

UT05. Acústica de salas

UT05. Acústica de salas



Materiales formativos de FP en línea, propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional

[Aviso legal](#)

1. Características acústicas de las salas

Se estudiará que el sonido, en el interior de las salas, tiene unas características diferentes a las que tendría en campo abierto, y que dependen sobre todo de la sala. En las reuniones y fiestas, hay que hablar más alto porque hay muchas fuentes de sonido, y el sonido rebota innumerables veces en las paredes del recinto potenciando su intensidad, y si en el teatro se escucha muy bien en el «gallinero» es porque se han colocado unos paneles para que el sonido rebote en ellos y llegue hasta allí.



1.1 Límites de la sala

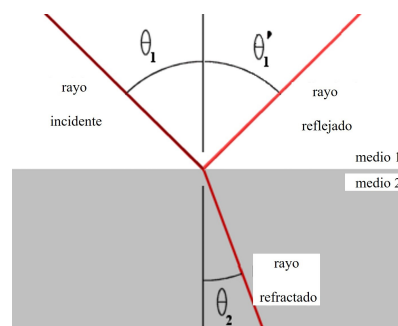
En el interior de una habitación cualquiera hay una fuente de sonido. Esta fuente puede ser un instrumento musical, un reproductor de música, una radio, una televisión, o una voz. Cuando funciona la fuente de sonido, emitirá ondas sonoras en el interior de la habitación. Desde la fuente, las ondas se propagarán por la habitación, como se ha visto que lo hacen las ondas sonoras. ¿Qué sucederá cuando la onda llegue al límite de la habitación?

El límite de la habitación serán las paredes, el techo y el suelo. Cuando la onda llega a estos límites sucederán dos cosas:

- Por un lado, la onda, al chocar con el límite de la pared, el suelo o el techo, volverá a la habitación, y se seguirá propagando por la misma, cumpliendo las leyes de la reflexión.
- Por otra parte, la onda hará vibrar las partículas de la pared, y en esto se quedará una fracción de la energía que llegó a la pared. Se dice, de esta parte de la onda, que ha sido absorbida por la pared.

Esta parte absorbida por la pared puede tener tres destinos:

- Una parte, vuelve a la habitación formando parte de la onda sonora reflejada. El total de la onda reflejada se ve disminuido en la cantidad que el límite de la habitación absorbe.
- Otra parte, se disipa en la pared, en forma de calor, ya que al vibrar las partículas de la pared, rozan unas con otras.
- El resto de la onda sonora, atraviesa el grosor de la pared, cumpliendo las leyes de la refracción, y, en el límite opuesto, hará vibrar las moléculas de aire que rodean la pared por el otro lado, siendo de nuevo refractada, y convirtiéndose, de esta manera, en una fuente de sonido al otro lado del límite, esta parte de la energía se denomina energía transmitida.



De esta forma, lo que inicialmente fue una única fuente de sonido en la habitación se convierte en

innumerables fuentes ya que cada punto de los límites de la habitación donde llegue la onda sonora se convertirá en un nuevo foco sonoro.

La intensidad de sonido que llega al límite de la habitación es la [intensidad incidente](#), I_i . A la parte de la energía sonora reflejada, [intensidad reflejada](#), I_r , y a la parte absorbida por el límite, [intensidad absorbida](#), I_a . Además, de la parte absorbida, una parte se disipa en forma de calor, [intensidad disipada](#), I_d , y la otra es transmitida al otro lado, [intensidad transmitida](#), I_t . De forma que se tiene que cumplir la siguiente igualdad:

$$I_i = I_r + I_a = I_r + I_d + I_t \quad (5.1)$$

Ahora se divide toda la ecuación 5.1 por la intensidad incidente, I_i , y queda:

$$1 = r + \alpha = r + d + t \quad (5.2)$$

donde:

- r : es el coeficiente de reflexión. Es el tanto por uno de la energía que es reflejada por el límite.
- d : es el coeficiente de disipación. Es el tanto por uno de la energía que es disipada en forma de calor.
- t : es el coeficiente de transmisión. Es el tanto por uno de la energía transmitida por el límite.
- α : es el coeficiente de absorción. Es la suma de los coeficientes de transmisión y disipación, está tabulado.

