

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 202**

21 Número de solicitud: 201431793

51 Int. Cl.:

E01F 8/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

04.12.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.06.2016

Fecha de la concesión:

10.03.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

17.03.2017

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100.0%)
Plaza de Santa Cruz. 8
47002 Valladolid (Valladolid) ES**

72 Inventor/es:

**RUIZ-HERRERO, José Luis;
LÓPEZ GIL, Alberto;
VELASCO NIETO, Daniel y
RODRIGUEZ PÉREZ, Miguel Ángel**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

54 Título: **PANEL ACÚSTICO Y BARRERA ACÚSTICA**

57 Resumen:

Panel acústico y barrera acústica.

La invención se relaciona con un panel acústico que comprende: (i) un módulo interior (3) de mortero u hormigón con granza de plástico con un deflector (4) y una base de apoyo (33) y (ii) un módulo exterior (1) de láminas metálicas perforadas interior (21) y exterior (20) con entrantes (34) y salientes (35) alternos, que presentan superficies que forman un ángulo principal de inclinación (13) con respecto a un plano vertical y los entrantes tienen superficies que forman un ángulo secundario de inclinación (14) con respecto al plano vertical inferior al ángulo principal de inclinación; láminas metálicas laterales (22, 23) y tapas superior (24) e inferior (16), delimitando un espacio relleno de espuma de celda abierta de poliuretano o lana de fibra mineral. La invención se relaciona asimismo con una barrera acústica que comprende dos o más paneles acústicos de la invención y con procedimientos para su fabricación.

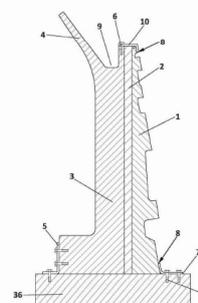


FIG. 3

ES 2 573 202 B1

DESCRIPCIÓN

PANEL ACÚSTICO Y BARRERA ACÚSTICA

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un nuevo panel acústico y a barreras acústicas fabricadas a partir de los mismos para protección frente a la contaminación acústica provocada por ejemplo por el tráfico en general.

10 **Antecedentes de la invención**

Una de las principales causas de contaminación acústica es el tráfico rodado. Sin embargo no es la única. Otras causas posibles son el ferrocarril, la presencia de industria, de aeropuertos, puertos o actividades de ocio. En relación con la primera causa, el impresionante incremento del tráfico rodado en carreteras de entrada a las grandes ciudades, como en vías rápidas de circulación en el interior de las mismas, unido a problemas de planificación urbanística y la falta durante años de una legislación adecuada, han producido, como consecuencia indeseable, altos índices de contaminación acústica.

En muchas zonas, debido a la propia configuración urbanística, no queda otra opción que apantallar las viviendas, o zonas habitadas en general, mediante barreras acústicas. Las barreras o pantallas acústicas suponen una respuesta al nivel de contaminación sonora en zonas urbanas de la periferia sometidas al impacto directo del tráfico.

En Europa existe una dilatada experiencia de más de 30 años en la construcción de este tipo de soluciones para mitigar los ruidos que el tráfico produce. Alemania, Francia, España, Reino Unido, Italia y los países del Benelux poseen miles de kilómetros de pantallas acústicas, respondiendo de este modo a una demanda social en materia de ruidos.

Estas barreras acústicas pueden ser clasificadas en absorbentes y reflectantes. La mayor parte de pantallas acústicas instaladas en carreteras o autopistas son de este segundo tipo, por economía y facilidad constructiva. Sin embargo, estas pantallas tienen el inconveniente de producir múltiples reflexiones teniendo asimismo una pobre capacidad de atenuación. Esta observación es especialmente aplicable en el caso de túneles, donde la ausencia de consideraciones acústicas durante el proyecto, puede provocar notables niveles de ruido reflejado en una configuración de cavidad resonante.

Las pantallas reflectantes están formadas habitualmente por paneles de madera, chapa ondulada, cemento, etc., mientras que las pantallas que se denominan absorbentes pueden estar formadas por paneles de hormigón poroso (baja absorción acústica) materiales celulares de celda abierta, cavidades rellenas de material fibroso acústicamente absorbentes o sistemas de cavidades resonantes.

Las barreras absorbentes, que pueden ser de baja absorción, de absorción media y altamente absorbentes, son aquellas barreras capaces de absorber una porción significativa de la energía acústica incidente, reduciendo el nivel total de ruido en el entorno de las mismas. Esta reducción de ruido en el entorno es una de las características más destacables de las pantallas absorbentes y lo que hace que sean deseables frente a las reflectantes.

Existen numerosas publicaciones científicas que estudian desde diferentes puntos de vista el asunto de la atenuación-redirección de sonido mediante pantallas acústicas incidiendo en diferentes aspectos de los materiales que forman las barreras, en la configuración geométrica de las mismas, en fenómenos de propagación del sonido en presencia de obstáculos, en la caracterización espectral acústica del ambiente en entornos ruidosos sobre lo que se puede llamar el umbral de ruido molesto.

Asimismo se conocen en el estado de la técnica diferentes configuraciones de barrera o pantalla acústica que en su mayor parte son básicamente paneles reflectores con características absorbentes muy limitadas, o paneles absorbentes en los que no se contempla el asunto de la componentes reflejada y la difractada, debido fundamentalmente a lo que pudieran ser motivos económicos y técnicos (es bien conocido que en términos generales los materiales que son buenos reflectantes tienen unas pobres características de absorción).

A la vista de lo expuesto sigue por tanto existiendo la necesidad en el estado de la técnica de proporcionar un panel acústico mejorado.

55 **Resumen de la invención**

La presente invención soluciona el problema anteriormente mencionado proporcionando en un primer aspecto un panel acústico que comprende:

(i) un módulo interior fabricado de mortero u hormigón con granza de plástico, teniendo dicho módulo interior una parte superior y una parte inferior, comprendiendo el módulo interior un deflector en la parte superior, y formando la parte inferior una base de apoyo; y

(ii) un módulo exterior que comprende: una lámina metálica perforada interior vertical, una lámina metálica perforada exterior que presenta entrantes y salientes alternos, donde los salientes tienen superficies que forman un ángulo principal de inclinación con respecto a un plano vertical y los entrantes tienen superficies que forman un ángulo secundario de inclinación con respecto al plano vertical siendo el ángulo secundario de inclinación inferior al ángulo principal de inclinación; comprendiendo el módulo exterior además dos láminas metálicas laterales; una tapa metálica superior de cierre; y una tapa metálica inferior de cierre, delimitando dichas láminas y tapas metálicas un espacio interno que comprende una espuma de celda abierta de poliuretano flexible, lana de fibra mineral o una mezcla de ambos.

5 El panel acústico de la invención logra un excelente apantallamiento acústico mediante la combinación sinérgica de un módulo interior de material compuesto (mortero u hormigón con granalla de plástico) el cual proporciona unas prestaciones acústicas superiores medidas a través del coeficiente de pérdidas por transmisión (TL) y el coeficiente de absorción acústica (α) y un módulo exterior con el que es posible "sintonizar" (para su reducción o eliminación) la parte del espectro de frecuencias más nocivo y molesto en cada caso, estando dicho módulo formado por láminas metálicas perforadas con un relleno de espuma de celda abierta de poliuretano flexible, opcionalmente proveniente del reciclado de colchones o de lana de fibra mineral. Además la presencia del deflector en la parte superior permite el control de la componente difractada.

10 En una realización particular del panel la granza (asimismo llamada granalla en la presente invención) de plástico proviene del reciclado de fundas de cableado eléctrico. De este modo la invención proporciona la ventaja adicional de revalorizar un producto de desecho, dándole una aplicación, lo que evita, que el producto se elimine al medioambiente con el riesgo de contaminación asociado, o que tenga que ser sometido a costosos procesos de recuperación.

15 En otra realización particular la granza de plástico utilizada en el panel está presente en una cantidad de entre un 2,5% y un 20% en volumen con respecto al volumen total del módulo interior. Porcentajes superiores o inferiores son posibles, pero en el caso de porcentajes superiores, las propiedades mecánicas resultan afectadas.

20 En otra realización particular la espuma de celda abierta de poliuretano flexible proviene del reciclado de colchones. De este modo se logra además revalorizar un producto masivo de desecho al que se encuentra así una aplicación.

25 En una realización particular el ángulo principal de inclinación está comprendido entre 10-15° y el ángulo secundario de inclinación está comprendido entre 4-8°. De este modo se consigue el control de la componente reflejada.

