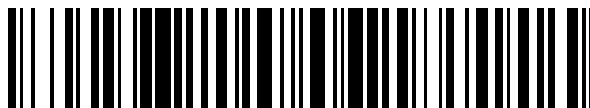


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 856**

21 Número de solicitud: 201530598

51 Int. Cl.:

E04B 1/76 (2006.01)

E04C 1/39 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

04.05.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.11.2016

Fecha de concesión:

25.04.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

04.05.2017

73 Titular/es:

PALOMAR AGUILAR, David (100.0%)

C/Peñascales 7, 3°C

28028 Madrid (Madrid) ES

72 Inventor/es:

PALOMAR AGUILAR, David

54 Título: **Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas**

57 Resumen:

Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas que dispone de varios depósitos (1), (11) interconectados y que pueden llenarse por gravedad mediante el rebose de los paneles superiores. El enfriamiento se produce por la evaporación del líquido contenido, preferiblemente agua, al filtrarse por las paredes porosas que separan los depósitos (1), (11) de unos conductos denominados alveolos (2), por los que puede fluir el aire. La geometría de estos alveolos (2) consta de estrechamientos, estrías helicoidales (4) y hoyuelos triangulares asimétricos (14) con resaltes (15) que mejoran el enfriamiento evaporativo mediante el control del flujo de aire. La parte exterior del panel dispone de otro conjunto de estrías inclinadas (5) con tratamiento hidrófilo y fotocatalítico que controlan el lavado diferencial, creando un patrón claroscuro que puede repeler algunos insectos y mejorar la eficiencia térmica y estética con el paso del tiempo en entornos contaminados.

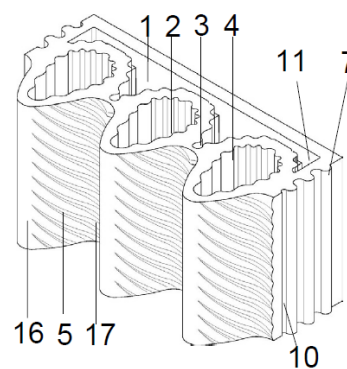


FIG 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

ES 2 588 856 B1

DESCRIPCIÓN

- 5 Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas.

SECTOR DE LA TÉCNICA

- 10 La invención se encuadra en el sector de la construcción. Es una solución constructiva de fachada que colabora en la climatización del edificio y su entorno.

ESTADO DE LA TÉCNICA

- 15 *Enfriamiento evaporativo Indirecto:* No introduce el aire húmedo en la zona habitada. El intercambio térmico no implica intercambio de masa (vapor de agua). Tienen la ventaja de mantener las condiciones de confort higrométricas en el interior de la edificación a lo largo del tiempo.

Enfriamiento evaporativo en fachadas:

- 20 La gravedad condiciona la presencia del líquido a evaporar, generalmente agua, en un plano vertical. En este sentido los sistemas conocidos podrían dividirse en: Fluyentes, que no retienen el agua en el plano vertical y acumuladores, que cuentan con depósitos o sistemas equivalentes de retención.

- 25 En los sistemas fluyentes, la evaporación se produce por contacto directo entre el agua y el aire. Pueden disponer de una superficie de soporte sobre la que fluye el agua, o no, por ejemplo mediante el goteo libre, micronización, etc. La función del soporte, en caso de haberlo, es aumentar la superficie de contacto agua-aire. Las ventajas frente a los sistemas con acumulación son el ahorro en peso y las escasas limitaciones de los soportes, que en caso de existir, solo deben de ser resistentes al
- 30 contacto con el agua.

- Sus desventajas son: La necesidad de un suministro constante que además ha de ajustarse a las variables climáticas en cada instante, ausencia de inercia térmica, ruido continuo del agua al fluir o gotear, vulnerabilidad al viento que puede dispersar el agua y propagar infecciones contraídas a través de la inhalación del agua contaminada
- 35 como la legionella.

Los sistemas con retención han de solventar el contacto del agua con el aire para lograr la evaporación. El método conocido es que los depósitos cuenten con una membrana o pared porosa que permita la evaporación a través suya.

- 40 Las ventajas de los sistemas con retención son: Mayor inercia térmica, no precisan de un suministro constante que implica menor necesidad de bombeo. Menor o nula recirculación del agua. Son sistemas más autónomos que de forma pasiva se adecúan automáticamente a las condiciones exteriores.

