



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
ESCUELA DE ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Nociones Generales
sobre Acústica

AOPE Acondicionamiento Acústico
Prof. Alejandro Villasmil

Acondicionamiento Acústico

Nociones Generales

La necesidad del arquitecto de crear espacios agradables lo obliga a pensar en todos los aspectos que puedan generar cierto grado de incomodidad en los usuarios, incluso incomodidad auditiva.

El hecho de vivir en ciudades cada día mas desarrolladas ha creado en las personas, que van a ocupar las edificaciones, la necesidad de exigir el acondicionamiento acústico de las mismas, es decir, oficinas privadas, habitaciones tranquilas en viviendas, auditorios y salas de conciertos agradables desde el punto de vista acústico, etc.

Es por ello que se le debe dar importancia al tratamiento acústico de una edificación durante su proyecto ya que resulta mucho más costoso y a veces menos eficiente, realizar correcciones acústicas en la edificación ya construida.

Para lograr un tratamiento acústico adecuado es necesario considerar muchos aspectos como, uso del local, volumen, ocupación, importancia, etc, pero además debe conocer como se comporta el sonido.

El sonido

Las sensaciones auditivas son producidas por las vibraciones de las moléculas del aire, las que comunican su movimiento al tímpano y éste a su vez, a través de los mecanismos de dicho órgano y de los nervios auditivos, trasladan las sensaciones al cerebro.

Cuando un objeto o material cualquiera hace romper de modo irregular el aparente equilibrio de las moléculas del aire, decimos que se ha producido un **ruido**.

Si en cambio, perturbación es regular, la vibración producida dará una sucesión regular de sensaciones auditivas; entonces decimos que se ha producido un **sonido**.

En términos generales, sin embargo, toda vibración del aire capaz de provocar una sensación auditiva, se suele denominar con el término genérico de sonido.

Características del sonido

La parte de la ciencia que estudia los fenómenos de vibración, considerando su origen, su propagación y sus efectos se denomina **Acústica**.

El punto donde tienen origen las vibraciones que producen el sonido se denomina la **fente sonora**.

Alrededor de la fuente sonora se crean ondas de compresión y expansión del aire en forme de esferas concéntricas llamadas **ondas sonoras** como se ve en la figura 1.

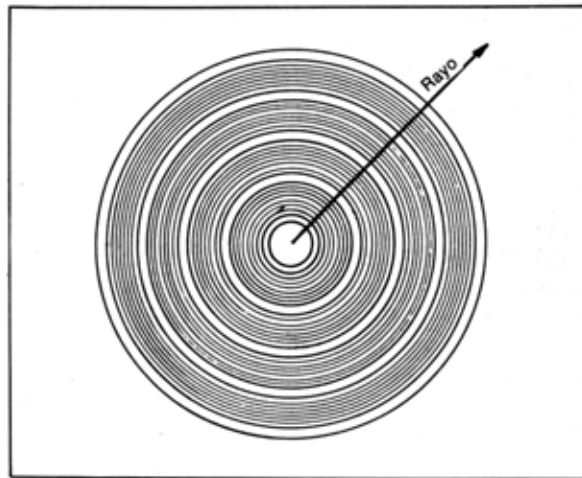


Figura 1: Ondas sonoras esféricas de compresión y expansión (Fuente: 1)

Las ondas sonoras se propagan según todos los radios que salen de la fuente sonora, a los que se les llama **rayos sonoros**. Lo que significa que el sonido se propaga en todas direcciones.

Las ondas sonoras se pueden representar gráficamente según dos de sus características como son la longitud y la amplitud (figura 2)

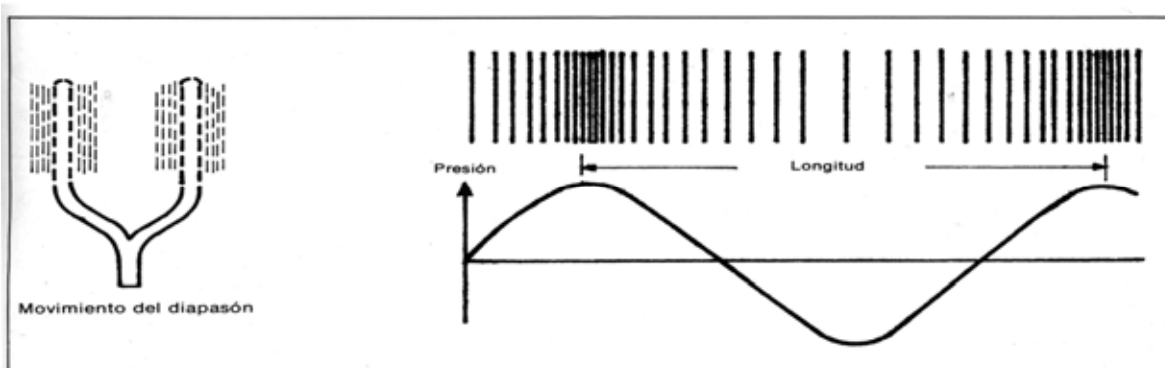


Figura 2: Representación gráfica de ondas sonoras (Fuente: 1)