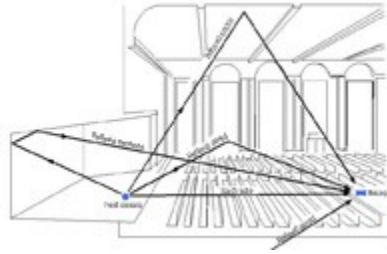
Para saber más

Aquí se puede consultar una tabla, no exhaustiva, de los coeficientes de absorción de algunos materiales, para diferentes frecuencias.

[Tabla de coeficientes de absorción](#)

1.2 Campo sonoro

En el apartado anterior se ha estudiado cómo, lo que inicialmente era una única fuente de sonido, en el interior de una habitación o sala, se convierte en infinitud de fuentes, debido a que en cada punto en el que la onda sonora choca con los límites de la misma se convierte en una nueva fuente de sonido.



Se define el [campo sonoro](#) como el valor de la presión sonora en cada punto del espacio. De esta manera, mientras que en campo libre el sonido parte de la fuente y va disminuyendo su intensidad hasta desaparecer, en las salas no sucede esto, y podemos diferenciar dos zonas:

1. Campo sonoro próximo: es la zona que contiene el sonido emitido por la fuente de sonido y que no ha chocado contra ninguno de los límites de la sala, al igual que en el campo libre su intensidad disminuye con la distancia. En esta zona podemos calcular el valor del nivel de presión acústica, L_p , mediante la siguiente ecuación:

$$L_P = L_W + 10 \cdot \log\left(\frac{d}{4 \cdot \pi \cdot r^2}\right) \quad (5.3)$$

donde:

- L_W , es el nivel de potencia de la fuente sonora, en decibelio.
- d , es el [factor de directividad](#) de la fuente, es el cociente entre la intensidad sonora de la fuente en una determinada dirección, dividido por la intensidad de una fuente isótropa, es decir que emite la misma energía en todas las direcciones del espacio.
- r , es la distancia a la fuente, en metro.

2. Campo sonoro lejano: también conocido como reverberante, es la zona que incluye el sonido tras su primera reflexión y todas las demás. En esta zona, el sonido es el resultado de la multitud de reflexiones

que sufre el sonido en el interior de la sala. El sonido, por tanto, procede de todas las direcciones del espacio y en cualquier parte de este campo el nivel de presión sonora es uniforme. Esto permite explicar la mayor sonoridad de las salas ya que refuerza al campo sonoro próximo. Se puede calcular el nivel de presión sonora mediante la ecuación:

$$L_P = L_W + 10 \cdot \log \left(\frac{d}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{\sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot S_i)} - \frac{4}{\sum_{i=1}^n (S_i)} \right) \quad (5.4)$$

donde:

- S_i , es la superficie de cada material absorbente de la sala, en metro cuadrado.
- α_i , es el coeficiente de absorción de cada material.

Analizando la ecuación 5.4, se puede observar que, a cierta distancia de la fuente, la contribución del campo directo se iguala con la del campo reverberante, a esa distancia se la conoce como [radio sonoro](#):

$$R = \sqrt{\frac{d \cdot \sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot S_i) \cdot \sum_{i=1}^n S_i}{16 \cdot \pi \cdot \left(\sum_{i=1}^n S_i - \sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot S_i) \right)}} \quad (5.5)$$

Autoevaluación

A la distancia de la fuente denominada radio sonoro:

- El valor del campo sonoro próximo es mayor que el valor del campo sonoro lejano.
- El valor del campo sonoro próximo se iguala al valor del campo sonoro lejano.
- El valor del campo sonoro próximo es menor que el valor del campo sonoro lejano.
- El valor del campo sonoro próximo se anula.