- Sus desventajas: Su peso se incrementa proporcionalmente al agua retenida. Los depósitos o su equivalente precisan de materiales más específicos que los sistemas
- 45 fluyentes, al tener que soportar el agua, la presión hidrostática y permitir la evaporación a su través.

Materiales de los depósitos:

Los materiales conocidos para esta función son textiles, cerámicos o geles; sin que se tenga constancia del uso de morteros. Tanto los materiales cerámicos como los morteros pueden contar con una red capilar en su estructura interna que colabora en la evaporación. En ella, el agua discurre lentamente en todas direcciones gracias a la

5 tensión superficial entre el agua y el material, pudiendo incluso ascender por las paredes del depósito y superar el nivel del agua, aumentando la superficie evaporativa.

Mortero de cal: En un panel de fachada que busca fundamentalmente contrarrestar el sobrecalentamiento en condiciones climáticas cálidas, el material de acabado resulta

10 muy relevante. El encalado de fachadas era habitual en arquitectura popular como medida para contrarrestar el calor, aunque no alcanzaran a entender los principios físicos que regían su comportamiento.

La cal se comporta como una *superficie selectiva fría*, esto significa que tiene una gran capacidad de radiar energía hacia otros cuerpos en onda larga a temperatura ambiente, pero al mismo tiempo refleja la radiación recibida en el espectro visible

15 (*superficie blanca*).

Geosilex®: Es una cal obtenida mediante el reciclado de subproductos de la fabricación de acetileno. Como otras cales, tiene la propiedad de incorporar el CO₂ atmosférico en un proceso que puede prolongarse durante años según su formulación,

20 aumentando su masa hasta un 20% al final del proceso de carbonatación.

Paneles de enfriamiento evaporativo indirecto en fachadas:

"Gres-Bot. Cerámica bioclimática" España. (2010):

Enfriamiento evaporativo pasivo mediante piezas cerámicas.

25 Consiste en una serie de tubos cuadrados horizontales, fabricados por extrusión y sellados en sus extremos en los que se aporta agua a través de manguitos sellados que conectan los paneles en serie. La circulación del agua se regula a través de válvulas termostáticas y electroválvulas. El sistema, puede ser empleado como pared radiante durante el invierno conectándolo a paneles solares y caldera de apoyo, el

30 enfriamiento evaporativo en ese modo de funcionamiento, según sus autores, se anula mediante el estancamiento del aire sobre el nivel del agua y mediante la adición de arena aumentaría la inercia térmica.

"Casa Patio" 2.12 Andalucía Team España (2012):

35 Panel de enfriamiento evaporativo indirecto para fachada, a base de cerámica porosa extrusionada, humectada mediante sistema de manguitos que arrojan un goteo sobre el canto de las piezas. La superficie exterior presenta una textura acanalada que aumenta la superficie de evaporación.

40 "Aislater" Vera B., Gordo J. A. España.(2013):

Panel cerámico para la mejora del aislamiento externo de edificios. Permite el enfriamiento evaporativo indirecto mediante la evaporación del agua retenida en las ranuras horizontales de los paneles.

45 "Sistema Kaikaku", España:

Hoja interior de fachada a base de ladrillo cerámico extrusionado de gran formato en el que sus huecos exteriores disponen de mayor tamaño para permitir la ventilación.

Opcionalmente propone un sistema de riego por goteo en la coronación del muro para el enfriamiento evaporativo indirecto de su cara exterior.

"Hidrocerámica" Rathee A., Mitrofanova E., Santayanon P. España (2014):

- 5 Panel para enfriamiento evaporativo directo e indirecto, desarrollado por estudiantes del instituto de arquitectura avanzada de Cataluña (*Hydroceramic_hydrogel.*), que combina dos capas exteriores cerámicas con esferas de hidrogel retenidas mediante un textil que colabora en la difusión de la humedad. El sistema aprovecha las propiedades de inercia térmica, absorción y aporte de agua del hidrogel. Propone la
10 captación de humedad ambiental y el agua de lluvia como suministro.