La longitud de onda es la distancia entre dos zonas de compresión consecutivas, es decir, un ciclo que se repite. La longitud de onda se relaciona con el tono del sonido ya que para una determinada longitud, se realizarán un cierto número de ciclos en un tiempo determinado. Al número de ciclos en un segundo de una onda sonora se le denomina frecuencia y se mide en Hertz (Hz) (figura 3)

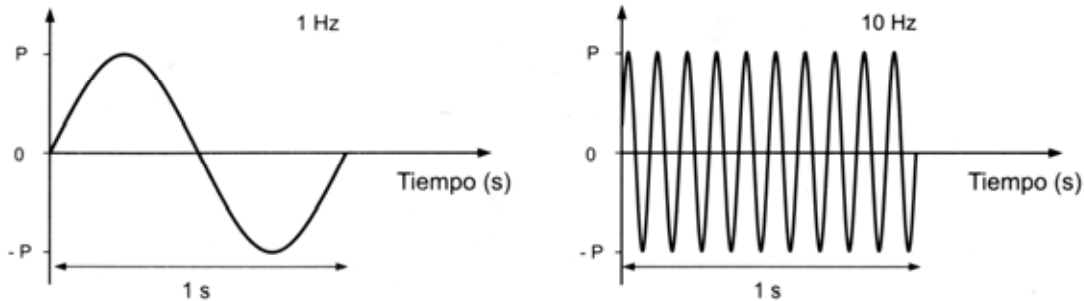


Figura 3: Comparación entre una onda sonora con frecuencia de 1Hz y otra de 10 Hz. (Fuente 2)

Para una longitud de onda grande, hay pocos ciclos por segundo es decir tono grave. Y lo contrario, para una longitud de onda pequeña, se producen muchos ciclos por segundos, es decir tono agudo (figura 4).

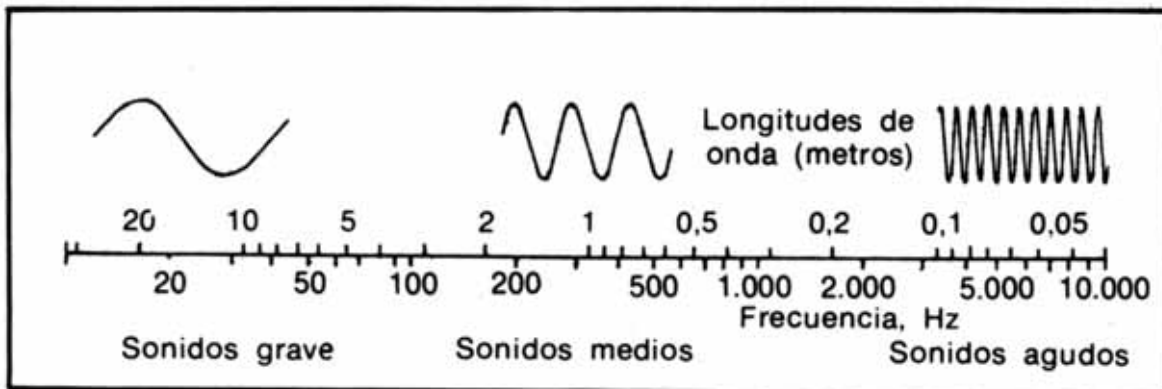


Figura 4: Relación entre longitud de onda, frecuencia y tono (fuente 1)

La amplitud de onda es la dimensión perpendicular a la longitud y depende de la diferencia de presión que existe entre la zona de compresión y la zona de expansión de la onda esférica en el aire, esta se relaciona con la intensidad del sonido, es decir, sonido fuerte o sonido débil. (figura 5)