En una realización particular el deflector forma un ángulo igual o inferior a 45° con respecto al plano vertical.

30 En una realización particular el panel de la invención comprende al menos un módulo adicional con forma de paralelepípedo situado entre el primer módulo y el segundo módulo, comprendiendo el módulo adicional dos láminas metálicas perforadas principales paralelas entre sí, dos láminas metálicas laterales perpendiculares a las principales y paralelas entre sí, y una tapa metálica superior de cierre y una tapa metálica inferior de cierre perpendiculares a las anteriores, y comprendiendo este módulo adicional en el espacio interno delimitado por las láminas y las tapas una espuma de celda abierta de poliuretano flexible, lana de fibra mineral o una mezcla de ambos. La presencia de un módulo adicional permite optimizar la sintonización (para su reducción o eliminación) de la parte del espectro de frecuencias más nocivo y molesto en cada caso, al estar dicho módulo formado por láminas metálicas perforadas con un relleno de espuma de celda abierta de poliuretano flexible, opcionalmente proveniente del reciclado de colchones o de lana de fibra mineral.

35 En una realización particular el panel comprende dos módulos adicionales situados ambos entre el primer módulo y el segundo módulo.

40 En una realización particular el panel comprende entre todos los módulos constituyentes de la misma, un espacio de separación. El espacio de separación entre dos módulos comprende un sellante de interposición, donde el sellante ocupa como máximo el 20% del espacio, siendo el restante 80% una cavidad hueca. La presencia de la cavidad hueca que en una realización particular tiene un espesor que oscila entre 0,1 y 0,9 milímetros, forma una cámara de resonancia que, en conjunción con láminas perforadas es capaz de producir máximos en el coeficiente de absorción, a una frecuencia que es función compleja de la profundidad de la cavidad, del diámetro promedio de las perforaciones, de la densidad de perforaciones en el panel y de su espesor.

45 En otra realización particular el panel comprende un espacio en forma de cuna en la parte superior del módulo interior. Este elemento cumple una función meramente decorativa, ya que sirve como soporte para tierra y una masa vegetal que puede decorar el panel en su parte exterior permitiendo una mayor integración visual y estética en el entorno.

50 La unión de dos o más (generalmente varios) paneles de la invención forma barreras acústicas que constituyen otro aspecto de la presente invención.

En una realización particular la barrera de la invención está provista además de una o más zapatas de cimentación que permiten el anclaje de la misma al terreno.

En otra realización particular la barrera de la invención comprende además una o más piezas de unión de chapa de acero galvanizado que unen paneles adyacentes, y los paneles a la zapata de cimentación.

55 Los diferentes aspectos y realizaciones de la invención definidos en los párrafos anteriores pueden combinarse entre sí, siempre y cuando sean compatibles.

Éstas y otras ventajas de la invención serán aparentes a la luz de la descripción detallada de la misma.

Descripción de las Figuras

60 Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención de acuerdo con algunos ejemplos particulares de realización práctica de la misma, y para complementar esta descripción, se acompañan como parte integrante de la misma las siguientes figuras, cuyo carácter es ilustrativo y no limitativo:

65 **Figura 1:** gráfica en la que se representa el coeficiente de absorción medido para ruido aéreo en incidencia normal en función de la frecuencia (Hz) para distintas probetas de morteros cargados con porcentajes de volumen granza de cloruro de polivinilo (PVC)/volumen total (v/v) de 2,5%, 5%, 10% y 20%, donde el blanco es un mortero sin granza, y PU indica una muestra de espuma de celda abierta de poliuretano flexible proveniente del reciclado de colchones.

Figura 2: gráfica en la que se representa el coeficiente de pérdidas por transmisión (dB) (TL) medido para ruido aéreo en incidencia normal en función de la frecuencia para una probeta de mortero cargado con un porcentaje de granalla de polietileno y cloruro de polivinilo del 20% (v/v) y para otra probeta igual pero con la porosidad superficial ocluida mediante parafina.

Figura 3: sección de un panel según la invención que comprende un módulo exterior (1); un módulo intermedio (2) y un módulo interior (3).

Figura 4: vista isométrica de un panel según la invención que comprende el módulo exterior (1); un módulo intermedio (2), el módulo interior (3) y un deflector (4).

Figura 5: Detalle de las partes inferiores de un panel de la invención, de las piezas de unión (5, 7) y las uniones de las piezas de unión mediante soldadura (8) y/o tornillos (6) a los módulos (1) y (3) y a las zapatas de cimentación (36).

Figura 6: Vista isométrica de dos realizaciones particulares de una pieza de unión (5, 10).

Figura 7: representa una realización particular de un panel de la invención en el que se muestran de forma detallada ampliada la zona de espacio de separación (18) entre el módulo interior (3) y el intermedio (2) y la zona de espacio de separación (19) entre el módulo exterior (1) y el intermedio (2); y las tapas metálicas inferior (17) y superior (27) del módulo intermedio (2). Además se muestran zonas en las que la lámina metálica perforada exterior presenta perforaciones (20, 31), (líneas punteadas), y zonas donde no es necesario que la lámina metálica perforada exterior (20) presente perforaciones (32), (línea continua).

Figura 8: vistas lateral y frontal del módulo exterior (1) donde además se representa el ángulo principal de inclinación (13) y el ángulo secundario de inclinación (14).

Figura 9: vistas lateral y frontal del módulo intermedio (2).

Descripción detallada de la invención

La invención se describe a continuación en referencia a realizaciones particulares de la misma y a las Figuras para mejor comprensión, sin que ello deba interpretarse en sentido limitante del alcance de la invención.

La Figura 4 muestra un panel acústico de acuerdo con una posible realización de la invención. El panel comprende un módulo interior 3 fabricado de mortero u hormigón con granza de plástico. El módulo interior 3 tiene una parte superior y una inferior. El módulo interior presenta un deflector 4 en la parte superior y una base de apoyo 33 en la parte inferior. El panel acústico comprende además un módulo exterior 1. La Fig. 8 muestra un módulo exterior 1 de acuerdo con una posible realización de la invención. El módulo exterior comprende una lámina metálica perforada interior vertical 21, una lámina metálica perforada exterior 20 que presenta entrantes 34 y salientes 35 alternos, donde los salientes tienen superficies que forman un ángulo principal de inclinación 13 con respecto a un plano vertical y los entrantes tienen superficies que forman un ángulo secundario de inclinación 14 con respecto al plano vertical siendo el ángulo secundario de inclinación inferior al ángulo principal de inclinación. El módulo exterior 1 comprende además dos láminas metálicas laterales 22, 23; una tapa metálica superior de cierre 24; y una tapa metálica inferior de cierre 16, delimitando dichas láminas y tapas metálicas un espacio interno que comprende una espuma de celda abierta de poliuretano flexible, lana de fibra mineral o una mezcla de ambos.

El módulo exterior se denomina exterior porque se sitúa del lado de la fuente de emisión de sonora, mientras que el módulo interior se denomina interior porque se sitúa hacia el lado que se desea proteger de la contaminación acústica.

La granza de plástico que se utiliza para la fabricación del módulo interior puede ser a priori de cualquier naturaleza. La granza o granalla son pequeños trozos con un tamaño en general de 1 mm o inferior.

En una realización particular la granza de plástico proviene del reciclado de fundas de cableado eléctrico. Concretamente la naturaleza de este tipo de granza de plástico puede variar siendo de polietileno (PE) por ejemplo en el caso de plástico proveniente del reciclaje de cables de cobre, siendo de PE reticulado por ejemplo en el caso de plástico proveniente del reciclaje de cables de aluminio, o siendo de cloruro de polivinilo (PVC) por ejemplo en el caso de plástico proveniente del reciclaje de cables tanto de cobre como de aluminio. La composición promedio de la granalla proveniente del reciclado de cables suele incluir, en el caso del polietileno, una pequeña cantidad de PVC e importantes cantidades de ignífugantes y cargas inorgánicas. En el caso del PVC el contenido en cargas como ignífugantes y carbonatos llega al 40% presentando asimismo hasta un 4% de poliamida. Esto hace que los materiales provenientes del reciclado de fundas de cableado eléctrico, no encuentren fácilmente cómo reentrar en el mercado, debido a la presencia de agentes ignífugantes (el PVC es un material ya difícilmente reprocesable por sí mismo debido a la generación de ácido clorhídrico en su reprocesado térmico) y en el caso del PE reticulado, además, debido a la reticulación química (utilización de productos químicos que mejoran las propiedades mecánicas creando una red tridimensional entre las cadenas poliméricas y que convierten al polietileno termoplástico en prácticamente termoestable).

