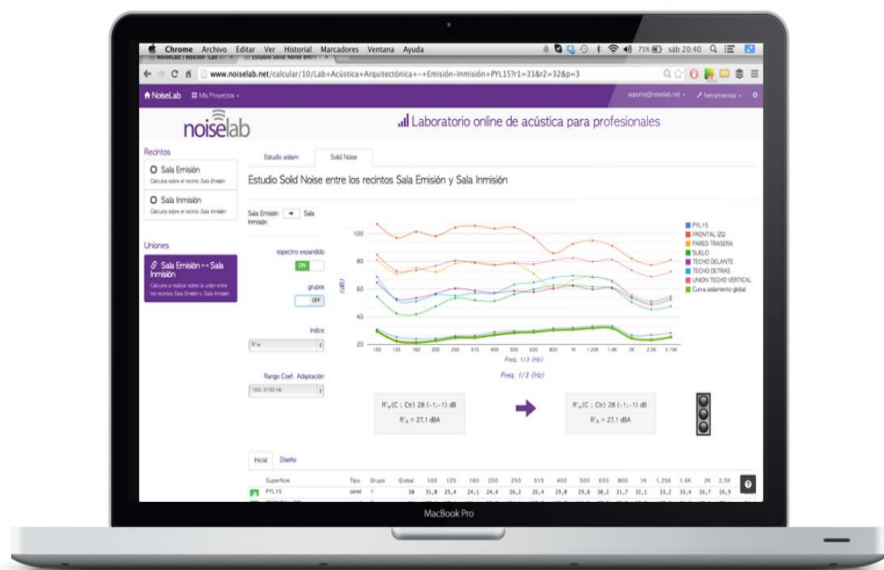
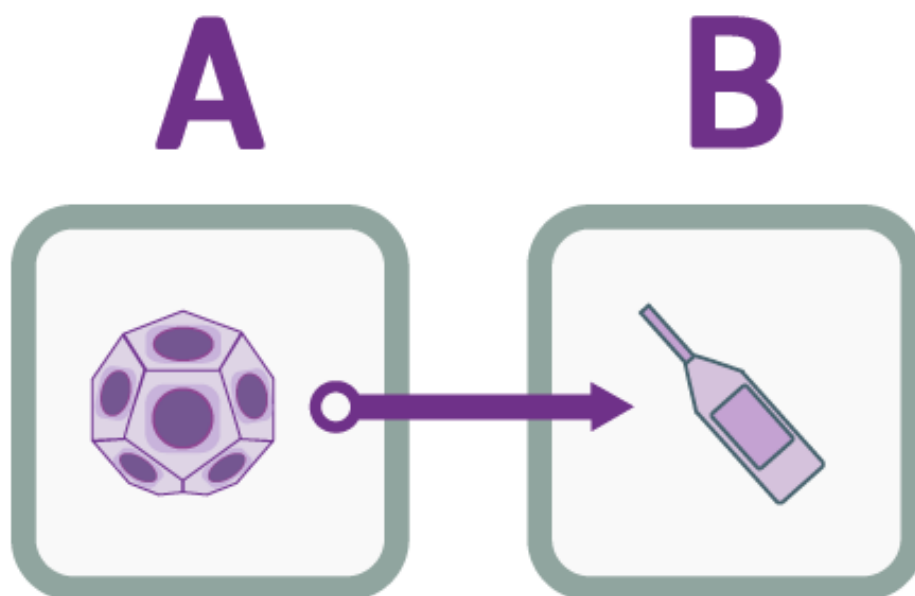


# ANALIZA Y PREDICE EL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE TUS PROYECTOS CON TOTAL PRECISIÓN

*Solid Noise es el método que permite evaluar las superficies peor aisladas y conocer su contribución al aislamiento total medido*