No. Debe volver a leer el apartado.

Sí. En efecto, esta es la definición de radio sonoro.

No. Se ha equivocado, esta no es la respuesta correcta.

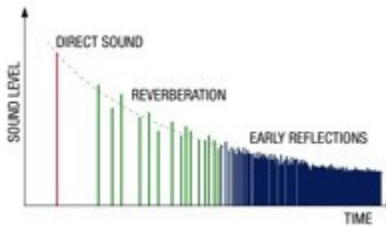
No. El campo sonoro próximo no se anula a la distancia del radio sonoro.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

1.3 Reverberación

En campo abierto, la energía sonora va disminuyendo, a medida que nos alejamos de la fuente, hasta desaparecer. Sin embargo, en el interior de las salas esto no sucede y el sonido permanece en el interior de la sala sufriendo múltiples reflexiones reforzando la energía sonora procedente de la fuente.



Así, se denomina [reverberación](#) a la persistencia, en un punto determinado de la sala, de la energía sonora debido a las múltiples reflexiones que sufre. El [tiempo de reverberación](#) es el tiempo que tarda un sonido, emitido en el interior de la sala, en reducir su nivel de intensidad 60 dB, una vez que la fuente sonora ha dejado de emitir. Este tiempo va a depender de las características de la sala como superficies de absorción presentes, volumen, temperatura... y de las características de la energía sonora emitida, como la potencia sonora, y la frecuencia.

Este tiempo se puede calcular utilizando la fórmula propuesta por [Wallace Clement Sabine](#):

$$T_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{S_T \cdot \alpha} \quad (5.6)$$

donde:

- V es el volumen de la sala, en metro cúbico.
- S_T es la superficie total de la sala que está expuesta a la energía sonora, en metro cuadrado.
- α , es el coeficiente de absorción del material que recubre la sala.

La fórmula de Sabine, 5.6, se utiliza cuando en el interior de la sala hay un único tipo de superficie absorbente, y su coeficiente de absorción es menor que 0,2 Sabine.

Si en la sala hay más de una superficie, con diferentes coeficientes de absorción, o alguno de estos es mayor que 0,2, entonces se utiliza, para calcular el tiempo de reverberación, la modificación propuesta por G. Millington y W. H. Sette durante los primeros años 30' del siglo XX:

$$T_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{-\sum_{i=1}^n s_i \cdot \ln(1 - \alpha_i)} \quad (5.7)$$

donde, S_i es cada una de las superficies del interior de la sala que tiene un coeficiente de absorción α_i .

Las salas se utilizan para diferentes finalidades, para dar conferencias, o clases, para escuchar música... para cada una de estas el tiempo de reverberación óptimo será diferente. Así, si se quisiera una sala donde se perciban con claridad las palabras interesa que el tiempo de reverberación sea muy corto, para permitir que los sonidos del habla no se vean enmascarados por las palabras emitidas con anterioridad. Sin embargo, si lo que interesa es que la sala se dedique a la ejecución de piezas musicales, entonces conviene que el tiempo de reverberación sea algo mayor. Esto permite la persistencia de las notas más tiempo en la sala, lo que permite unir unos sonidos con otros, dando una sensación de espacialidad y permite que las pequeñas imperfecciones en la ejecución de los instrumentos, por parte de los maestros, queden enmascaradas.

Para saber más

El tiempo de reverberación es una función del tamaño de la sala como se puede deducir de las ecuaciones 5.6 y 5.7, aquí tiene una representación de esta dependencia.

[Tiempo de reverberación](#)

1.4 Eco

El eco es la repetición única del sonido cuando entre el sonido incidente y el reflejado hay un intervalo de tiempo de al menos 100 ms. Ya se ha estudiado que cuando el intervalo de tiempo en la llegada de dos sonidos es menor de 40 ms estos se integran como si fueran un solo sonido, es lo que se denomina efecto Hass.