La utilización de este tipo de granza en los paneles de la invención supone una ventaja adicional, ya que da salida a un producto de desecho, revalorizándolo, y evitando que su eliminación suponga un perjuicio para el medioambiente. Así por ejemplo plásticos que provienen del reciclado de los cables, comprenden metales como aluminio, en forma de hidróxido de aluminio en cantidades que pueden alcanzar hasta el 70% en volumen, lo que hace que sea prácticamente imposible su reutilización y adicionalmente estos residuos se conviertan en un serio problema desde el punto de vista medioambiental.

La cantidad de granza que se utiliza con el mortero u hormigón para fabricar el módulo interior es variable. En una realización particular la granza de plástico está presente en el módulo en una cantidad comprendida entre un 1% y un 40% en volumen con respecto al volumen total del módulo. Cantidades superiores son posibles, pero a

cambio se comprometen las propiedades mecánicas resultantes del panel. En otra realización particular la cantidad de granza de plástico está comprendida entre 3% y 30%. En otra realización particular, entre 5% y 25%, y en otra realización entre 8% y 18%. Ejemplos de realizaciones particulares son entre otras cantidades de 2,5%, 5%, 10%, 15%, y 20%.

5 La presencia de la granalla de plástico y la porosidad adicional que proporciona al material resultante de mortero u hormigón, resultan en una excelente combinación de características acústicas medidas a través del coeficiente de absorción acústica (α) y del coeficiente de pérdidas por transmisión (TL). Así es especialmente destacable e interesante en estos materiales por ejemplo en el caso de granza de PVC que muestras que contienen 2,5%, 5%, 10% o 20% (v/v) de granza de PVC presentan un intenso pico de absorción situado a bajas frecuencias como se muestra en la Figura 1. Precisamente las zonas de bajas y medias frecuencias (en ruido aéreo), correspondientes a las longitudes de onda altas y medias son característicamente difíciles de atenuar o desviar mediante reflexión teniendo una importante capacidad de superar obstáculos (debido a la relación entre la longitud de onda y el tamaño del obstáculo que condiciona estos fenómenos). La Fig. 2 ilustra el coeficiente de pérdidas por transmisión (TL) medido para ruido aéreo en incidencia normal en función de la frecuencia para una probeta de mortero cargado con un porcentaje de granalla del 20% (v/v) de PE y PVC. Se puede observar que el mortero cargado con granalla presenta un valor promedio de pérdida de transmisión de unos 50dB (entre 600 Hz y 6500 Hz) presentando picos muy importantes relacionados con el porcentaje de contenido en plástico, la porosidad interna y la porosidad abierta a la superficie. Para poner de manifiesto el importante peso que tiene en la respuesta de estos materiales la porosidad abierta a la superficie del mortero cargado con granalla, se presentan también en la Figura 2, los valores del coeficiente de pérdidas por transmisión para la misma probeta pero con la porosidad superficial ocluida mediante parafina.

Los resultados mostrados en las Figuras 1 y 2 fueron ambos medidos en incidencia normal sobre probetas cilíndricas de 30 mm de longitud en un tubo de impedancias Brüel & Kjaer.

El módulo externo 1 del panel acústico según una posible realización de la invención comprende una lámina metálica perforada interior vertical 21, y una lámina metálica perforada exterior 20. El módulo externo comprende además dos láminas metálicas laterales 22, 23 que pueden estar perforadas o no, de acuerdo con realizaciones particulares del módulo externo. La tapa metálica superior de cierre 24 y la tapa metálica inferior de cierre 16, no están perforadas. En otra realización particular la lámina metálica perforada exterior 20 presenta zonas que no presentan perforaciones. La Fig. 8 muestra la realización particular donde la lámina perforada exterior 20 está dibujada con una línea de puntos donde las superficies tienen perforaciones 31 y con una línea continua donde las superficies son sin perforaciones 32. Las láminas metálicas son asequibles comercialmente y están fabricadas preferentemente de acero galvanizado. Las láminas perforadas pueden tener perforaciones que presentan uno o varios diámetros diferentes. Los espesores de las mismas están generalmente comprendidos entre 0.75 mm y 2 mm. Generalmente los diámetros de las perforaciones están comprendidos entre 0,5 mm y 5 mm, mientras que la separación entre perforaciones suele ser un múltiplo entre 1.5 y 3 veces el diámetro de las perforaciones (en el caso de diámetro único).

El módulo externo 1 comprende en el interior una espuma de celda abierta de poliuretano que puede ser a priori de cualquier tipo y origen. En una realización preferente estos módulos pueden comprender espuma de celda abierta de poliuretano flexible y más particularmente espuma de celda abierta de poliuretano flexible que proviene del reciclado de colchones. En otra realización preferente se utiliza lana de fibra mineral (material poroso que puede o no provenir del reciclado de materiales de construcción) para su fabricación. La lana de fibra mineral se utiliza por ejemplo cuando hay condicionantes en relación con la resistencia al fuego. La espuma de celda abierta de poliuretano flexible del reciclado de colchones tiene por otra parte la ventaja adicional de que proporciona una salida a un producto de desecho y le permite su revalorización. En otra realización particular se utiliza una mezcla de espuma de celda abierta de poliuretano flexible y de lana de fibra mineral en cualquier proporción relativa. Ambos tipos de materiales se utilizan generalmente como fragmentos de pequeño tamaño del orden del milímetro. En el caso de la espuma de celda abierta de poliuretano flexible que proviene del reciclado de colchones éste material se utiliza generalmente en fragmentos que tiene un tamaño medio de 1 mm.

El panel de la invención comprende un solo módulo externo 1 que se orienta hacia la fuente de sonido. Al estar relleno de trozos de espuma de poliuretano de celda abierta (o de lana mineral), opcionalmente proveniente del reciclado, la relación entre la superficie de la interfase sólido-gas y el volumen del contenido interior de aire aumenta enormemente incrementándose la extensión de la capa límite, que es la capa submicrométrica en la que el número de Reynolds disminuye hasta valores muy pequeños y los efectos viscosos y de intercambio térmico predominan dando lugar a fuertes atenuaciones del campo acústico. Asimismo la presencia de espuma de celda abierta aumenta de forma muy importante un parámetro conocido como tortuosidad que está relacionado con la diferencia entre la mínima distancia geométrica entre dos puntos y la que realmente recorre el frente de onda cuando se propaga a través de una estructura laberíntica. La tipología del módulo externo 1 por tanto corresponde a un resonador de Helmholtz no-clásico, modificado, relleno de material absorbente y sintonizable con cavidad múltiple realizado a base de láminas perforadas.

El módulo interior 3 está provisto de un deflector 4 en la parte superior como se muestra en la Fig. 4. De acuerdo con una posible realización de la invención el deflector está inclinado formando un ángulo 15 como se muestra en la Figura 7, igual o inferior a 45° con respecto al plano vertical. En otra realización particular el deflector 4 forma un ángulo igual o inferior a 40°, más particularmente igual o inferior a 35°. Ejemplos ilustrativos no limitantes del ángulo son 44°, 43°, 42°, 41°, 39°, 38°, 37°, 36°, 34°, 33°, 32°, 31°, 30°. El deflector 4 sirve para controlar la componente difractada según se desee en cada caso particular. El panel comprende opcionalmente según se describe más abajo un módulo intermedio que parece representado en la Fig. 3, 4, 5 y 7.

De acuerdo con una realización de la invención el panel de la invención comprende un espacio en forma de cuna 9 en la parte superior del módulo interior 3 tal como se muestra en la Fig. 3. Su función es la de servir como posible soporte (tierra) para una masa vegetal que pueda hacer funciones decorativas para recubrir la cara exterior y permitir una mayor integración visual y estética en el entorno.

