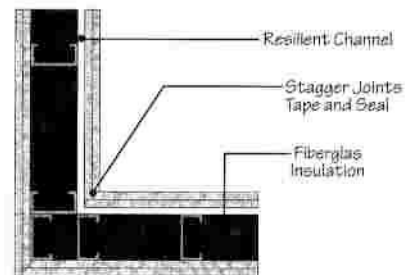
Clase de Transmisión de Sonido de Estructura de Pared con y sin Sellador Acústico

Tipo de Construcción	Frecuencias Centrales de Banda de Octava, Hz						
	125	250	500	1000	2000	4000	STC
Pared Divisoria Base con espacio de 1/2" [254]	34	38	36	23	23	27	24
Pared Divisoria Base con reborde sencillo Sellador QuietZone™ en espacio de 1/2" [255]	40	55	51	44	45	54	46
Pared Divisoria Base con reborde doble Sellador QuietZone™ en espacio de 1/2" [256]	42	57	59	60	61	68	60

**Ventanas**

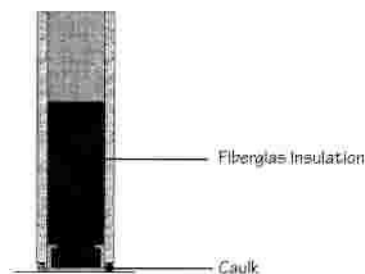
Por lo general, las ventanas tienen valores de pérdida de transmisión más bajos que la pared que las rodea. Por lo tanto, es conveniente reducir el área de la ventana para aumentar en control del ruido. Las medidas adicionales que se pueden tomar para incrementar el control de ruido son la reducción de ventanas hacia áreas ruidosas y la separación de las ventanas para reducir la superposición de sonidos. Se debe tomar en cuenta el uso de vidrio grueso o aislado, así como de vidriado doble, para ayudar a reducir la transmisión de sonido. Las ventanas con burletes aseguran un cierre hermético y por lo tanto se reduce la transmisión de sonido.

*Corner Detail*

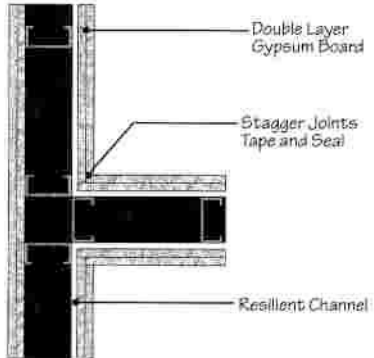


**Pared de Postes de Metal con Canal Flexible**

*Perimeter Detail*



*Intersection Detail*



**Figura 18:** Marcos de paredes con postes de metal aislante de sonido en perímetros, esquinas e intersecciones.

### Eléctricos

La instalación eléctrica apropiada es importante para obtener un control acústico efectivo. Los interruptores de luz y las tomas de corriente eléctrica no se deben construir al revés con el revés. Use accesorios para techo montados en la superficie. Las aberturas alrededor de todas las cajas de electricidad se deben sellar herméticamente.

Los paneles de distribución eléctrica, así como teléfonos, timbres, intercomunicadores o empotrados de audio, se deben instalar solamente sobre paredes interiores bien aisladas y nunca sobre puertas medianeras o de corredor.

Cuando sea posible, cada unidad residencial y de trabajo se debe cablear como una unidad completa, y el equipo que vibra se debe conectar con cable flexible.

### Plomería

Cuando se instala la plomería intervienen varias consideraciones de diseño acústico. El ruido de la plomería se puede reducir al diseñar las tuberías con brazos giratorios para que la expansión y contracción pueda ocurrir sin dobleces. La tubería también se debe aislar de las estructuras que la rodean con montajes flexibles. El ruido de golpe de ariete, debido a la parada abrupta del flujo del agua, se puede eliminar al usar cámaras de aire en cada toma. También se debe considerar el uso de tubos de gran tamaño y la reducción de la presión del agua. Se debe evitar la instalación de accesorios al revés con el revés. En todos los casos, las aberturas que se hacen en las paredes y las superficies del piso se deben sellar con masilla para asegurar una integridad acústica.

### Ductos

Se debe tener una consideración especial con el diseño de ductos al planear la disposición de una construcción nueva o una remodelación, ya que los ductos pueden transmitir el sonido con facilidad.

La instalación de ductos Fiberglas o ductos de metal forrados con aislamiento de forro para ducto que atenúa el sonido reducirá la

transmisión del sonido indeseado a través de las paredes laterales, además de que reducirá el ruido de los ventiladores del ducto.

Se recomienda el uso de aparatos de aire acondicionado y hornos silenciosos de alta calidad con motores y ventiladores bien balanceados para reducir el ruido que generan los ductos.

Owens Corning ofrece una línea completa de paneles, forros y productos para envolver ductos que reducen el ruido de manera efectiva.

### Ruido de Equipos

Averigüe sobre los niveles de ruido de los equipos antes de especificarlos. Insista en las unidades silenciosas.

Siempre que sea posible, aisle los hornos, aires acondicionados y las unidades de calefacción/enfriamiento lejos de las áreas "silenciosas".

Instale unidades en una habitación bien aislada y utilice una puerta de centro sólido cuando las habitaciones del equipo tengan acceso a los interiores del edificio.

Asimismo, al instalar equipo que es posible que vibre, use aislantes de vibración.