El sonido sale de la fuente sonora y llega a un obstáculo donde se refleja y vuelve al emisor. Podemos calcular el tiempo que tardará en escucharse el eco según la siguiente ecuación:

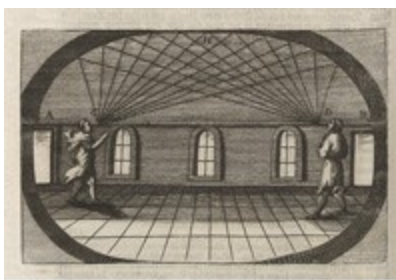
$$t = \frac{2 \cdot d}{v_s} \quad (5.8)$$

donde:

- d es la distancia entre el obstáculo en el que rebota el sonido y la fuente de sonido, en metro.
- v_s , la velocidad del sonido, en las condiciones ambientales de la sala, en metro por segundo.

De la definición y de la ecuación 5.8 se puede deducir que, para poder escuchar el eco, hace falta que, entre la fuente de sonido y el obstáculo haya al menos 17 m, cuando la temperatura del aire es de 14,5 °C.

Si la fuente se encuentra entre dos superficies paralelas y con la distancia suficiente el eco se puede convertir en repetitivo ya que el sonido se reflejará sucesivamente en ambas superficies una y otra vez.



Para saber más

Los mayas construyeron pirámides en las que los ecos producían efectos curiosos.

[El eco en la arquitectura maya](#)

Autoevaluación

¿Cuál es la distancia mínima a la que se debe encontrar el obstáculo de la fuente para que se produzca eco?

- 100 m.
- 40 m.
- 34 m.
- 17 m.

No. Relea el párrafo.

No. Ha confundido las unidades.

No, esta no es la respuesta correcta.

Sí. Esta es la distancia mínima que tiene que haber para que se produzca el eco.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

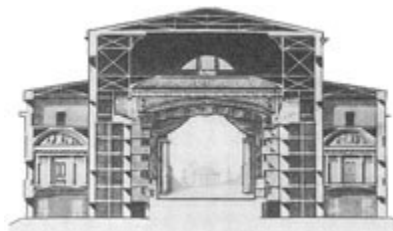
1.5 Resonancia

Los materiales de los que está construida la sala pueden ser excitados, por una fuente sonora que se encuentre en su interior, con lo que empezará a vibrar según sus modos normales. Se pueden calcular los modos normales de vibración de la sala según la siguiente ecuación:

$$v = \frac{V_s}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{n_x}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{L_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{L_z}\right)^2} \quad (5.9)$$

donde:

- v_s es la velocidad del sonido en el interior de la sala, en metro por segundo.
- n_x , n_y y n_z son números naturales, para cada uno de los ejes de la sala.
- L_x , L_y y L_z es la dimensión, en metro, de cada uno de los ejes de la sala.



Cuando dos de los números enteros son cero se describen los [modos de vibración axiales](#), que son paralelos a cada uno de los ejes de la sala, además son los responsables de los ecos. Como son paralelos a los ejes de la sala la distancia recorrida por estas ondas es la menor posible y las que sufren un menor número de reflexiones, por lo tanto son las que más tardan en desaparecer de la sala.

Cuando sólo uno de los números enteros es igual a cero la ecuación indica los [modos de vibración tangenciales](#), que son paralelos a los planos ortogonales de la sala. En este caso la distancia recorrida es mayor, y también sufren un mayor número de reflexiones, y permanecen en la sala un tiempo menor que los axiales.

Por último cuando ninguno de los números enteros es igual a cero tenemos los [modos de vibración oblicuos](#), en este caso las reflexiones se producen sobre las seis caras del paralelepípedo que forma la sala. En este caso recorren la mayor distancia de todos los modos naturales, y también son las que mayor número de reflexiones sufren por lo que se absorben mucho antes y por lo tanto permanecen un tiempo

menor en el interior de la sala.