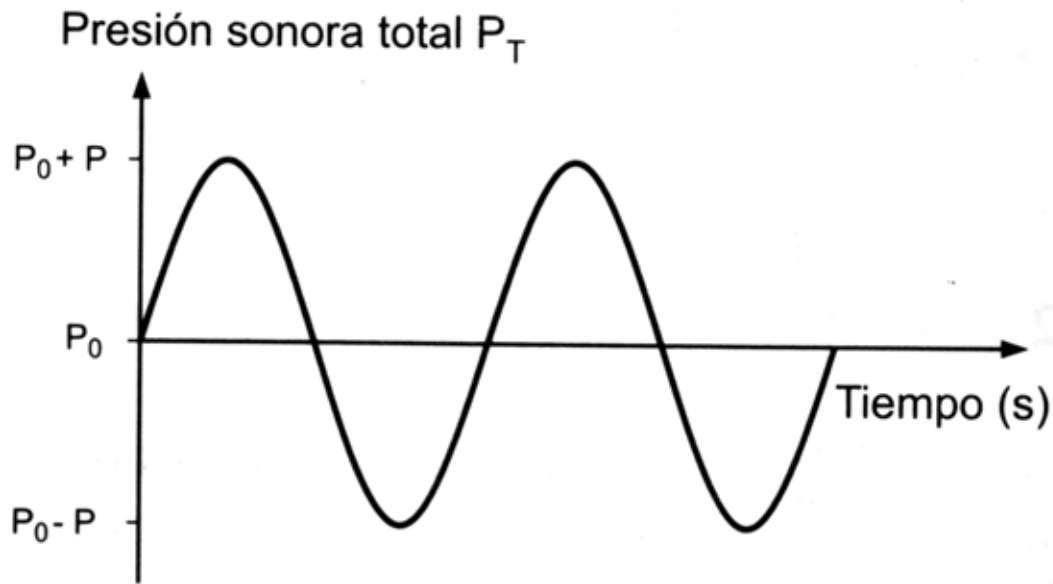


Figura 5: Presión sonora (fuente 2)

La presión sonora se mide en pascal o dinas/cm², pero no se utilizan estas unidades en los cálculos y mediciones acústicas, Se emplea mas la unidad de medida de **presión relativa** llamada el decibelio, que es la décima parte de un Bel, el decibelio se utiliza para comparar la presión sonora, en el aire, con una presión de referencia. Este nivel de referencia tomado en Acústica, es una aproximación al nivel de presión mínimo que hace que nuestro oído sea capaz de percibirlo. El decibelio se calcula con la siguiente fórmula:

$$L_p = 20 * \log\left(\frac{p}{p_r}\right) \quad (1)$$

L_p : Nivel de Presión sonora (dB)

p : Presión medida (Pa)

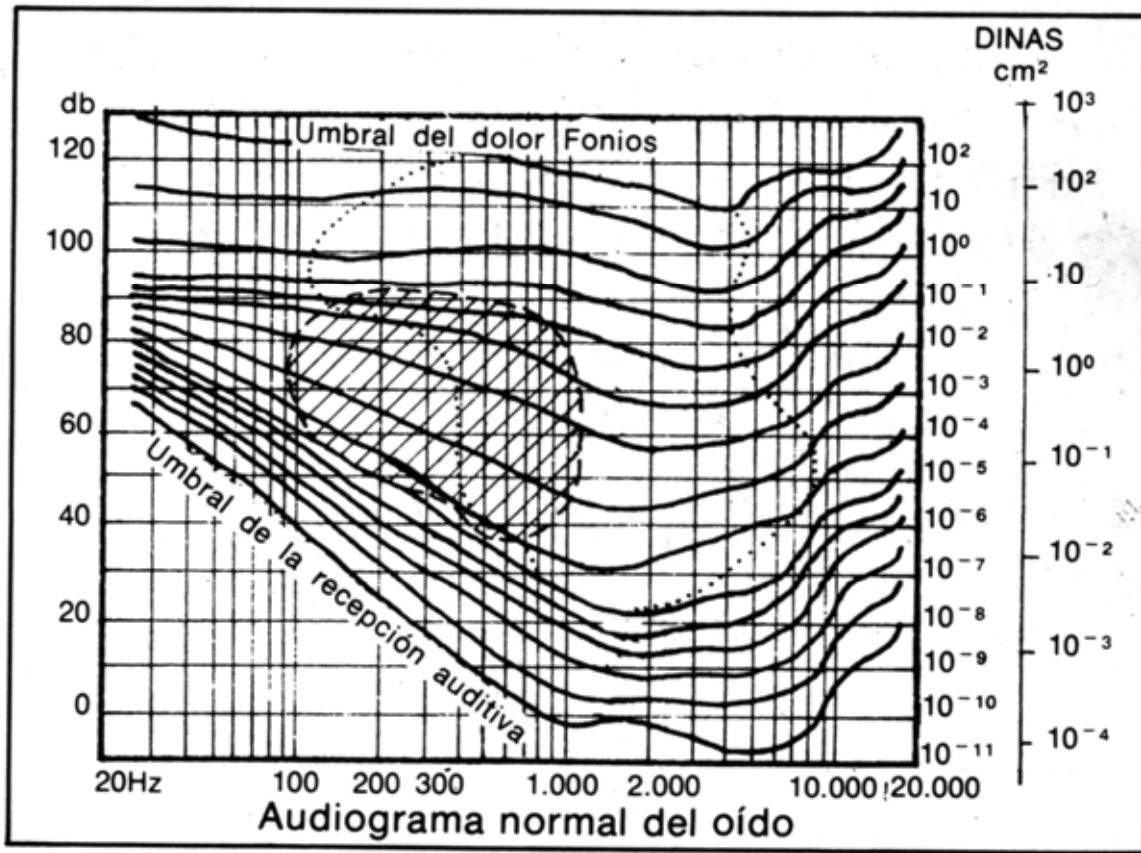
p_r : Presion de referencia (2×10^{-5} Pa)