De acuerdo con una realización de la invención, y tal como puede apreciarse tanto en las Figuras 3, 4, 7 y 8 el panel de la invención comprende un módulo exterior 1 que presenta una configuración particular. En este sentido la lámina metálica perforada exterior 20 del módulo exterior presenta entrantes 34 y salientes 35 alternos, donde los salientes tienen superficies que forman un ángulo principal de inclinación 13 con respecto al plano vertical y los entrantes tienen superficies que forman un ángulo secundario de inclinación 14 con respecto a la vertical, siendo el ángulo secundario de inclinación inferior al ángulo principal de inclinación. En una realización más particular el ángulo principal de inclinación 13 está comprendido entre 10-15°, pudiendo tomar valores de 10°, 11°, 12°, 13°, 14° o 15°. En otra realización más particular el ángulo secundario de inclinación 14 está comprendido entre 4-8°, pudiendo tomar valores de 4°, 5°, 6°, 7° y 8°. Esta configuración permite redirigir la componente reflejada, generando interferencias, y por su geometría actúa como difusor, reflejando el sonido directo y repartiendo su potencia en distintas direcciones. La geometría de la lámina metálica perforada exterior 20 del panel de la invención está condicionada por el cumplimiento de los requisitos de reflexión acústica (ley de reflexión acústica en el rango de frecuencias a atenuar según la norma UNE EN 1793-3:1998: Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Método de ensayo para determinar el comportamiento acústico. Parte 3: Espectro normalizado de ruido de tráfico). Según esta ley, si la altura del obstáculo es, al menos, de dos a cuatro veces la longitud de onda de la onda sonora incidente, el ángulo de reflexión del frente de onda incidente (con respecto a la normal definida por la superficie del obstáculo) con el que la onda sonora rebota a mayor amplitud es el mismo que el de incidencia.

Si un obstáculo es pequeño en relación con la longitud de onda de la onda incidente, ésta podrá rodearlo, y si el obstáculo es "grande" en relación con la longitud de onda incidente la onda rebotará en él.

El panel de la invención según una realización particular está formado por un módulo externo 1 y un módulo interno 3; presenta unas excelentes características acústicas debido a la combinación sinérgica del espectro de atenuación de ambos módulos. El módulo interno 3 de hormigón o mortero con granalla de plástico añadida, presenta una excelente combinación de masa, coeficiente de pérdidas por transmisión y coeficiente de absorción, y su efecto se complementa mediante la utilización adicional de, al menos, un módulo externo 1 sintonizable compuesto de láminas metálicas perforadas y un relleno de espuma de celda de poliuretano flexible, opcionalmente de reciclado, (o lana de fibra mineral si hay requerimientos en relación con la resistencia al fuego). La Figura 1 presenta el coeficiente de absorción acústica como se ha descrito anteriormente. Como se puede apreciar en la Figura 1 el coeficiente de absorción de los morteros con granza presenta un par de intensos picos de absorción. Superponiendo la respuesta del mortero relleno de plástico y la del PU se obtiene un sorprendente coeficiente de absorción en un amplio espectro.

La Figura 3 muestra un panel acústico de acuerdo con una realización particular de la invención que comprende además de un módulo externo 1 y un módulo interno 3, un módulo adicional 2 situado entre el 3 y el 1. La Fig. 9 muestra una realización particular del módulo adicional 2. El módulo adicional 2 comprende dos láminas metálicas perforadas principales paralelas entre sí 25, 26. Comprende además dos láminas metálicas laterales 29, 30 perpendiculares a 25, 26 y paralelas entre sí, que según una realización particular están perforadas y según otra realización particular no están perforadas. El módulo 2 comprende una tapa metálica superior de cierre 27, y una tapa metálica inferior de cierre 17 ambas sin perforar. El módulo adicional 2 también es sintonizable igual que el módulo exterior y contribuye al igual que éste a la eliminación, parcial o total, de la parte del espectro de frecuencias más nocivo y molesto

El espacio interno del módulo adicional 2 comprende en el interior una espuma de celda abierta de poliuretano que puede ser a priori de cualquier tipo y origen. En una realización preferente este módulo puede comprender espuma de celda abierta de poliuretano flexible y más particularmente espuma de celda abierta de poliuretano flexible que proviene del reciclado de colchones. En otra realización preferente se utiliza lana de fibra mineral (material poroso) para la fabricación del módulo adicional 2 como se ha descrito anteriormente para el módulo exterior 1. La lana de fibra mineral se utiliza por ejemplo cuando hay condicionantes en relación con la resistencia al fuego. La espuma de celda abierta de poliuretano flexible del reciclado de colchones tiene por otra parte la ventaja adicional de que da salida a un producto de desecho y le permite su revalorización. En otra realización particular se utiliza una mezcla de espuma de celda abierta de poliuretano flexible y de lana de fibra mineral en cualquier proporción relativa. Ambos tipos de materiales se utilizan generalmente como pequeños fragmentos (del orden del milímetro). En el caso de la espuma de celda abierta de poliuretano flexible que proviene del reciclado de colchones éste material se utiliza generalmente en fragmentos cuyo tamaño promedio es desahogado que sea de 1 mm.

En una realización particular el panel de la invención comprende dos módulos adicionales 2 situados ambos entre el módulo interior 3 y el módulo exterior 1. Dichos módulos pueden ser iguales o distintos entre sí.

Sumando la respuesta de uno o dos módulos adicionales 2 se puede reforzar la respuesta del panel en zonas de frecuencias que se quieran eliminar consiguiendo aún una mayor respuesta acústica en términos de atenuación.

Para fabricar los módulos 2 y 1 se parte de láminas metálicas comerciales que serán preferentemente de acero galvanizado perforadas o sin perforar como se ha descrito anteriormente. Las láminas se cortan por láser o chorro de agua para posteriormente ser soldadas por puntos (mediante soldadura de "Gas Inerte de Tungsteno" (TIG)) con la ayuda de un útil que garantice la geometría requerida. En una realización más particular, para el módulo exterior 1 se utiliza chapa de acero galvanizado soldable de 2 milímetros de espesor con perforaciones

de 3 milímetros de diámetro y separadas 7 milímetros entre ellas formando un patrón repetitivo traslacional en dos dimensiones. Estos paneles son cortados por láser y posteriormente soldados (mediante soldadura TIG) con la ayuda de un útil que garantiza la geometría requerida, por ejemplo: un ángulo principal de inclinación 13 de 10° y ángulos secundarios de inclinación 14 de 4° para generar interferencia. La tapa inferior 16 y 17 de cada uno de los módulos perforados 1 y 2 se suelda (soldadura TIG por puntos) después de incorporar el relleno (poliuretano o la lana de fibra), introduciendo previamente a la soldadura final de la tapa, una capa de lana de roca que actúa como deflector del calor. Para el módulo intermedio se utiliza por ejemplo chapa de acero galvanizado soldable con perforaciones de 2 milímetros de diámetro y separadas 3 milímetros entre ellas (filas y columnas), correspondiente a una separación de 5 milímetros entre centros formando un patrón repetitivo. Estas chapas son igualmente cortadas por láser y posteriormente soldadas (mediante soldadura TIG) con la ayuda de un útil que garantiza la geometría requerida.

La fabricación del módulo interior 3 se puede hacer bien en una sola pieza, o bien en partes que se unen posteriormente a pie de obra elaborando *in situ* el módulo 3 mediante medios de encofrado tradicionales. En una realización particular el módulo interior 3 se fabrica de forma convencional en una pieza con hormigón y 15% (v/v) de granalla de PVC de reciclado de cables, teniendo un deflector formando un ángulo 15 de 36°.

De acuerdo con una realización particular del panel de la invención, el panel comprende entre todos los módulos constituyentes del mismo un espacio de separación. La Fig. 7 muestra en detalle ampliada una realización particular del panel de la invención en la que se señala el espacio de separación 18 situado entre el módulo interior 3 y el módulo intermedio 2 y el espacio de separación 19 situado entre el módulo exterior 1 y el módulo intermedio 2.

El espacio de separación comprende un sellante, el cual ocupa como máximo el 20% de dicho espacio de separación, siendo el restante 80% una cavidad hueca. El sellante puede estar situado en principio en cualquier parte de dicho espacio, por ejemplo en el centro, en los laterales, alrededor formado un marco, etc.

Esta cavidad hueca puede tener un espesor variable que generalmente oscila entre 0,1 y 0,9 mm, particularmente entre 0,2 y 0,7 mm, por ejemplo 0,3, 0,4, 0,5 o 0,6 mm. El sellante que se utiliza es un sellante de interposición convencional del tipo silicona o poliuretano flexible que además funciona como adhesivo. Estas cavidades huecas entre módulos actúan como resonadores. La presencia de las cavidades que en una realización particular tiene un espesor que oscila entre 0,1 y 0,9 milímetros, forman una cámara de resonancia que, en conjunción con la lámina perforada es capaz de producir máximos en el coeficiente de absorción, a una frecuencia que es función compleja de la profundidad de la cavidad, del diámetro, de la densidad de perforaciones en el panel y de su espesor.