Los modos naturales de vibración de la sala provocan una amplificación natural de estas frecuencias y además en estas frecuencias el tiempo de reverberación se encuentra aumentado. Lo que interesa es que los modos naturales de vibración de la sala se encuentren uniformemente repartidos a lo largo del espectro sonoro. Pero en la mayoría de los casos no es así por lo que habrá que tomar alguna medida como por ejemplo hacer que la sala no tenga límites paralelos, o poner materiales que absorban aquellas frecuencias que puedan ser molestas,...

Reflexiona

Las frecuencias de los modos normales de vibración de la sala, ¿serán las mismas en verano que en invierno?

Autoevaluación

Aquellas frecuencias de resonancia que tienen un recorrido mayor en el interior de la sala, que sufren un mayor número de reflexiones y que son las primeras en desaparecer pertenecen a:

- Los modos de vibración axiales.
- Los modos de vibración tangenciales.
- Los modos de vibración oblicuos.
- Los modos de vibración alternos.

No. Estos son los modos que más tiempo permanecen en la sala.

No. Estos son los modos de vibración paralelos a los planos ortogonales de la sala.

Sí. Los modos de vibración oblicuos son los que antes desaparecen porque al tener muchas reflexiones pierden antes la energía al ser absorbida por las paredes.

No, esta no es la respuesta correcta.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

2. Salas audiométricas

En este apartado se estudiarán cuáles son los tipos y las características de las salas audiométricas, y la normativa a la que se encuentran sometidas.

2.1 Tipos

Las propiedades acústicas de una sala, como se ha estado viendo, van a depender:

- i) De las características de los materiales de construcción utilizados, y de aquellos utilizados en su decoración, ya que cada uno tendrá un coeficiente de absorción característico.
- ii) Del volumen de la sala y de las dimensiones de las paredes que forman el perímetro de la misma.
- iii) De las características del sonido emitido en el interior de la sala, tanto sus frecuencias, como su intensidad, y el tiempo de duración.
- iv) De las características de los receptores sonoros (micrófonos) y fuentes secundarias (altavoces) que se utilicen en la misma.
- v) De las características físico–fisiológicas de la audición.

Con todo esto, las salas se pueden clasificar en:

Anecoicas

En las [salas anecoicas](#) el tiempo de reverberación tiene que ser lo más cercano a cero que se pueda, para lo cual el diseño de la misma tiene que minimizar todo lo posible las reflexiones que se puedan producir en su interior. Esto se evita recubriendo todas las superficies de materiales con coeficientes de absorción lo más altos posible para el mayor número de frecuencias.

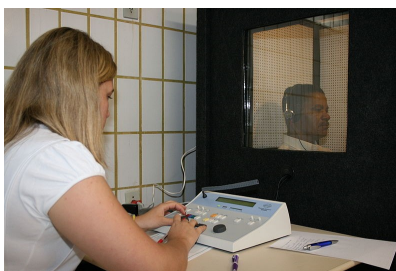


Además estas salas deben estar aisladas tanto del ruido externo como de las vibraciones por lo que suelen tener doble pared y utilizar sistemas amortiguadores para minimizar la transmisión de las vibraciones. Los conductos tanto eléctricos como de ventilación deben estar debidamente acondicionados para evitar que por estos orificios penetre ninguna vibración ni sonido.

Una variante de las salas anecoicas son las [salas semianecoicas](#) en las que el tiempo de reverberación es algo mayor, pero no tienen unas especificaciones tan exigentes como las salas anecoicas.

Sonoamortiguadas

A las [salas sonoamortiguadas](#) se les ha realizado un tratamiento para, por un lado, aislar los sonidos del exterior y, por otro, reducir el tiempo de reverberación en el interior de la sala. En general, se trata de cabinas prefabricadas que se sitúan en una habitación del gabinete audiológico, lejos de sistemas que generen ruido como la entrada, los ascensores, la caldera, los sistemas de refrigeración...