Superficies autolimpiables:

- En 2001 Pilkinton presentó *Pilkington Activ™*, una ventana auto-limpiable gracias una
15 fina capa de dióxido de titanio, que por sus propiedades hidrófilas y fotocatalíticas descomponía la suciedad y permitía que el agua de lluvia la arrastrara de su superficie, reduciendo los costes de limpieza y mantenimiento. Las aplicaciones posteriores han tenido el mismo objetivo, ampliado los materiales de construcción sobre los que se emplea: pinturas, cerámica, hormigones, baldosas, adoquines, señales de tráfico, etc.

- 20 La aplicación de tratamientos fotocatalíticos en fachadas presenta algunas deficiencias de carácter estético en cuanto a la falta de uniformidad en la limpieza de las mismas, debido generalmente a una exposición no homogénea a la lluvia y la radiación solar. No se tiene conocimiento de que la presencia de suciedad residual sea intencional.

El dióxido de titanio (TiO_2):

- 25 Es una formación cristalina común muy estable. Es reciclable y sintetizable. Se usa habitualmente como blanqueador y catalizador. Refleja prácticamente toda la luz que recibe.

- Al exponerse a la luz solar se vuelve hidrófilo y su ángulo de contacto con el agua pasa de $72 \pm 1^\circ$ a $0 \pm 1^\circ$ creando una película continua de agua si se humedece. El
30 comportamiento con aceite es similar. El fenómeno sucede tanto en el TiO_2 en forma Anatasa como en Rutilo y se mantiene en el tiempo durante varios días después de haber recibido radiación ultravioleta. Transcurrido ese plazo, decrece gradualmente, pero se regenera en cuanto se expone de nuevo.

- 35 Repelentes de insectos:

- Los estudios y experimentos de (HORVÁTH et al. 2004, 2008, 2010 y 2012). demuestran la capacidad del patrón de rayas blancas y negras de las cebras para repeler a tábanos y otras especies de insectos. Los patrones de rayas que alternan direcciones ortogonales resultan más disuasorios que aquellos con una única
40 dirección.

Los insectos disponen de ojos compuestos sensibles a la luz polarizada, mientras que el ojo humano apenas es capaz de percibirla.

Los sistemas conocidos para ahuyentar insectos basados en la luz son emisores activos: (MÁRKA et al. 2012) US pat.20120032096 A1.

- 45 No se conoce ningún sistema que emplee el lavado diferencial para crear un efecto óptico que repela insectos.

Otras referencias:

- ABBA M. B. *"Pot-in-pot refrigerator, clay pot cooler"* Nigeria. (1990).
- 5 DÍEZ A., CHAPARRO I., GARCÍA B., GOZALO J. *"Atlas House"*. Solar decathlon. ETSA UPV (2010)
- FLORES. *"Ladrillos cerámicos actuando como refrigerador evaporativo semi-indirecto"*. (2008).
- 10 HE J., HOYANO A. *"Experimental study of cooling effects of a passive evaporative cooling wall constructed of porous ceramics with high water soaking-up ability"*. Tokyo Institute of Technology. Yokohama. Japón (2008).
- 15 HORVÁTH G, VARJÚ D. *"Polarized Light in Animal Vision. Polarization Patterns in Nature"*. Springer-Verlag. ISBN: 3-540-40457-0. (2004).
- HORVÁTH G., MAJER J., HORVÁTH L., SZIVÁK I. KRISKA G. *"Ventral polarization vision in tabanids, horseflies and deerflies (Diptera, Tabanidae) are attracted to horizontally polarized light"*. Naturwissenschaften 95, 1093-1100. (2008)
- 20 HORVÁTH G., BLAHÓ M., KRISKA G., HEGEDÜS R., GERICS B., FARKAS R., ÅKESSON S. *"An unexpected advantage of whiteness in horses, the most horsefly-proof horse has a depolarizing white coat"*. Proc. R. Soc. B 277, 1643-1650. Londres. (2010).
- 25 HORVÁTH G., EGRI Á., BLAHÓ M., KRISKA G., FARKAS R., GYURKOVSKY M., ÅKESSON S. *"Polarotactic tabanids find striped patterns with brightness and/or polarization modulation least attractive: an advantage of zebra stripes"*. J. Exp. Biol. 215, 736-745. (2012).
- 30 MAISOTSENKO V. *"Indirect Evaporative Cooling"* (2007).
- MÁRKA S., MÁRKA Z. Á., BARTOS I. *"Optical Barrier to Pests"* (2012) Patente: US 20120032096 A1
- 35 MELERO S. *"Estudio de la eficacia del enfriamiento evaporativo en piezas cerámicas porosas para su aplicación en la arquitectura"*. (2010).
- 40 WANG R. *"Photogeneration of Highly Amphiphilic TiO₂ Surfaces"* Advanced Materials (1999)
- WSP ENVIRONMENTAL LTD *"EVAPCOOL: Passive Downdraught Cooling Systems Using Porous Ceramic Evaporators"*. (2003).