# ¿En qué consiste el método Solid Noise?



1

## Mide el aislamiento acústico según ISO 140-4

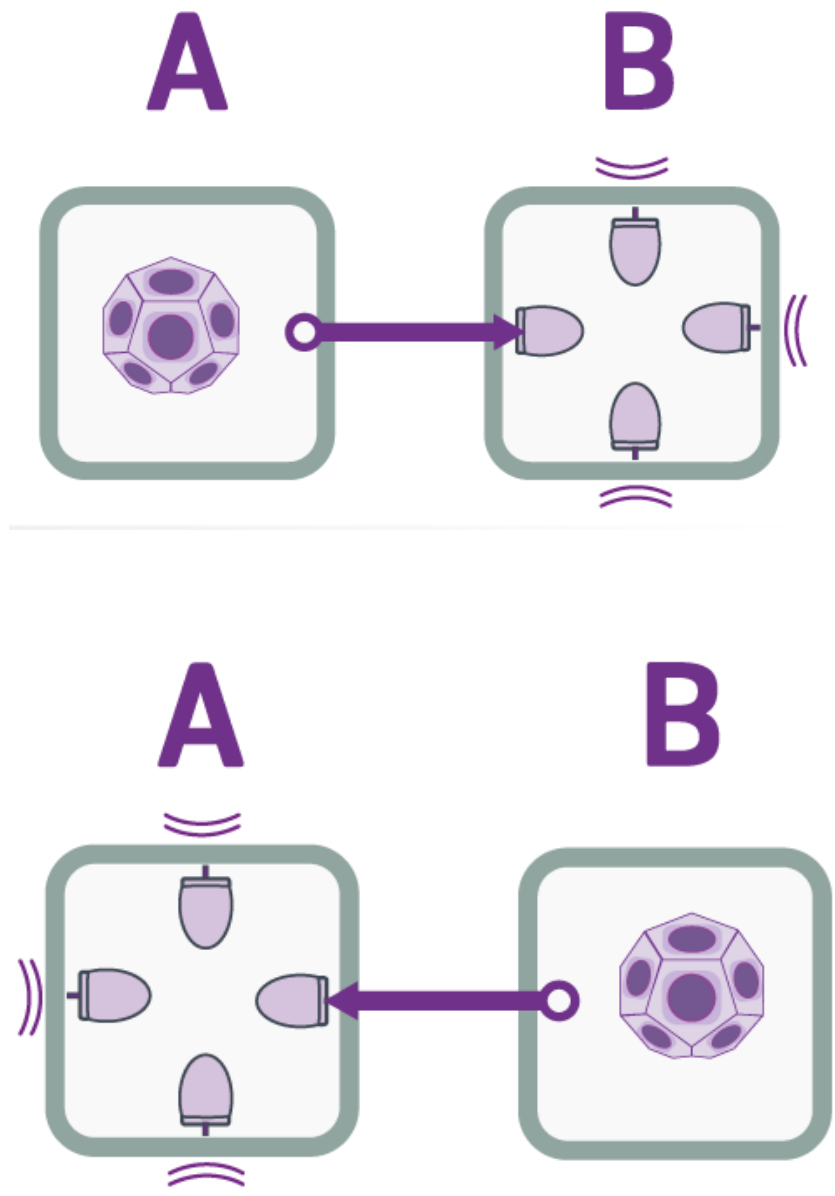
Con tu equipo habitual realiza una medición de aislamiento según normativa ISO 140 entre los recintos de estudio

[http://blog.noiselab.net/wp-content/uploads/2014/04/INFOGRAFIA\\_140-4-Mediciones-aislamiento-ac%C3%BAstico-Noiselab.jpg](http://blog.noiselab.net/wp-content/uploads/2014/04/INFOGRAFIA_140-4-Mediciones-aislamiento-ac%C3%BAstico-Noiselab.jpg)

# 2

## Mide la vibración de las superficies en el recinto receptor

A continuación toma mediciones de aceleración en cada una de las superficies del recinto receptor. Puedes usar acelerómetros o la [sonda Solid Noise](#) para mayor rapidez.





## Mide la vibración de las superficies en el recinto emisor

Con la fuente sonora en el recinto RECEPTOR. Toma mediciones de aceleración en cada una de las superficies del recinto EMISOR