La razón por la que se utiliza el decibelio es que si no, tendríamos que estar manejando números o muy pequeños o excesivamente grandes, llenos de ceros, con lo que la posibilidad de error seria muy grande al hacer cálculos (tabla 1).

FUENTE SONORA	NIVEL DE PRESIÓN SONORA SPL (dB)	VALORACIÓN SUBJETIVA DEL NIVEL
Despegue avión (a 60 m)	120	Muy elevado
Edificio en construcción	110	
Martillo neumático	100	
Camión pesado (a 15 m)	90	Elevado
Calle (ciudad)	80	
Interior automóvil	70	
Conversación normal (a 1 m)	60	Moderado
Oficina, aula	50	
Sala de estar	40	
Dormitorio (noche)	30	Bajo
Estudio de radiodifusión	20	

Tabla 1: Niveles de presión sonora para sonidos y ruidos típicos (fuente 2)

Además también hay que tener en cuenta que el comportamiento del oído humano esta mas cerca de una función logarítmica que de una lineal, ya que no percibe la misma variación de nivel en las diferentes escalas de nivel, ni en las diferentes bandas de frecuencias (figura 6).



La zona de este audiograma normal, comprendida entre estas dos curvas límites, constituye el área de audición y la zona interna rayada en la figura corresponde a los sonidos más frecuentes en la conversación corriente.

Figura 6: Audiograma normal (Fuente: 1)

La intensidad de sonido es la cantidad de energía de sonido que pasa por cada cm² de esfera en un segundo, se mide en vatios/cm²

$$I = \frac{\text{Potencia(vatios)}}{4 \times \pi \times d^2}$$

Intensidad de sonido (I) a una distancia (d) de la fuente sonora, valido solo para ondas directas.

Si alguna de estas características (frecuencia o intensidad) se altera durante la producción de un sonido, entonces, vamos a obtener sonidos variables en tono o en intensidad como se muestra en la figura 7