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención es un panel para ser empleado prioritariamente como fachada, bien en obra nueva o rehabilitación, con capacidad para realizar enfriamiento evaporativo indirecto, mejorando la eficiencia energética de la envolvente de edificios. Asimismo combina una serie de elementos que incrementan la convección superficial y pueden variar la tonalidad de la cara exterior.

Montaje:

- El panel está concebido para ser apilado en fachada como hoja exterior; fijado mediante grapas, llaves, perfiles u otro sistema análogo existente a una hoja interior u otro tipo de estructura que sirva de soporte.

Sistema evaporativo:

- El panel cuenta con varios depósitos que serán rellenados preferentemente con agua. Las paredes de estos depósitos que están orientadas hacia el exterior son porosas como un botijo, reteniendo el agua pero permitiendo el enfriamiento evaporativo. En ausencia de otros condicionantes externos, la temperatura de este agua desciende hasta alcanzar la temperatura de bulbo húmedo, que en climas cálidos y secos se encuentra muy por debajo de la temperatura ambiente. El agua es uno de los elementos con mayor calor específico, lo que aporta a la envolvente una gran estabilidad gracias a la inercia térmica de los depósitos cuando estos se encuentran llenos. Esta masa enfriada tiende a contrarrestar las ganancias exteriores (temperatura exterior elevada y radiación solar), e interiores (cargas internas) haciendo prescindibles los sistemas de refrigeración, o minimizando su consumo. La capacidad de enfriamiento de los paneles se prolonga más allá del agotamiento de los depósitos, puesto que el agua embebida en las paredes porosas de los depósitos seguirá evaporándose hasta que se consuma este remanente.

- Para mejorar las prestaciones térmicas y reducir el consumo de agua, el panel puede contar en la cara exterior con una serie de canales huecos verticales denominados alveolos. Los depósitos quedan así protegidos de la radiación solar directa y el aire contenido en los alveolos actúa de colchón térmico. Sin embargo el movimiento del aire en el interior de los alveolos presenta un patrón distinto, cuando no opuesto, al de una cámara ventilada. En *modo evaporativo* la radiación solar incidente deja de ser el factor determinante en el comportamiento fluidodinámico y pasa a ser la humedad relativa.

Sistema de llenado:

- Los depósitos de cada panel se llenan en cascada por rebose secuencial del situado por encima. Este sencillo método por gravedad se realiza a presión atmosférica. La presión hidrostática sólo depende entonces de la altura de los depósitos, por lo que el sistema puede apilarse de manera ilimitada sin incrementarla y supone el ahorro de manguitos, válvulas, boquillas y elementos análogos para la distribución del agua a los paneles inferiores.

- Los depósitos están interconectados en su extremo superior de tal forma que todos puedan llenarse sin importar cuál de ellos reciba suministro. Al alcanzar una cota máxima, el agua sobrante rebosa a través de unos conductos que actúan de sumidero y canalizan el agua por gravedad hasta el panel situado debajo. Es decir que mediante

un único punto de suministro en el extremo superior de la fachada, pueden llenarse una cantidad ilimitada de paneles dispuestos verticalmente. Los paneles cuentan con una modulación que permite enjararlos a tercios, lo que añade cierta capacidad de distribuir el agua horizontalmente.

5

Funcionamiento estacional:

El panel contempla dos modos de funcionamiento que le permiten adaptarse a las variaciones climáticas. *Modo Invierno o modo aislante*, en el que los depósitos están vacíos y por lo tanto no existe enfriamiento evaporativo; y *modo verano o modo evaporativo*, en el que los depósitos son esporádicamente rellenados, produciéndose la evaporación del agua y el enfriamiento evaporativo de forma similar a un botijo.

10

Ventajas de los depósitos:

La disposición de depósitos frente a otros sistemas sin acumulación proporciona, además de la mencionada inercia térmica, una autonomía al panel que le permite prolongar su funcionamiento sin necesidad de recibir un suministro constante. Esto amplía las fuentes de abastecimiento, pudiendo contemplar además del agua de red, la lluvia, agua reciclada o condensación atmosférica entre otras.