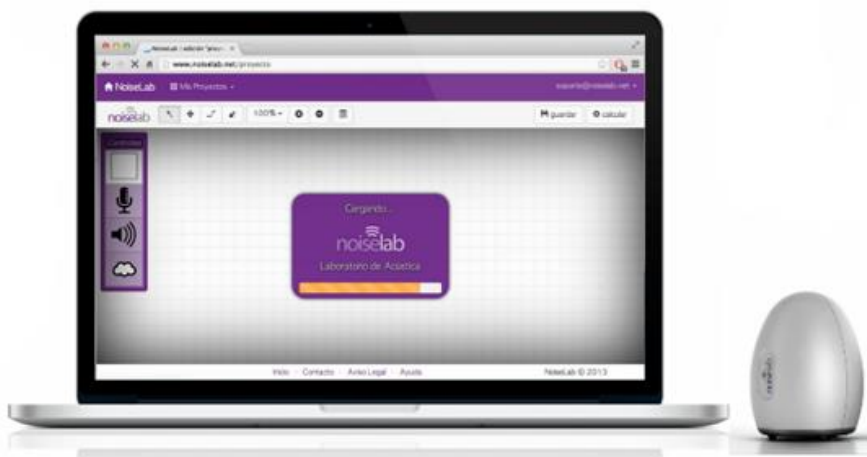


## Importa los resultados a NoiseLab

Exporta las mediciones de tu equipo de medición .Estarás listo para comenzar con los cálculos.

En 4 simples pasos estarás preparado para:

- Entender la contribución individual de cada superficie al aislamiento total
- Visualizar los comportamientos en baja, media y alta frecuencia de cada superficie
- Conocer el aislamiento de columnas



# PREDICE EL AISLAMIENTO ACÚSTICO CON EXACTITUD

---

Con los datos de la medición cargados en NoiseLab puedes simular la adición de trasdosados, suelos y techos suspendidos a cada una de las superficies medidas



## ANALIZA EL PROYECTO

Carga tus mediciones en NoiseLab y analiza la contribución de cada superficie al aislamiento total medido. Las mediciones con NoiseLab incluyen datos de mediciones sonoras y vibraciones. Podrás saber qué superficies son las que debes tratar para lograr tu objetivo.



## AÑADE SOLUCIONES

La ventaja de NoiseLab frente a otros cálculos predictivos es que trabaja sobre mediciones reales y no sobre estimaciones teóricas. NoiseLab te permite añadir soluciones nuevas (Trasdosados, suelos flotantes o techos suspendidos) y ver cómo mejoran éstas el aislamiento actual.



## CUMPLE TUS OBJETIVOS

Aplica tratamientos exclusivamente donde es necesario. Con NoiseLab podrás ver las mejoras que tus soluciones tendrán sobre el aislamiento total medido. Afina el resultado de tus proyectos como nunca antes.

## El aislamiento acústico y el principio de reciprocidad acústica.

¿Recuerdas los problemas de física del instituto? Para realizar cálculos relacionados con la dinámica de una partícula describiendo trayectorias circulares y parabólicas podíamos echar mano de las ecuaciones de la dinámica clásica o bien utilizar las fórmulas del trabajo y la energía. El primer camino podía llegar a resultar muy tedioso, mientras que el segundo (de mayor dificultad conceptual por no ser intuitivo de forma directa, al menos para mí) generalmente permitía llegar a la solución buscada de forma más sencilla y rápida.



Herman Von Helmholtz



John William Strutt  
Lord Rayleigh

noiselab.net

Algo así sucede al utilizar el principio físico de reciprocidad aplicado al aislamiento acústico. Podemos llegar a resolver de forma más sencilla (aunque por una vía menos intuitiva *a priori*) un problema complejo.

### **Los orígenes de la reciprocidad acústica.**

El principio de reciprocidad es de aplicación en muchos ámbitos de la Física, incluidos los sistemas eléctricos y dinámicos. En su sentido más general, el principio de reciprocidad establece que la respuesta en un determinado punto de un sistema lineal a una perturbación que se aplica en otro punto por un agente externo, es idéntica a la que se producirá si se intercambian las posiciones de entrada y respuesta observada.

En cuanto al campo de la Acústica, fue el filósofo natural alemán Hermann Von Helmholtz el primero que mostró que los campos acústicos exhibían reciprocidad, en un artículo de 1860 acerca del comportamiento acústico de tubos de extremos abiertos. Después, Lord Rayleigh, en 1873, presentó la primera proposición completa del principio general de reciprocidad de sistemas vibratorios en una lectura ante la Sociedad Matemática de Londres. En un desarrollo de crucial importancia para la aplicación práctica del principio de reciprocidad, Rayleigh demostró que el principio podía extenderse a las vibraciones armónicas de todos aquellos sistemas vibraciones no conservativos en los cuales las fuerzas disipativas son linealmente dependientes de las velocidades relativas de los elementos del sistema. Reproduciendo sus propias palabras: *“estamos ahora en disposición de afirmar que la reciprocidad (acústica) no se verá interferida por cualquier número de cuerdas, membranas, horquillas, etc. que puedan estar presentes, incluso cuando estén sujetas a amortiguamiento.”*

Pero no fue hasta 1959 cuando el científico ruso L. M. Lyamshev publicó una prueba formal de la corrección de las afirmaciones de Lord Rayleigh, asentando las bases para las aplicaciones modernas del principio de reciprocidad a problemas vibro-acústicos.