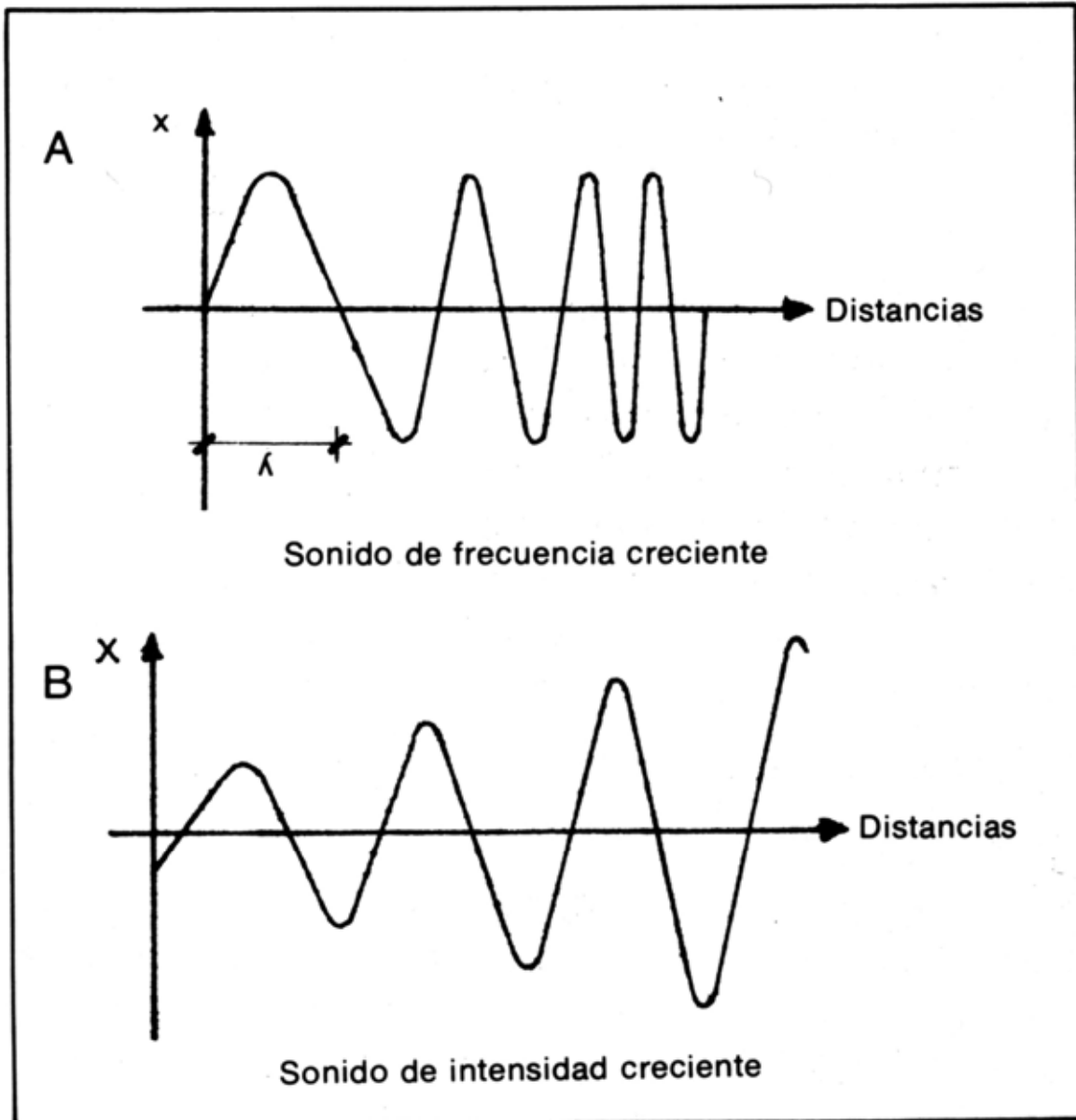


Figura 7: Sonidos de frecuencia e intensidad creciente (fuente 1)

Los sonidos que hemos representado hasta ahora son tonos puros o armónicos, es decir, sonidos compuestos por una sola frecuencia, pero la gran mayoría de sonidos que escuchamos a diario, son una combinación de varias frecuencias de sonidos, es decir, sonidos compuestos. Para facilitar la comprensión de estos sonidos podemos hacer un espectro de frecuencia, que es una representación gráfica de la frecuencia y la intensidad del sonido. (figura 8)

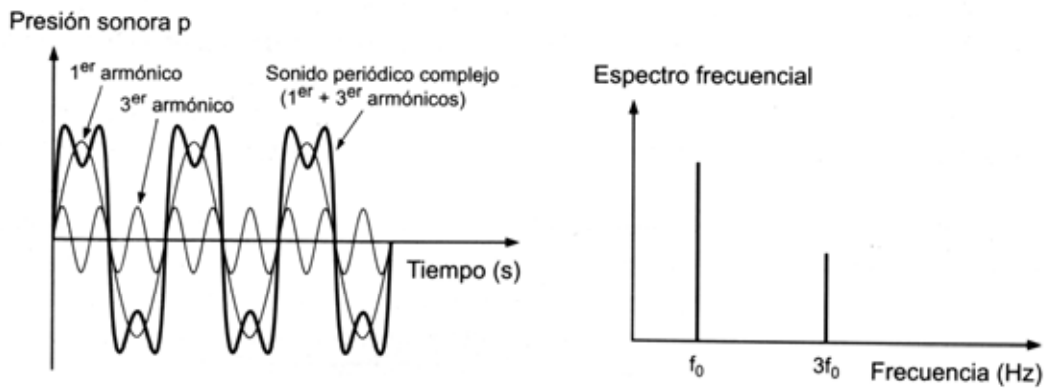


Figura 8: Sonido compuesto por dos armónicos de distinta frecuencia e intensidad (fuente 2)