15

20 Reducción de la temperatura en condiciones de verano:

El panel se sirve de varios mecanismos para reducir su temperatura y combatir el calor exterior bajo condiciones de excesiva radiación solar. El más importante es el enfriamiento evaporativo, pero se suman otros como son:

25

La reflexión solar: El material preferente de la invención es el mortero de cal, al que puntualmente se incorpora un tratamiento de dióxido de titanio. Ambos materiales presentan una alta reflectancia y su temperatura superficial se ve menos afectada por la radiación solar que la mayoría de materiales empleados como acabado de fachada. Como se ha mencionado en el estado de la técnica, la cal se comporta como una superficie fría, reflejando el espectro visible pero con una alta emitancia en onda larga o infrarrojo lejano, lo que resulta idóneo para contrarrestar el sobrecalentamiento de la envolvente.

30

El aumento de la convección: La capacidad de una fachada para devolver el calor de la radiación solar a la atmósfera depende, entre otros factores, de la superficie de contacto con el aire. Mientras que la mayoría de paneles de fachada en el mercado son planos, la invención dispone de una superficie exterior ondulada. Esto implica una mayor superficie de intercambio convectivo. Al mismo tiempo, presentando distintos ángulos de exposición a los rayos solares, se produce un calentamiento diferencial de su superficie, generando corrientes convectivas desde las zonas sombreadas o menos expuestas y por lo tanto a menor temperatura, hacia las más expuestas, ayudando a reducir su temperatura superficial.

35

40

Variación de la tonalidad:

La tonalidad de la fachada determina su capacidad para absorber o reflejar la radiación solar. En climas cálidos, lo ideal desde un punto de vista energético, es una fachada de color claro que presente un gran albedo y evite el sobrecalentamiento de su superficie, mientras que en climas fríos, sería deseable la situación contraria. La invención se sirve de la acumulación y lavado diferencial de la contaminación atmosférica para modificar su tonalidad y adaptarse de este modo al cambio

45

estacional. Esta capacidad está condicionada por la presencia de agua en los depósitos, vinculándose a los modos de funcionamiento verano/invierno anteriormente mencionados.

El panel incorpora estrías inclinadas perpendiculares entre sí, de sección semicircular, semi elíptica o triangular en su cara exterior que al presentar superficies con cierta componente horizontal, fomentan que se depositen sobre ellas las partículas contaminantes, oscureciendo la fachada y aumentando con ello su capacidad para absorber la radiación solar. La mitad superior de estas estrías cuentan con un tratamiento fotocatalítico capaz de descomponer principalmente los óxidos nitrosos producidos por la industria, los sistemas de calefacción y el transporte basados en la combustión de combustibles fósiles. La propiedad hidrofílica del tratamiento fotocatalítico da lugar a una migración de la contaminación depositada sobre la mitad superior de las estrías, que tiende a depositarse y concentrarse en la cara inferior que carece de tratamiento. De este modo, cuando los depósitos se llenan en *modo verano*, el agua que rezuma por capilaridad horizontal a través del material poroso, llega hasta la cara superior de las estrías, activando el efecto hidrófilo que produce un lavado diferencial de la contaminación depositada. La mitad superior de las estrías recupera su tonalidad clara original, reflejando la radiación solar que en verano tiene una componente más vertical que en invierno.

La contaminación y los compuestos derivados de su oxidación fotocatalítica, que han sido desplazados hacia la cara inferior de las estrías, oscurecen la fachada en unos ángulos negativos en los que el sol incidirá cuando su trayectoria sea más horizontal, como ocurre en invierno.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para una mejor comprensión del invento se acompaña la presente memoria de una descripción de las figuras de forma ilustrativa y no limitativa:

La figura 1.- Muestra el panel en vista axonométrica donde se muestra su parte frontal, lateral y superior.

La figura 2.- Muestra una sección horizontal en su extremo superior.

La figura 3.-Muestra una sección vertical por la mitad de un alveolo en el que se representa el estrechamiento y geometría interior del mismo.

La figura4.-Muestra una sección vertical por la mitad de uno de los depósitos, en el que se representa el rebose de un depósito y el canal por donde el agua descendería hacia la pieza situada inmediatamente debajo, una vez la superior se ha llenado hasta el máximo. Asimismo está representada la matriz de poro abierto que, a modo de esponja, albergaría el líquido contenido en los depósitos.