### **¿En qué consiste, en su aplicación al aislamiento acústico?**

Para resolver cuestiones relacionadas con el aislamiento acústico entre recintos nos interesa una aplicación del principio de reciprocidad:

*“Si inducimos una presión sonora en un punto de un sistema (punto A ) que genera una vibración en otro punto del mismo (punto B), sucederá que aplicando la misma presión sonora en el punto B obtendremos exactamente la misma vibración en el punto A.”*

Lo realmente impactante y trascendente para la aplicación de la reciprocidad acústica a casos de aislamiento acústico entre recintos es que, tal y como estableció Lord Rayleigh, esto que acabamos de decir NO requiere que los dos puntos implicados se encuentren dentro de un mismo espacio, sino que sigue sucediendo a pesar de que los puntos estén separados por estructuras diversas, con pérdidas y amortiguamientos.

Es decir, que podemos utilizar los principios de reciprocidad acústica entre recintos separados entre sí, incluso si no son colindantes. (Nosotros mismos hemos realizado mediciones de reciprocidad acústica entre recintos separados por varias plantas entre sí, y comprobado que el principio aplica perfectamente. El límite viene impuesto en estos casos por el ruido de fondo y las capacidades de emisión sonora de las fuentes.)

Este concepto sencillo debe extenderse para encontrar aplicación práctica. En nuestro caso lo que queremos es poder ir más allá de la información que nos proporciona la evaluación del



aislamiento acústico entre dos recintos (según norma UNE:EN ISO 140-4), que nos informa del aislamiento acústico existente entre dichos recintos por frecuencias, pero no por superficies. Es decir, que no podemos disponer de una información empírica y real que nos muestre el balance de transmisiones del sonido entre los recintos por las distintas superficies del recinto emisor.

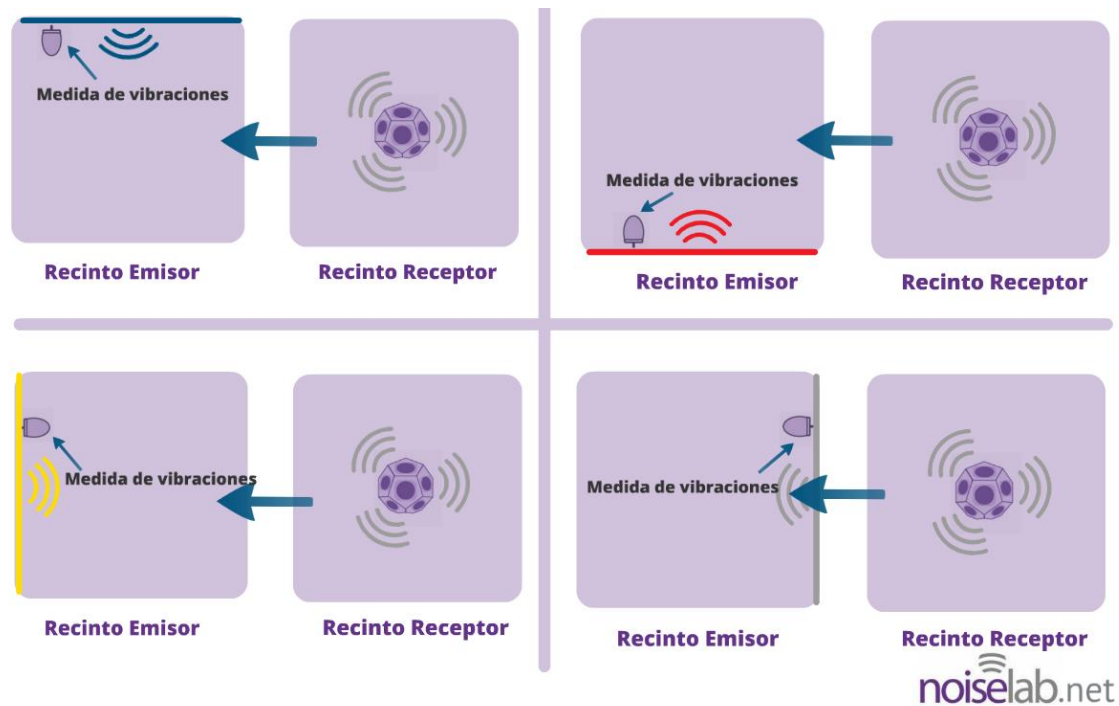


¿Por donde se transmite el sonido de un recinto a otro?