Habitualmente se utilizan estas salas para realizar medidas audiométricas, por lo que es necesario que el ruido del exterior de la cabina en la que se encuentra la persona a la que se le está haciendo la audiometría no interfiera en el resultado.

Reverberantes

En las [salas reverberantes](#) el tiempo de reverberación es el más alto que se puede conseguir. Este objetivo se realiza utilizando materiales con coeficientes de absorción muy bajos o nulos y que sean muy reflectores. Este tipo de salas se utilizan para calcular los coeficientes de absorción de los materiales.

[Para saber más](#)

¿Piensa que en una sala anecoica podría escuchar el silencio? Puede que esté equivocado.

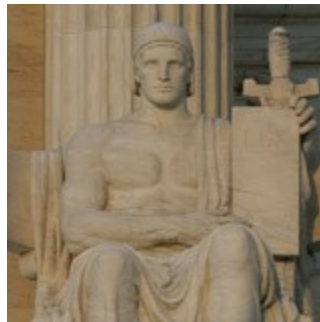
[¿Silencio en las salas anecoicas?](#)

2.2 Normativa

Los [establecimientos de audioprótesis](#) son [establecimientos sanitarios](#) donde se lleva a cabo la [dispensación](#) de [productos sanitarios](#) adaptados individualmente, dirigidos a la corrección de deficiencias auditivas.

En tanto que establecimientos sanitarios, están obligados a solicitar una autorización administrativa previa a su instalación y funcionamiento tal y como lo establece la Ley 14/1986, General de Sanidad (*BOE* 102, 29/04/1986). Además, en cumplimiento de la Ley 16/2003, de cohesión y calidad del Sistema Nacional de Salud (*BOE* 128, 29/05/2003), deberán cumplir con una serie de garantías mínimas de seguridad y calidad que les exigirá la administración autonómica correspondiente al lugar donde quieran establecerse.

Para cumplir con estas dos Leyes, se publicó el Real Decreto 1277/2003, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios (*BOE* 254, 23/10/2003), que establece las bases de procedimiento de autorización de establecimientos sanitarios en las comunidades autónomas.



Por otra parte, el Real Decreto 1591/2009, por el que se regulan los productos sanitarios (*BOE* 268, 06/11/2009), establece que los establecimientos de audioprótesis tienen que contar con el equipamiento necesario para realizar la adaptación individualizada.

Con estos precedentes, cada comunidad autónoma ha publicado, dentro de su ordenamiento jurídico propio, las normas con las condiciones técnico-sanitarias mínimas y los requisitos de funcionamiento que tienen que cumplir estos establecimientos.

En general, los establecimientos de audioprótesis deben tener una sala o [cabina audiométrica](#) que permita

la realización de los exámenes necesarios para la adaptación audioprotésica. Estas salas, o cabinas, deben tener un nivel de ruido inferior a 40 dB(A). Además, en el caso de que se lleve a cabo la adaptación infantil deben estar acondicionadas en función de la edad de los niños y permitir la presencia de un familiar en su interior, además del técnico que realice la prueba y un auxiliar..

A continuación se hace un listado de las Comunidades Autónomas que han publicado una norma relacionada con los establecimientos de audioprótesis:

- **Andalucía:** Orden de 2 de marzo de 2011, por la que se aprueba la guía de funcionamiento de los establecimientos sanitarios de audioprótesis. (*BOJA* 57, 22/03/2011).
- **Aragón:** Orden de 25 de mayo de 2006, del Departamento de Salud y Consumo, por la que se regulan las condiciones sanitarias y técnicas de los establecimientos de audioprótesis (*BOA* 64, 07/06/2006).
- **Canarias:** Resolución de 28 de diciembre de 2001, del Director del Servicio Canario de la Salud, por la que se da publicidad al Acuerdo del Pleno del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, en cuanto hace referencia a los requisitos mínimos de estructura y equipamiento que deben cumplir los establecimientos de venta con adaptación de productos audioprotésicos (*BOC* 16, 04/02/2002).
- **Cantabria:** Orden SAN/7/2017, de 28 de febrero, por la que se establecen los requisitos técnico-sanitarios para la autorización de funcionamiento de las ortopedias y los establecimientos de audioprótesis en la Comunidad Autónoma de Cantabria (*BOC* 47, 08/03/2017).
- **Castilla–La Mancha:** Orden de 23 de julio de 2004, de la Consejería de Sanidad, por la que se regulan los requisitos técnico-sanitarios de los establecimientos de audioprótesis (*DOCM* 142, 06/08/2004).
- **Castilla y León:** Orden SAN/1669/2005, de 23 de noviembre, por la que se establecen los requisitos técnicos y condiciones mínimas exigibles a los establecimientos de audioprótesis de la Comunidad de Castilla y León (*BOCyL* 242, 19/12/2005).
- **Cataluña:** Decreto 179/2010, de 23 de noviembre, por el que se establecen los requisitos técnico-sanitarios para la autorización sanitaria de las ortopedias y de los establecimientos de audioprótesis y se regula el procedimiento de autorización (*DOGC* 5764, 26/11/2010).
- **Extremadura:** Orden de 24 de mayo de 2007 por la que se establecen los requisitos técnico-sanitarios exigibles a los establecimientos de audioprótesis de la Comunidad Autónoma de Extremadura (*DOE* 63, de 02/06/2007).
- **Galicia:** Decreto 12/2009, de 8 de enero, por el que se regula la autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios (*DOG* 20, 29/01/2009).

- **Navarra:** Orden Foral 71/2009, de 22 de mayo, de la Consejera de Salud, por la que se establecen los requisitos para las autorizaciones de creación, modificación y funcionamiento de los establecimientos de audioprótesis (*BON* 85, de 10/07/2009).
- **Vascongadas:** Decreto 166/2007, de 2 de octubre, de requisitos de los establecimientos de audioprótesis (*BOPV* 217, 12/11/2007).

Anexo. Licencias de recursos

Licencias de recursos utilizados en la Unidad de Tra

Recurso

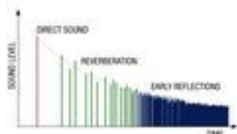
Datos del recurso



Autoría: Pediboi.

Licencia: Creative Commons Attribution 3.0 Unported license.

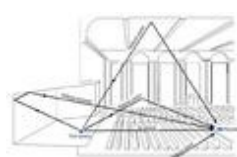
Procedencia: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:HearingExam.jpg>



Autoría: Lee2008

Licencia: Creative Commons Attribution 3.0 Unported license.

Procedencia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acoustic_room_impulse_respor



Autoría: Oscar Martínez

Licencia: Dominio público

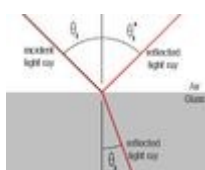
Procedencia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reflexions_recinte.jpg



Autoría: Ellywa

Licencia: Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0 License

Procedencia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anechoic_chamber.jpg



Autoría: RJHall

Licencia: Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Austria license

Procedencia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Example_snells_law.gif

Autoría: Athanasius Kircher & Tobias Nislen



Licencia: Dominio público

Procedencia:

<http://commons.wikimedia.org>

[/wiki/File:Fotothek_df_tg_0008329_Akustik_%5E_Schall_%5E_Reflexion_%5E_Ech](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fotothek_df_tg_0008329_Akustik_%5E_Schall_%5E_Reflexion_%5E_Ech)



Autoría: Bove, Osip Ivanovich

Licencia: Dominio público

Procedencia: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bove2.jpg>



Autoría: dbking

Licencia: Creative Commons Attribution 2.0 Generic license

Procedencia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:%22Authority_of_Law%22_by_

Tema