De acuerdo con una realización particular de la invención las frecuencias de resonancia correspondientes a los paneles 1 y 2 están por debajo de 1 kHz, mientras que las dos frecuencias correspondientes a las cavidades de entre 0,2 y 0,5 mm, están en la zona entre 2 y 3,5 kHz. Estas frecuencias y el espectro acústico se comprueban experimentalmente mediante los medios habituales de medida *in situ*.

La Fig. 3 muestra además de un panel acústico de acuerdo una realización de la invención, una vista de perfil de una barrera acústica según una realización particular de la invención. La barrera acústica de la invención comprende dos o más paneles de la invención contiguos. En la realización particular de la barrera de la invención que se ilustra en la Fig. 3 la barrera está provista de al menos una zapata de cimentación 36. La presencia de zapatas de asiento (una pequeña cimentación) es necesaria para su colocación en el caso de terrenos no urbanizados.

La Fig. 3 muestra además piezas de unión 5, 7, 10 de chapa de acero galvanizado de los distintos elementos de acuerdo con una realización particular. Las piezas de unión unen módulos, paneles adyacentes, y paneles a la zapata de cimentación siendo las uniones mediante tornillos 6 o soldadura por puntos 8.

Para asegurar la unión mecánica entre los módulos externos y el hormigón (o las zapatas de asiento) se utilizan piezas de acero de diferentes espesores dobladas en plegadora como las mostradas según una realización particular de las mismas en la figura 6 que se atornillan al hormigón (con la ayuda de casquillos roscados expansibles) y se sueldan por puntos a las barreras perforadas. Las piezas de unión 10 unen módulos por la parte superior de los paneles, con tornillos y soldadura. Las piezas 5 unen módulos internos 3 al hormigón mediante tornillos.

El estudio de la ubicación de la barrera (distancia a la fuente de sonido, altura sobre el nivel de emisión de sonido y distancia a la zona donde es necesaria una máxima atenuación) de la barrera, es muy importante y parte esencial del proceso inicial previo que dependerá de cada caso particular. Existen diversos modelos analíticos bien conocidos para un experto que pueden utilizarse para el diseño concreto de una barrera de cada caso.

La geometría y configuración del módulo 1 exterior (densidad de perforaciones y diámetro de las mismas), así como la altura total del panel, el contenido en tanto por ciento en volumen de plástico, el ángulo y la relación de alturas entre los deflectores y el panel es variable en función del espectro a atenuar. Este espectro debe ser medido previamente en cada ubicación tomando un número de muestras que sean estadísticamente significativas.

El panel y la barrera de la invención suponen una sustancial mejora con respecto a los paneles y las barreras acústicas comerciales actuales al combinar de forma sinérgica distintos elementos y aspectos como se ha descrito anteriormente.

La invención no está limitada a las realizaciones concretas que se han descrito anteriormente sino abarca también, por ejemplo, las variantes que pueden ser realizadas por el experto medio en la materia dentro de lo que se desprende de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Panel acústico que comprende:
 - (i) un módulo interior (3) fabricado de mortero u hormigón con granza de plástico, teniendo dicho módulo interior una parte superior y una parte inferior, comprendiendo el módulo interior un deflector (4) en la parte superior, y formando la parte inferior una base de apoyo (33) y
 - (ii) un módulo exterior (1) que comprende una lámina metálica perforada interior vertical (21), una lámina metálica perforada exterior (20) que presenta entrantes (34) y salientes (35) alternos, donde los salientes tienen superficies que forman un ángulo principal de inclinación (13) con respecto a un plano vertical y los entrantes tienen superficies que forman un ángulo secundario de inclinación (14) con respecto al plano vertical siendo el ángulo secundario de inclinación inferior al ángulo principal de inclinación; comprendiendo el módulo exterior (1) además dos láminas metálicas laterales (22, 23); una tapa metálica superior de cierre (24); y una tapa metálica inferior de cierre (16), delimitando dichas láminas y tapas metálicas un espacio interno que comprende una espuma de celda abierta de poliuretano flexible, lana de fibra mineral o una mezcla de ambos.
2. Panel de acuerdo con la reivindicación 1 en la que la granza de plástico proviene del reciclado de fundas de cableado eléctrico.
3. Panel de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que la granza de plástico está presente en una cantidad de entre un 2,5% y un 20% en volumen con respecto al volumen total del módulo interior (3).
4. Panel de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la espuma de celda abierta de poliuretano flexible proviene del reciclado de colchones.
5. Panel de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que un ángulo principal de inclinación (13) está comprendido entre 10-15° y el ángulo secundario de inclinación (14) está comprendido entre 4-8°.
6. Panel de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el deflector (4) forma un ángulo (15) igual o inferior a 45° con respecto al plano vertical.
7. Panel de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende al menos un módulo adicional (2) situado entre el módulo interior (3) y el módulo exterior (1), comprendiendo el módulo adicional (2) dos láminas metálicas perforadas principales paralelas entre sí (25, 26), dos láminas metálicas laterales (29,30) perpendiculares a (25,26) y paralelas entre sí, una tapa metálica superior de cierre (27), y una tapa metálica inferior de cierre (17) perpendiculares a (29,30,25,26) y comprendiendo este módulo adicional en el espacio interno delimitado por las láminas y las tapas una espuma de celda abierta de poliuretano flexible, lana de fibra mineral o una mezcla de ambos.
8. Panel de acuerdo con la reivindicación anterior que comprende dos módulos adicionales (2) situados ambos entre el módulo interior (3) y el módulo exterior (1).
9. Panel de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende entre todos los módulos constituyentes de la misma, un espacio de separación que comprende un sellante de interposición, donde el sellante ocupa como máximo el 20% del espacio, siendo el restante 80% una cavidad hueca.
10. Panel de acuerdo con la reivindicación anterior en el que la cavidad hueca tiene un espesor que oscila entre 0,1 y 0,9 milímetros.
11. Panel de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende un espacio en forma de cuna (9) en la parte superior del módulo interior (3).
12. Barrera acústica que comprende dos o más paneles de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
13. Barrera según la reivindicación 12 provista además de una o más zapatas de cimentación (36).
14. Barrera acústica según la reivindicación 12 o 13, que comprende además una o más piezas de unión (5, 7, 10) de chapa de acero galvanizado que unen paneles adyacentes, y los paneles a la zapata de cimentación (36).