[noiselab.net](http://noiselab.net)

Aquí entra en juego la aplicación práctica de la reciprocidad acústica, mediante la cual vamos a poder responder precisamente a esta pregunta. Veamos cómo.

Imagina que emites ruido aéreo desde el recinto RECEPTOR, y que recoges las mediciones de las vibraciones producidas en las distintas superficies del recinto EMISOR.



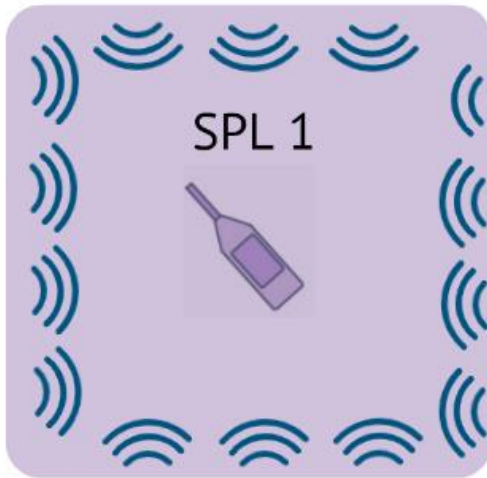
Como establece F. J. Fahy en su artículo “The Vibro-Acoustic Reciprocity Principle and Applications to Noise Control” de 1995, la reciprocidad acústica en aquellos casos en los que el aire es parte del sistema, aplica aceptablemente bien a niveles de presión sonora por debajo de los 130 dB. Lo cual será siempre nuestro caso.

Una vez medidas estas vibraciones, y por reciprocidad acústica, podemos establecer la contribución sobre la presión sonora inducida en el recinto RECEPTOR que se producirá al emitir con la fuente desde el recinto EMISOR, a través de cada una de sus superficies. ¿Y cómo es esto posible?

Trataré de explicarlo paso a paso:

1. Estamos viendo que una presión sonora global generada en el recinto RECEPTOR genera una vibración de todas las superficies del recinto EMISOR, que a su vez inducen una presión sonora en dicho recinto EMISOR.
2. Por reciprocidad acústica, si generamos la misma presión sonora en el recinto EMISOR se producirán vibraciones en todas las superficies del recinto RECEPTOR que acabarán induciendo una presión sonora en dicho recinto RECEPTOR similar al caso anterior.