El ruido a diferencia del sonido compuesto en una combinación aleatoria de frecuencias e intensidades que resulta desagradable para la audición. (figura 9)

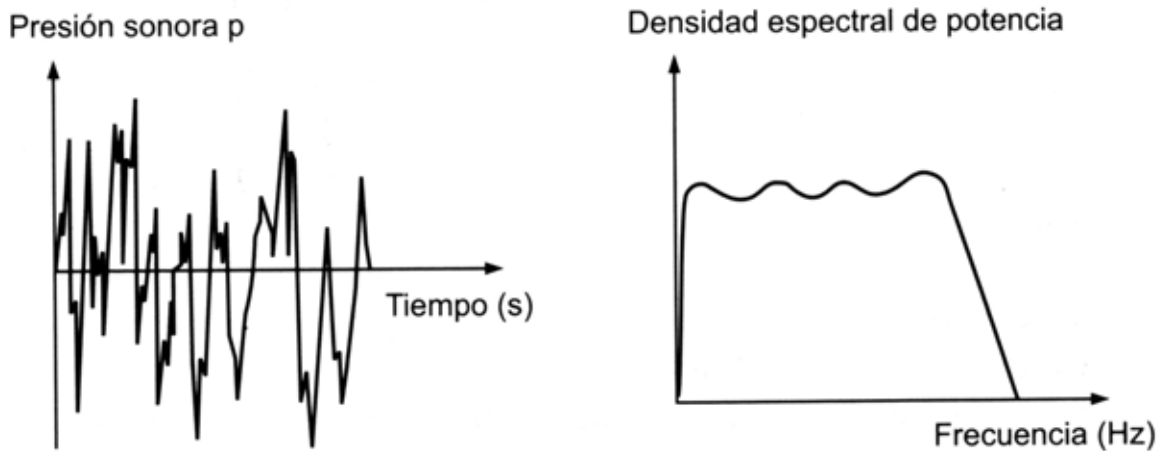


Figura 9: Representación grafica y espectro frecuencial de un ruido (fuente 2)

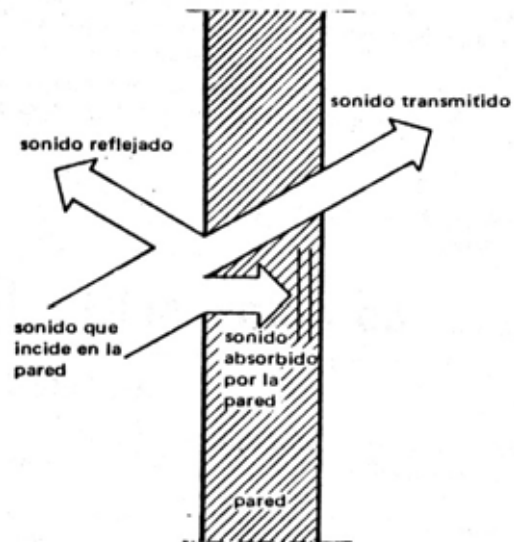


Figura 10: Comportamiento del Sonido (fuente 3)