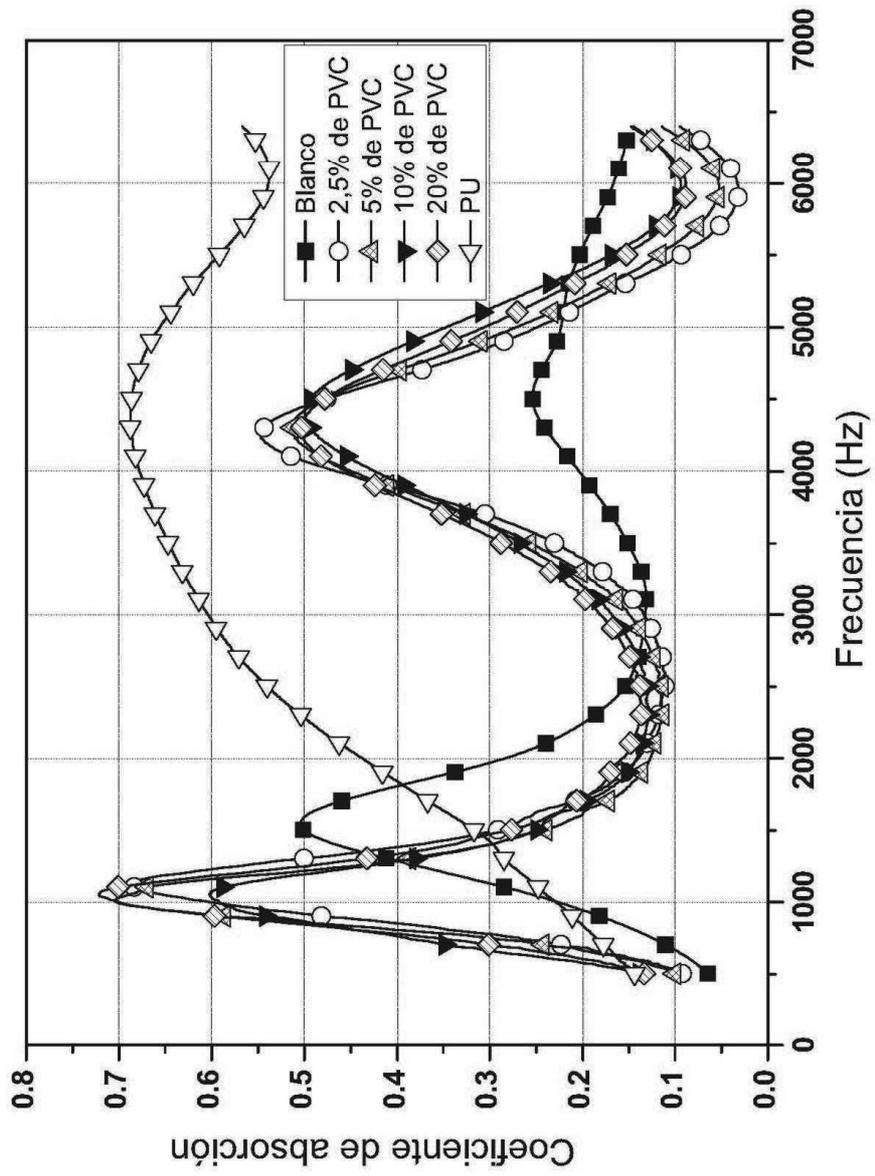


FIG. 1

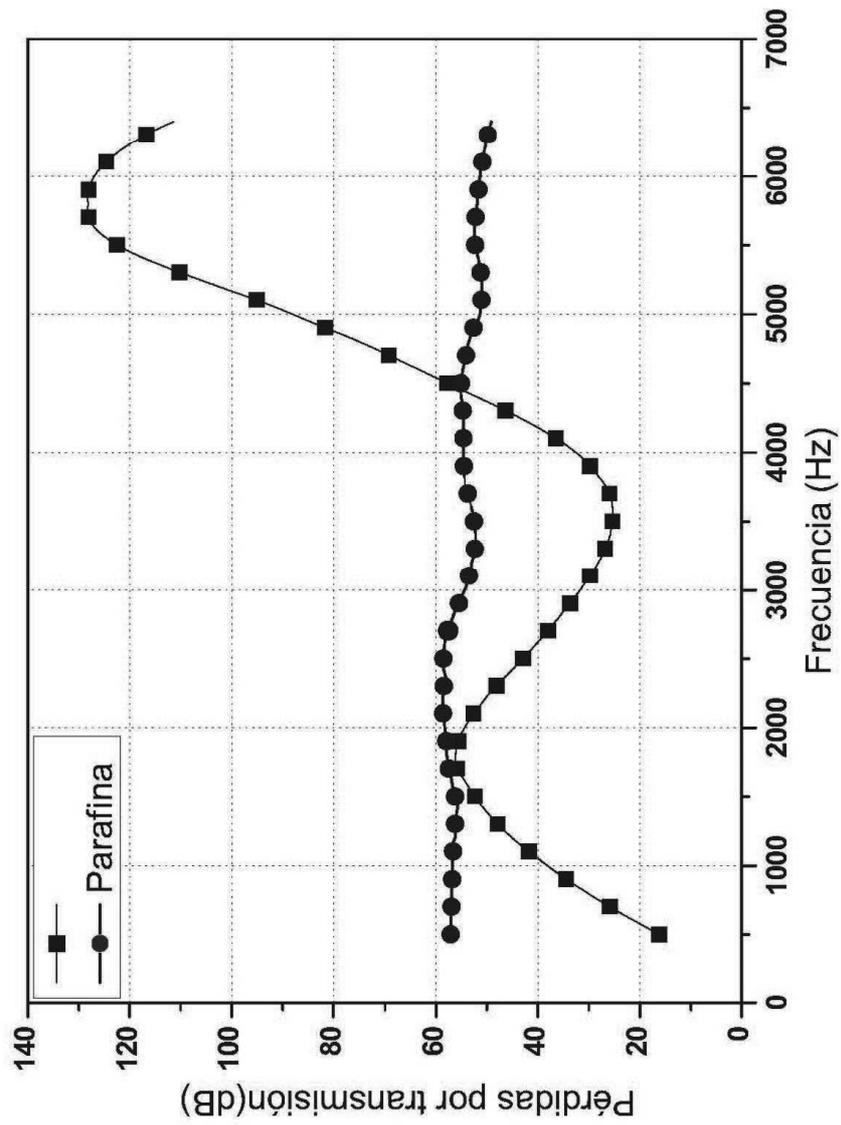


FIG. 2

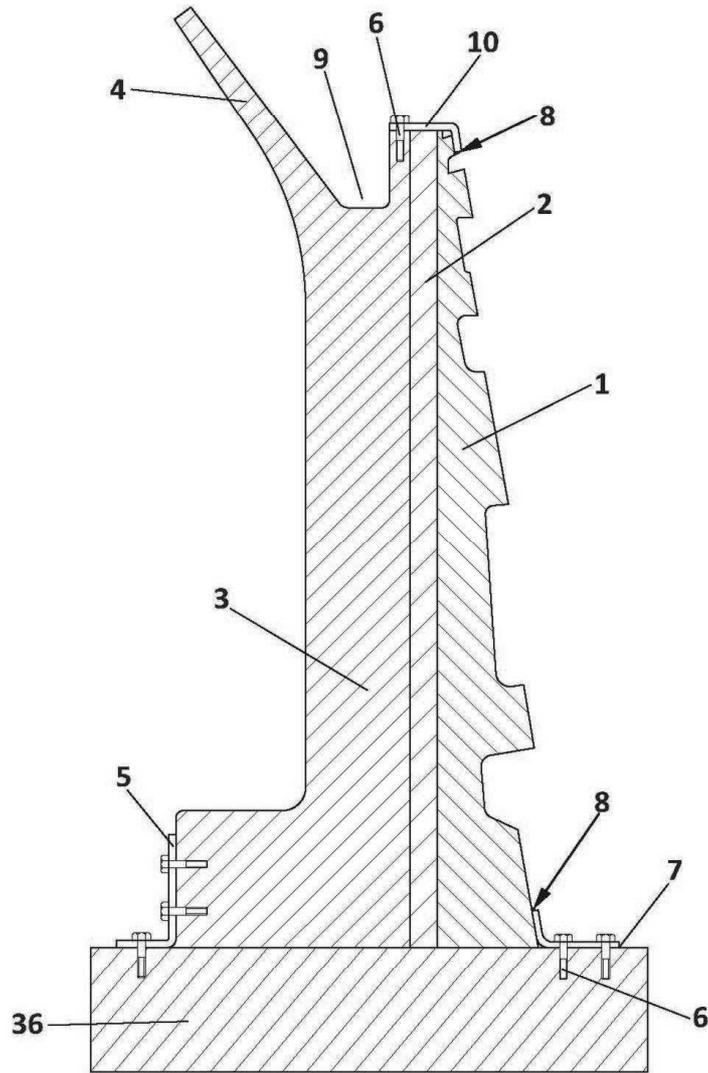


FIG. 3

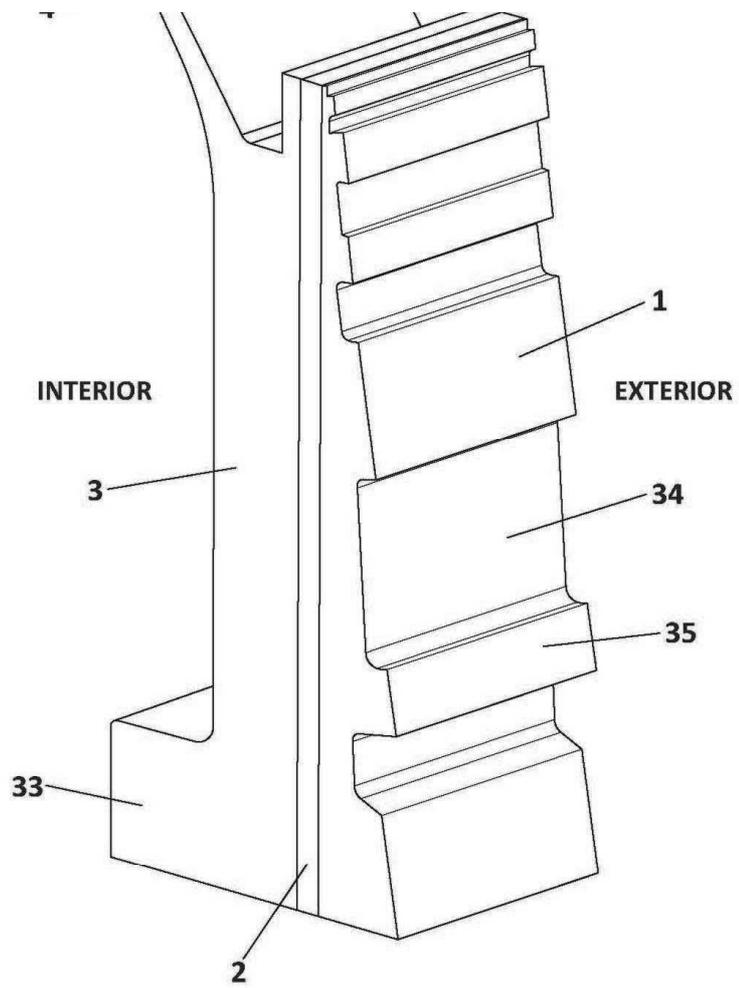


FIG. 4

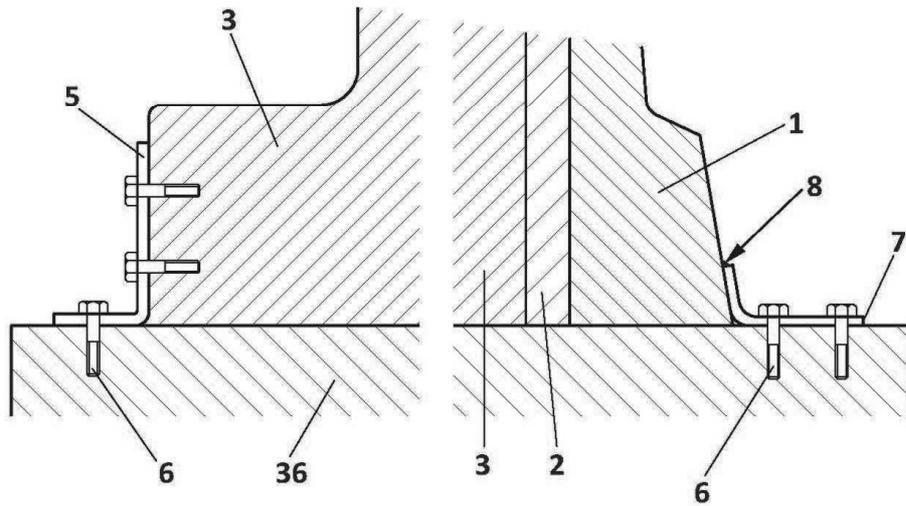


FIG. 5

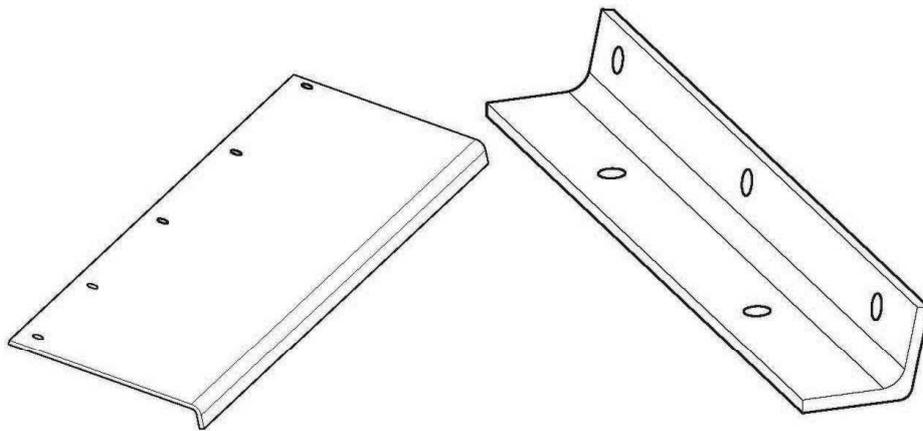


FIG. 6

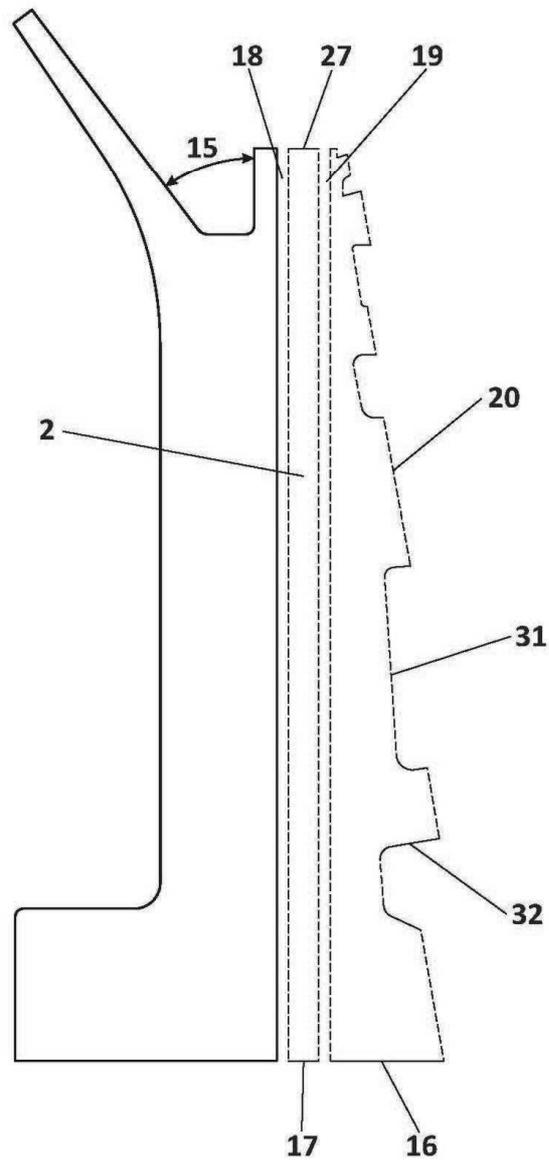


FIG. 7

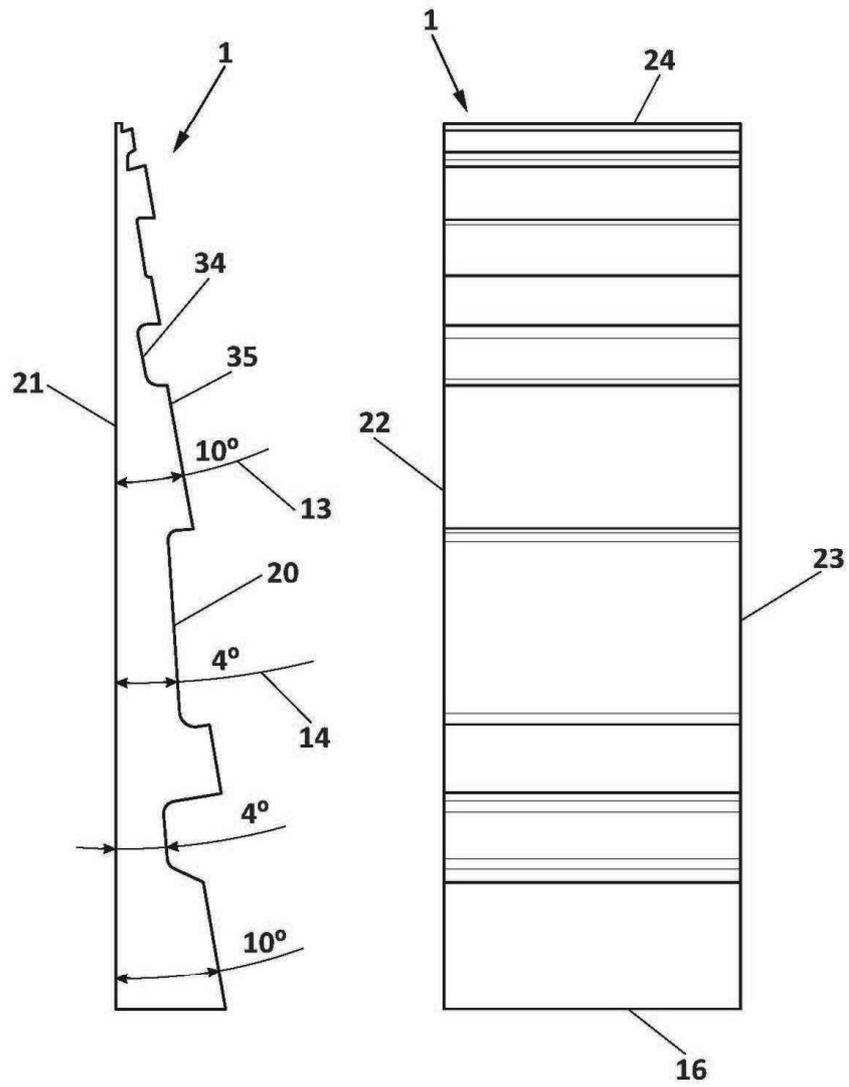


FIG. 8

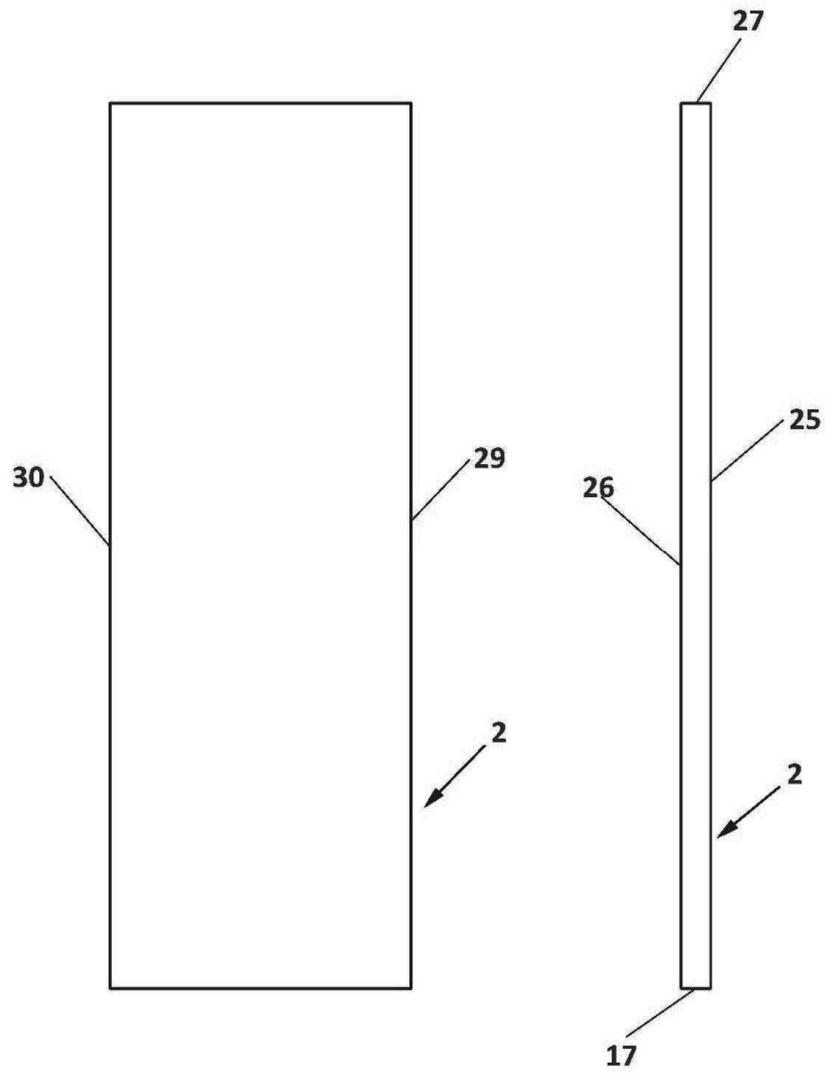


FIG. 9



- ②① N.º solicitud: 201431793
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 04.12.2014
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **E01F8/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	FR 2759716 A1 (COLAS SA) 21/08/1998, descripción (página 3, línea 25 - página 10, línea 29); figuras1 - 2.	1-14
A	WO 2012147065 A2 (GLEMAR S R L ET AL.) 01/11/2012, descripción; figuras.	1-14
A	EP 0762382 A1 (ZEON KASEI KK) 12/03/1997, descripción; figuras.	1-14
A	US 5259157 A (AULT ROBERT L) 09/11/1993, descripción; figuras.	1-14
A	US 3656576 A (GUBELA GUNTER) 18/04/1972, descripción; figuras.	1-14
A	GB 1481218 A (PASS & CO) 27/07/1977, descripción; figuras.	1-14
A	EP 2458090 A2 (FRACASSO S P A) 30/05/2012, descripción; figuras.	1-14
A	EP 1340854 A1 (SUZUKI MASAO) 03/09/2003, descripción; figuras.	1-14

Categoría de los documentos citados

- X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

- O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

- para todas las reivindicaciones para las reivindicaciones nº:

<p>Fecha de realización del informe 07.12.2015</p>	<p>Examinador I. Rodríguez Goñi</p>	<p>Página 1/5</p>
---	--	------------------------------



②① N.º solicitud: 201431793

②② Fecha de presentación de la solicitud: 04.12.2014