## SPL 1 $\approx$ SPL2



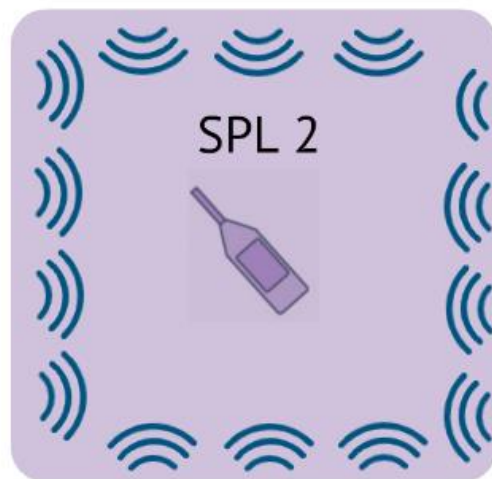
**Recinto Emisor**



**Recinto Receptor**



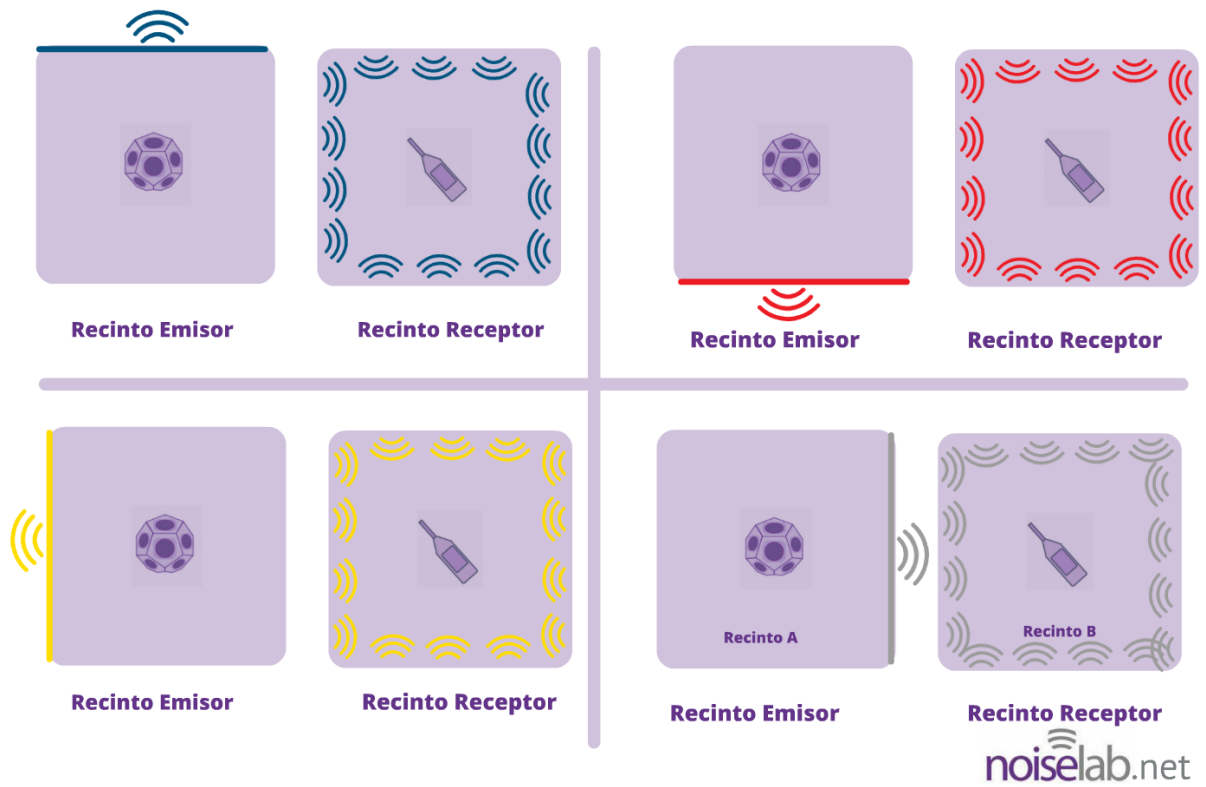
**Recinto Emisor**



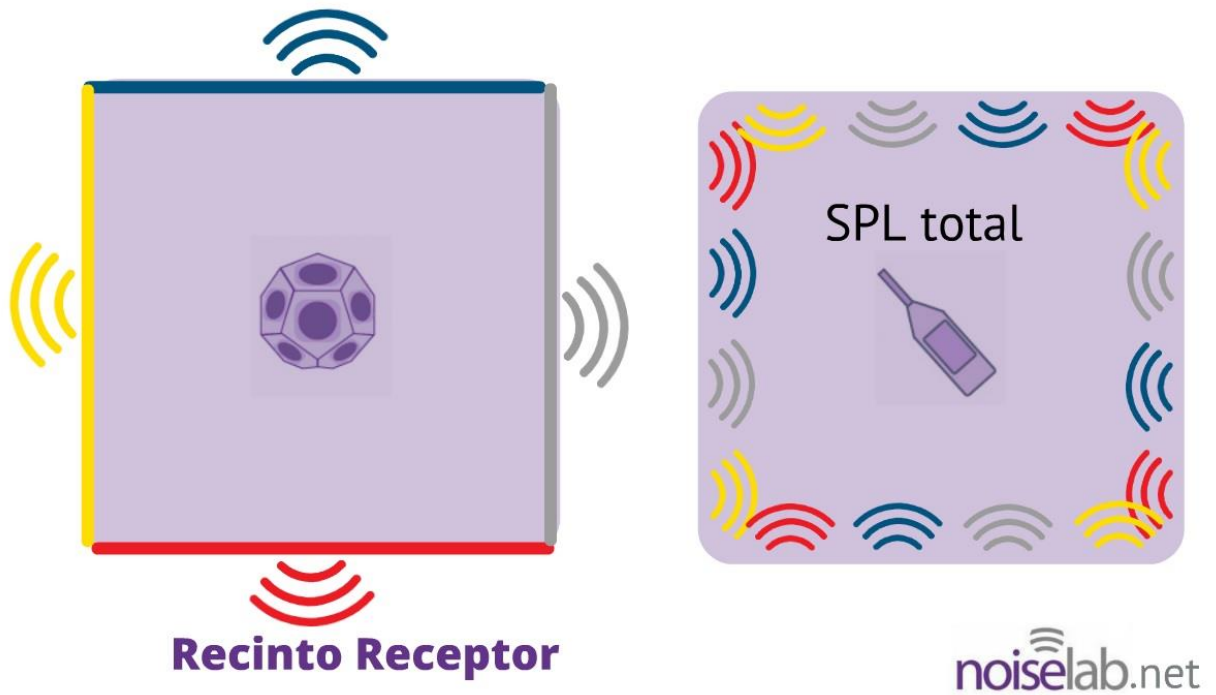
**Recinto Receptor**

noiselab.net

3. Sin embargo al haber medido las vibraciones de cada superficie por separado ahora sí que sabemos cuánto vibra cada superficie del recinto EMISOR para esta situación. Y aquí hay que añadir un detalle importante. Fíjate que nuestro caso es un sistema lineal e invariante en el tiempo, por lo cual aplica el principio de superposición proporcional. Te lo muestro gráficamente:



3. La suma de todas las vibraciones inducidas en el recinto RECEPTOR por razón de las vibraciones generadas en todas las superficies del recinto EMISOR acaban produciendo la presión sonora total de inmisión en dicho recinto RECEPTOR.
- 4.



3. Es decir, sabemos cuanta presión sonora generamos en el EMISOR, cuanta presión sonora recibimos en el RECEPTOR (y hasta aquí lo que permite la medición según norma UNE EN ISO 140-4), y ahora sí, en qué medida se produce esta transmisión por cada una de las superficies del recinto emisor.
4. Además, este análisis se puede realizar sin mayor problema por frecuencias. Habitualmente una medición por tercios de octava será más que suficiente.

Te dejo también con el siguiente vídeo explicativo:

<https://www.youtube.com/watch?v=-BB05apEIk>

### **Y, ¿es así de sencillo?**

Sí y no. Los principios son sencillos, pero cuando vamos a la medición y aplicación práctica real nos encontramos con que las cosas no son tan sencillas como sobre el papel.