La figura 5.-Muestra el alzado frontal de la pieza en el que se representa la textura en forma de espiga que canaliza el agua de escorrentía hacia los vértices cóncavos del frente del panel.

La figura 6.-Muestra una sección horizontal del encuentro entre dos paneles.

La figura 7.-Muestra la distribución de hoyuelos a lo largo del vértice de las estrías.

La figura 8.- Muestra uno de los hoyuelos que texturizan la cara interior de las paredes de los alveolos, visto en alzado.

La figura 9.- Muestra uno de los hoyuelos que texturizan las paredes de los alveolos, visto en sección vertical.

A continuación se proporciona una lista de los distintos elementos representados en las figuras que integran la invención:

1= Depósitos centrales.

2= Alveolos.

5 3= Canal de drenaje.

4= Estrías helicoidales en caras interiores de los alveolos.

5= Estrías inclinadas con tratamiento hidrófilo y fotocatalítico a base de TiO_2 .

6= Entalladura sobre la pared de división de los depósitos que los interconecta a una cota inferior a la de los sumideros de drenaje.

10 7= Machihembrado lateral de los paneles.

8= Sumidero en el extremo superior de los depósitos que comunica con el canal de drenaje.

9= Goterón.

10= Canal hueco.

15 11= Depósitos laterales.

12= Orificio de salida del canal de drenaje.

13= Vértice superior de un hoyuelo triangular asimétrico.

14= Hoyuelos triangulares asimétricos.

15= Resaltes en el lado inferior del triángulo, no perpendiculares al flujo.

20 16= Costillas verticales.

17= Mitad superior de la estría con tratamiento fotocatalítico a base de dióxido de titanio.

18= Codo.

α = Ángulo que forma el resalte con la perpendicular al flujo, $20^\circ < \alpha < 50^\circ$.

25

MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION:

El panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas comprende una serie de depósitos (1), (11) de paredes porosas, impermeables al paso del líquido a evaporar pero permeables al paso del vapor. El líquido a evaporar es preferiblemente agua. Los depósitos (1), (11) están dispuestos en la cara interior del panel, separados entre sí por paredes de carácter estructural pero interconectados horizontalmente en su extremo superior mediante entalladuras (6) sobre la pared de división de los depósitos (1), (11). de forma que se garantice el llenado de todos los depósitos (1), (11) independientemente de cuál reciba suministro. Esto supone una ventaja respecto de los sistemas que no permiten la distribución horizontal del agua. Los depósitos (1), (11) pueden ser simplemente huecos o contener una matriz de poro abierto, es decir, una estructura esponjosa con múltiples oquedades interconectadas que pueden ser ocupadas por aire o agua. El material preferente de la matriz de poro abierto es espuma cerámica. Sus funciones son: Percolar el agua durante la operación de llenado, actuando de filtro y aumentando el oxígeno disuelto; así como protegerla de la luz y los insectos.

El panel incorpora un sistema de rebose que consta de: Un sumidero (8) en el extremo superior por encima las entalladuras (6) de la pared de división de los depósitos (1), (11) y un canal de drenaje (3) que comprende un codo (18) y un orificio de salida (12) con un goterón (9). Al ser apilados, el orificio de salida (12) de un panel queda posicionado en la vertical de alguno de los depósitos (1), (11) del panel situado debajo.

El sistema permite el reemplazo de un panel mientras el resto están llenos y refrigerando, salvo en condiciones de fuerte viento.

La cara exterior de los paneles cuenta con una serie de canales huecos por los que puede fluir el aire, denominados alveolos (2) de sección: triangular, circular, elíptica u ovoide. Las paredes que separan los depósitos (1), (11), de los alveolos (2) son porosas y a través de ellas se produce la evaporación del agua. El aire contenido en los alveolos se enfría y al hacerse más denso se inicia un movimiento descendente que renueva el aire, fomentando la entrada de nuevo aire seco que perpetúa el funcionamiento del sistema. El colchón térmico que forma, mejora las prestaciones respecto a sistemas de fachadas evaporativas sin cámara, donde la convección de sus elementos se realiza contra un aire a temperatura exterior y además reciben ganancias térmicas por radiación solar.