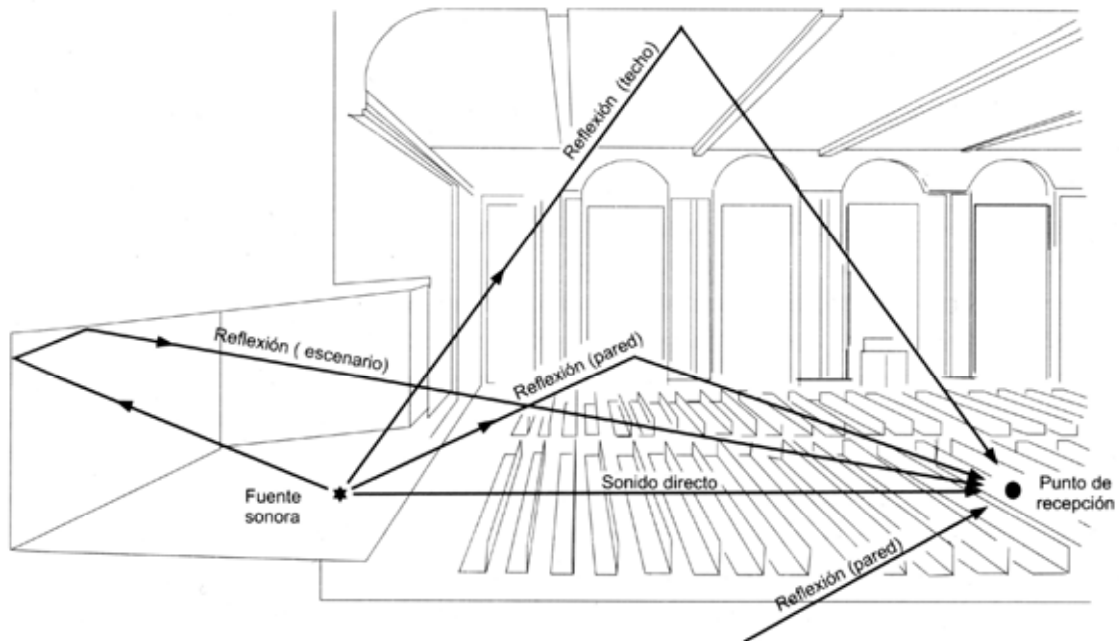


Figura 11: Ejemplo de llegada a un receptor de las primeras reflexiones de un sonido (fuente 2)

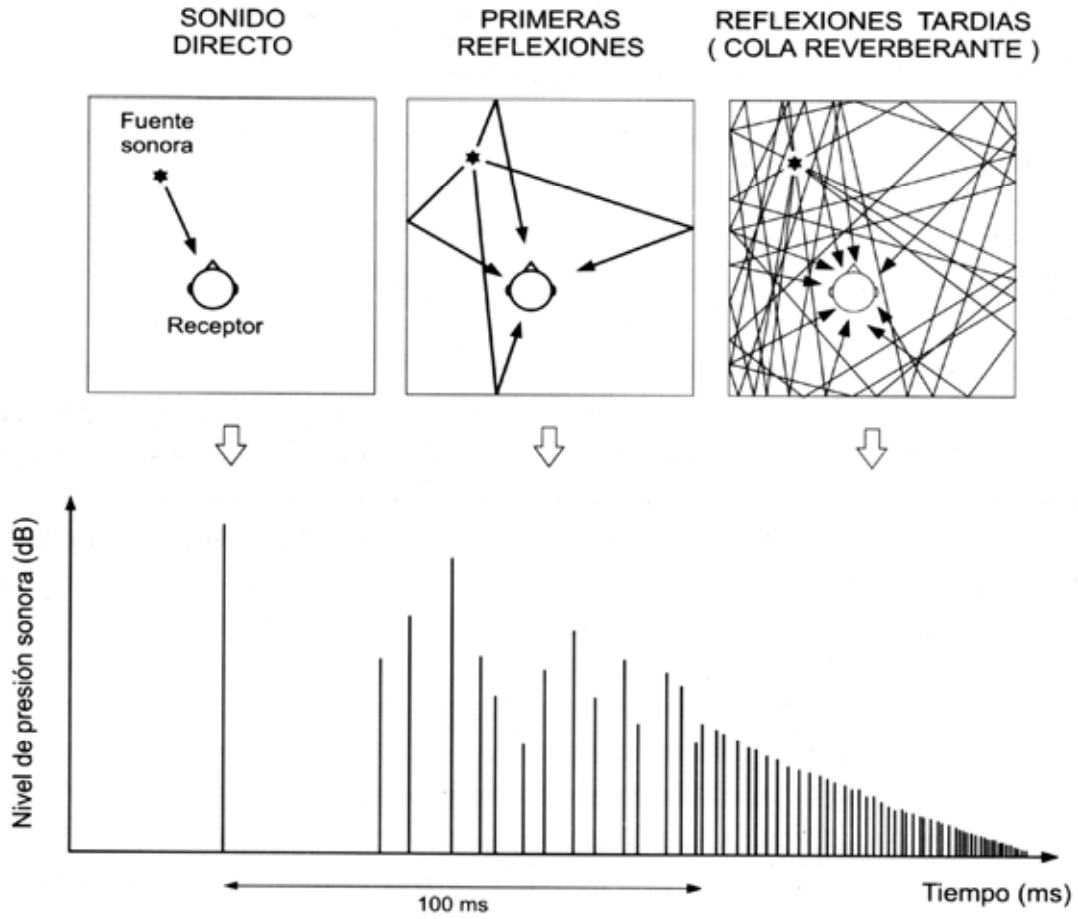


Figura 12: Ecograma asociado a un receptor con indicación del sonido directo, las primeras reflexiones y la cola reverberante (fuente 2)