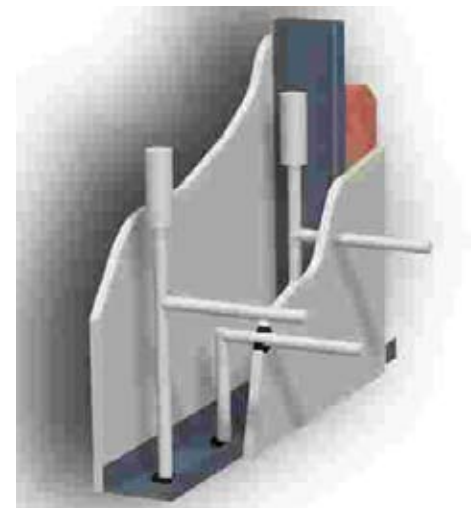
Los ductos verticales o los tubos ascendentes de ventilación montados en el exterior de los edificios con frecuencia son la causa de las quejas de ruido. Estos dispositivos con frecuencia golpean en las áreas donde hay viento o chocan y hacen ruido debido a la expansión y contracción térmicas. Además, el ruido exterior de los aviones, el tráfico, etc. se transmite con facilidad por medio de los ductos de paredes delgadas y llega al interior de los edificios. Todas las redes de ductos exteriores deben tener una construcción de pared doble con forro acústico y silenciadores.



**Figura 19:** Use accesorios de techo montados en la superficie y tape con masilla las aberturas para asegurar la integridad acústica.



**Figura 20:** Escalone los interruptores y las tomas de corriente para eliminar las "fugas" de sonido. Tape con masilla las aberturas para asegurar la integridad acústica.



**Figura 21:** Aísle la tubería de las estructuras que la rodean con montajes flexibles.

# Glosario de Términos Acústicos

## **Ponderación "A"**

una respuesta de frecuencia que se aproxima a la respuesta del oído humano. Cámara Anecoica  
una habitación con superficies que absorben todo el sonido que las golpea.

## **Índice de Articulación**

una clasificación de 0 a 1 que se puede relacionar con la inteligibilidad del habla para un nivel de voz y un nivel de fondo determinados.

## **ASTM**

La Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales, una organización que estandariza los métodos de pruebas acústicas.

## **ASTM C 423**

el método de prueba para determinar los coeficientes de absorción de sonido por el método de habitación de reverberación. ASTM E 90  
el método de prueba para medir la pérdida de transmisión de las divisiones.

## **Atenuación**

la reducción del nivel de sonido.

## **Ruido de Banda Ancha**

el ruido que contiene sonido sobre una amplia gama de frecuencia.

## **Tono Complejo**

un sonido compuesto por muchas frecuencias diferentes.

## **dB(A)**

el nivel en decibeles cuando una curva de ponderación "A" se usa para simular la respuesta de frecuencia del oído humano.

## **Decibel**

una unidad que se usa para expresar las diferencias de presión o intensidad de sonido, se abrevia dB. Difracción  
el doblez de las ondas de sonido alrededor de un obstáculo o una barrera.

## **Filtro**

un instrumento que separa el sonido sobre la base de sus frecuencias.

## **Campo Libre**

un campo de sonido donde el nivel de sonido se atenúa en 6 dB por cada vez que se duplica la distancia desde la fuente. Una fuente de sonido ubicada afuera y lejos de las superficies reflectoras se encuentra en un campo libre.

## **Frecuencia**

el número de ciclos por segundo de una onda de sonido, medido en unidades de Hertz y abreviado como Hz.

## **Clase de Aislamiento de Impacto**

(IIC por sus siglas en inglés)  
clasificación de una sola cifra que indica la

cantidad de aislamiento de ruido de impacto que provee una estructura de piso o techo. Cuanto más alto es el número mejor será la estructura del piso o techo.

## **Habitación en Operación**

una habitación con superficies que reflejan todo el sonido que las golpea.

## **Intensidad**

la respuesta subjetiva a un nivel de sonido.

## **Enmascaramiento**

la adición de sonido con el fin de elevar el nivel general del sonido de fondo.

## **Ruido**

el sonido indeseado, molesto o perturbador.

## **Curvas de Criterios de Ruido**

las curvas que describen los niveles de sonido sobre una gama de frecuencias que son aceptables para un ambiente determinado.

## **Clase de Aislamiento de Ruido**

una clasificación de una sola cifra que se usa para expresar la pérdida de inserción de sonido de un panel.

## **Coefficiente de Reducción de Ruido**

el promedio de los coeficientes de absorción de sonido individual a 250, 500, 1,000 y 2,000 Hz. al más cercano de .05, se abrevia NRC por sus siglas en inglés.

## **Banda de Octava**

una banda de frecuencia con un límite de frecuencia superior igual a dos veces el límite más bajo. Las frecuencias centrales de banda de octava que se usan en la acústica arquitectónica son 125, 250, 500, 1,000, 2,000 y 4,000 Hz.

## **Ruido Rosa**

el sonido que tiene una energía igual por ancho de banda sobre una gama de frecuencia ancha.

## **Tono**

la respuesta subjetiva al sonido a una frecuencia determinada.

## **Tono Puro**

un sonido que tiene una sola frecuencia.

## **Ruido al Azar**

un ruido de banda ancha sobre una gama de frecuencias desde 20 Hz. hasta 20,000 Hz.

## **Tasa de Debilitamiento**

el tiempo en que disminuye el nivel de un sonido a cierto número de decibeles. La tasa de debilitamiento se usa para determinar el tiempo de reverberación.

## **Cámara de Reverberación**

una habitación con superficies que reflejan el sonido y que se usa para la medición de absorción de sonido.



# Referencias de Función de Datos

--	--	--