El sistema es versátil estacionalmente, funcionando en dos modos según las condiciones climáticas exteriores:

- *Modo Invierno o modo aislante*: Los depósitos (1), (11) están secos, la matriz de poro abierto que hay en su interior reduce el movimiento del aire, confiriéndole propiedades aislantes. La baja temperatura exterior y las distintas geometrías de la superficie de los alveolos (2) limitan la convección.

- *Modo verano o modo evaporativo*: Los depósitos (1), (11) están llenos de agua, que se evapora a través de las paredes porosas. El agua, las paredes de los depósitos y el aire en contacto con ellas se enfrían, formando un colchón térmico contra el calor exterior.

Climatización de exteriores:

Durante los meses cálidos, cuando el sistema está enfriando, se puede aprovechar la corriente descendente de aire para la climatización de espacios exteriores y la creación de cortinas de aire frío, reduciendo la ganancia de calor en los accesos de los edificios.

También es posible su aprovechamiento como pre-acondicionamiento del aire de otros sistemas convencionales (bombas de calor, unidades de tratamiento de aire, etc.) cuyo rendimiento se ve implementado al intercambiar energía con un entorno a una temperatura más favorable para su rendimiento y al mismo tiempo se podría emplear el agua de condensación para alimentar los depósitos (1), (11).

Materiales: El material preferente de la invención es mortero de cal armado, pudiendo incorporar cales obtenidas a partir del reciclaje de subproductos industriales (*Geosilex*®), permeables al vapor de agua ($\mu \leq 15$). La carbonatación progresiva de la cal compensa la eventual aparición de microfisuras derivadas de los procesos de absorción y desecación. El aglomerante se ve sometido a contracciones durante los ciclos secado, mientras que el árido no, generando tensiones que pueden producir pérdidas de resistencia mecánica por fatiga o fugas en los depósitos (1), (11) a largo plazo.

El sistema de fabricación preferente, pero no el único, es la impresión tridimensional en mortero pudiendo incorporar armado de refuerzo en la masa. La versatilidad de la invención para ser fabricada fundamentalmente a base de mortero amplía las posibilidades de producción y puede suponer un ahorro económico respecto a materiales cerámicos.

La pared posterior del panel puede ser impermeabilizada mediante un sellador líquido.

La espuma cerámica que puede ocupar los depósitos (1), (11) es un material celular de alta porosidad empleado en múltiples aplicaciones industriales. Sus propiedades son una baja conductividad térmica, alta permeabilidad, estabilidad a altas temperaturas, estabilidad térmica y resistencia al choque térmico.

Las caras interiores de los alveolos (2) presentan geometrías que mejoran su funcionamiento:

Estrías helicoidales (4):

Aumentan la superficie evaporativa e inducen un movimiento rotacional en la corriente de aire que recorre los alveolos (2), canalizando el aire seco próximo a la cara exterior del panel hacia las paredes húmedas de los depósitos (1), (11) para renovar el aire saturado de humedad próximo a la superficie evaporativa.

Estrechamientos alternos:

Los alveolos (2) se estrechan en su tramo central formando un hiperboloide que acelera y modula el flujo de aire.

Hoyuelos triangulares asimétricos (14) con resaltes (15):

En el vértice de las estrías helicoidales (4) se alinean una serie de hoyuelos triangulares asimétricos (14), que disponen de un vértice superior (13) orientado hacia arriba, y un resalte (15) en el extremo opuesto que forma un ángulo (α) comprendido entre 20° y 50° con la perpendicular al eje del alveolo (2). Este eje es paralelo a la dirección del flujo de aire (que habitualmente será vertical y descendente en *modo evaporativo*).

La función de los hoyuelos triangulares asimétricos (14) es mejorar la capacidad de evaporación superficial. Las líneas de corriente del flujo de aire que recorren el alveolo (2) se acomodan al suave cambio de dirección que introduce el vértice superior (13), pero al llegar al resalte (15) el cambio de dirección es mas brusco, pudiendo dar lugar al desprendimiento de la capa límite y la generación de una estela turbulenta que mezclaría el aire saturado de humedad situado en la capa límite con el más alejado y más seco, acelerando la dispersión del vapor de agua.

La función de los resaltes (15) y la asimetría de los hoyuelos triangulares asimétricos (14) es desviar el flujo lateralmente a favor del movimiento rotacional inducido por las estrías helicoidales (4), colaborando en desplazar el aire saturado de humedad de las paredes de los depósitos (1), (11) hacia la cara exterior del panel.