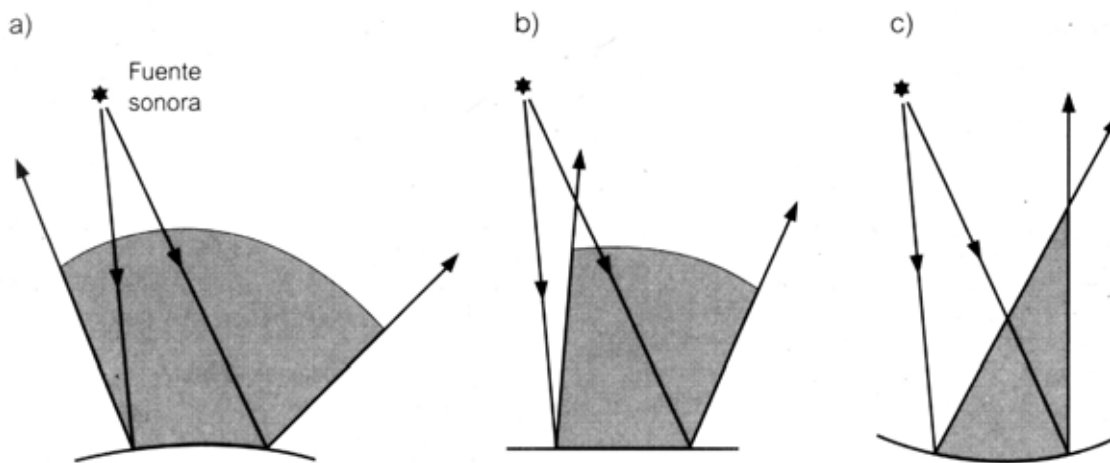


Figura 13: Zonas de reflexión de sonidos en diferentes superficies: (fuente 2)
 a) Superficie Convexa; b) Superficie Plana; c) Superficie Cóncava

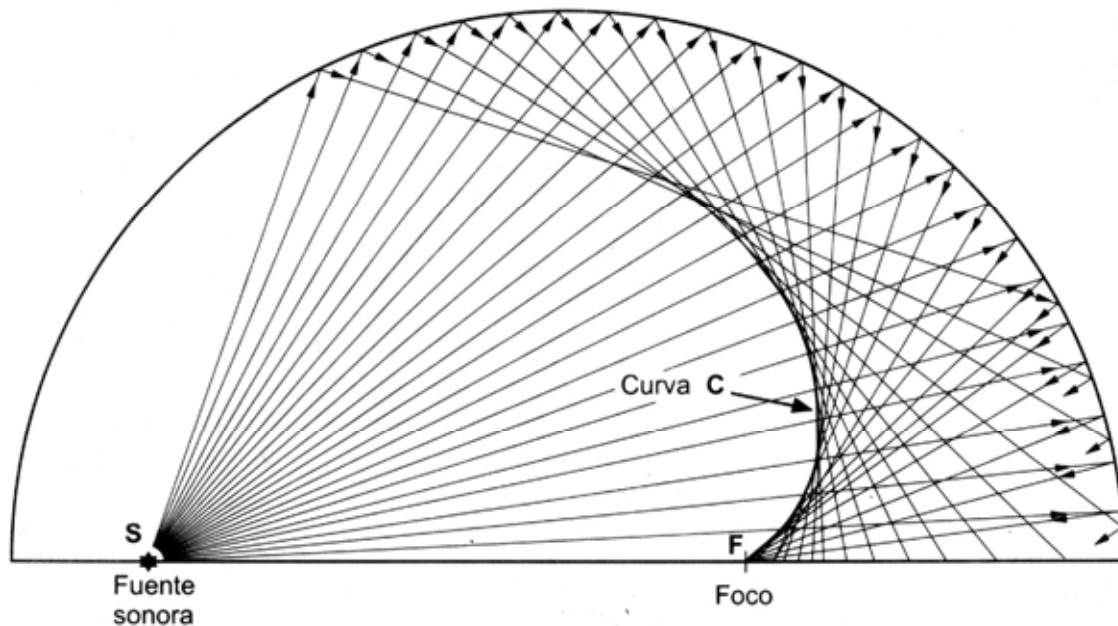


Figura 14: Focalización del sonido en una sala de forma semiesférica (fuente 2)

Bibliografía

1. ARIZMENDI, Luis Jesús: Tratado fundamental de acústica en los edificios.
2. CARRIÓN ISBERT, Antonio: Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos.
3. EDITORES TÉCNICOS ASOCIADOS: Enciclopedia de la Construcción.