Al margen de las dificultades que pueda tener la medición en sí (similares a las asociadas a una medición de aislamiento acústico según norma UNE EN ISO 140-4), habrás comprobado que si mides el aislamiento acústico entre dos recintos en los dos sentidos, habitualmente no obtienes los mismos resultados. Pero, ¿no habíamos dicho que el aislamiento acústico es recíproco?

La respuesta es que sí. Lo es. Pero no es esto lo que medimos con la norma UNE EN ISO 140-4. El aislamiento acústico recíproco no se corresponde directamente con el aislamiento bruto, ni mucho menos con los aislamientos normalizados, estandarizados, o con el índice de reducción sonora ( $D$ ,  $D_n$ ,  $D_nT$ ,  $R'$ ).

Ahora bien, el aislamiento acústico recíproco existe y se puede deducir de forma sencilla en la mayoría de los casos (esto será motivo de otro post). Los ajustes entre el aislamiento recíproco y el que habitualmente evaluamos debe tenerse en cuenta para poder deducir adecuadamente las transmisiones sonoras entre recintos por superficies en aplicación de la reciprocidad acústica.

Por otra parte, efectivamente utilizar la reciprocidad acústica para resolver el problema que estamos planteando resulta infinitamente más sencillo que tratar de llegar a las mismas deducciones en base a planteamientos puramente teóricos.

Se me viene a la cabeza en este sentido el uso de los coeficientes de radiación de los distintos materiales implicados. Este dato apenas carece de interés para dar con resultados fidedignos en campo, si tenemos en cuenta que tiene mucha mayor influencia lo que sucede en el acoplamiento acústico entre los fluidos de los recintos implicados que lo que pueda aportar al resultado real el coeficiente de radiación teórico de los materiales implicados.