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **E01F8/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 4143495 A (HINTZ ULRICH) 13/03/1979, descripción; figuras.	1-14
A	DE 3012514 A1 (HOERMANN BELGIE NV) 08/10/1981, descripción; figuras.	1-14
A	DE 2101233 A1 (LARMSCHUTZ BIERGANS & CO K G) 25/05/1972, descripción; figuras.	1-14
A	NL 1019742C C2 (DECEUNINCK N V) 16/05/2003, descripción; figuras.	1-14

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
07.12.2015

Examinador
I. Rodríguez Goñi

Página
2/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

E01F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 07.12.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-14	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-14	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	FR 2759716 A1 (COLAS SA)	21.08.1998
D02	WO 2012147065 A2 (GLEMAR S R L et al.)	01.11.2012

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica más cercano para el objeto de la invención de la reivindicación 1. D1 divulga un panel (ver descr. (pag. 3 lin 25 pag 10, lin 29) y fig. 1 y 2) con propiedades de absorción de choques y de ruido que comprende:

- Un módulo interior (2) fabricado de hormigón, teniendo dicho módulo interior una parte superior (26) y una parte inferior (24), y formando la parte inferior una base de apoyo (25).
- Un módulo exterior (4) que comprende una lámina metálica interior vertical (41), y una lámina metálica perforada exterior (42) delimitando dichas láminas un espacio interno que comprende lana de fibra mineral.

Las diferencias principales entre la reivindicación 1 y el documento D01 son:

- en la reivindicación 1 el módulo interior comprende un deflector
- en la reivindicación 2 en el módulo exterior la lámina metálica perforada exterior presenta entrantes y salientes alternos, donde los salientes tienen superficies que forman un ángulo principal de inclinación con respecto a un plano vertical y los entrantes tienen superficies que forman un ángulo secundario de inclinación con respecto al plano vertical siendo el ángulo secundario de inclinación inferior al ángulo principal de inclinación

En el estado de la técnica se conocen documentos que divulgan alguna de las características anteriores, como es el caso del documento D02 en el que puede verse un panel acústico que comprende un módulo (ver descr. y fig. 2) en el que la lámina metálica perforada exterior (9) presenta entrantes (24) y salientes (12) alternos, pero no se divulgan el resto de las diferencias señaladas.

El efecto técnico del deflector y el de los ángulos de inclinación principal y secundario, en conjunto con el resto de características reivindicadas, es el de mejorar las características tanto reflectantes como de absorción de los paneles conocidos, produciendo un efecto sinérgico. El problema técnico objetivo que se resuelve es el de proporcionar una barrera que mejore a la vez la reflexión y absorción del sonido. Aunque en el estado de la técnica hay paneles que contemplan a la vez la reflexión y la absorción, las soluciones técnicas que divulgan están muy alejadas de la reivindicada. Para el experto en la materia no sería obvio, a partir de los documentos que conoce del estado de la técnica llegar a la invención reivindicada, por lo que se considera que la reivindicación 1 es nueva (Art. 6.1 LP 11/1986), e implica actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986).

Las reivindicaciones 2 a 14 son dependientes por lo que así mismo se considera que son nueva (Art. 6.1 LP 11/1986) e implican actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986).