Cara exterior:

Costillas verticales (16):

La cara exterior del panel consta de una geometría ondulada similar a la de algunas especies de cactus. Al igual que en estas plantas, las partes salientes se denominan costillas verticales (16) y tienen una función similar. Sobresalen hacia el exterior respecto de los depósitos, produciendo sombras auto-arrojadas de modo que cuando el sol incide sobre el plano de fachada con un ángulo tangencial, se crean gradientes térmicos que incrementan la convección y aumentan la capacidad de la fachada para disipar la radiación incidente de nuevo hacia la atmósfera.

Las estrías inclinadas (5) y la variación de la absorción de los paneles evaporativos según el ángulo solar:

Los paneles reflejan una mayor proporción de radiación solar en verano que en invierno variando su tonalidad. Para lograrlo se sirven de la contaminación atmosférica, acumulándola durante el invierno y redistribuyéndola durante el verano por medio de un lavado diferencial hacia las zonas donde el sol no incide directamente o lo hace en una proporción menor respecto del invierno.

Las costillas verticales (16) disponen de una serie de estrías inclinadas (5) en la cara exterior del panel de sección semicircular, semi elíptica o triangular con un tratamiento de dióxido de titanio (TiO_2) en la masa del mortero en un espesor $\geq 0,7\text{mm}$ en la mitad superior (17) de dichas estrías (5) que confiere a su superficie propiedades fotocatalíticas e hidrófilas. Las moléculas de contaminación urbana (principalmente NO_x) que se depositan sobre la superficie tratada, son descompuestas por la acción del fotocatalítica del TiO_2 en forma de CO_2 y nitratos. Los contaminantes descompuestos son arrastrados por el agua hacia la mitad inferior de las estrías inclinadas, mientras que la mitad superior y más expuesta a la luz queda más limpia, formando un patrón clarooscuro geométrico. Además de una ventaja estética, el panel varía su absorción de forma estacional, absorbiendo mas radiación en invierno y reflejándola en mayor proporción durante el verano, lo que implica ahorros energéticos tanto en calefacción como en refrigeración.

Para lograr un mayor control de la variación cromática estacional, las fachadas de paneles para enfriamiento evaporativo indirecto contarán preferiblemente con aleros y cornisas. El agua necesaria para el lavado es aportada por el rezumado de los depósitos (1), (11) durante el verano, cuando se encuentran llenos en *modo evaporativo*. El lavado diferencial descrito hace que la parte superior de las estrías esté más limpia que la inferior. Como el mortero de cal, material preferente de la invención, y el TiO_2 poseen una baja absorción, reflejan la mayor parte de la radiación incidente en las zonas limpias, que son las que más radiación reciben en verano; mientras que en invierno, cuando los rayos solares son más horizontales, se incrementa la proporción de rayos solares que inciden sobre las zonas oscurecidas por el lavado diferencial, aumentando la absorción de la fachada y por tanto su temperatura superficial.

Ventajas estéticas:

Las estrías inclinadas (5) de la cara exterior del panel controlan la escorrentía superficial produciendo un lavado diferencial previsible que concentra los sedimentos de contaminación en la mitad inferior de las estrías (5) mejorando las cualidades estéticas a lo largo de tiempo.

Vegetación:

El panel puede ser vegetado entre las estrías inclinadas (5). Las plantas absorben la humedad que aflora entre los alveolos (2) cuando los depósitos (1), (11) están llenos. Aunque se encuentren vacíos, la forma en "V" de las estrías (5) concentra el agua de lluvia y el rocío en los vértices así como los nitratos procedentes de la reacción fotocatalítica, sirviendo de sustento de pequeñas plantas o líquenes.

Repelente de insectos:

El tratamiento a base de dióxido de titanio (TiO₂) en la mitad superior (17) de las estrías inclinadas (5) de la cara exterior del panel las hace reflectantes a la luz y reducen la acumulación de suciedad respecto al resto del panel, produciendo un lavado diferencial que da lugar a un patrón de bandas claroscuros similares a las de las cebras. El efecto óptico creado repele a determinadas especies de insectos.

Las estrías inclinadas (5) siguen dos direcciones perpendiculares entre sí, lo que aumenta el efecto disuasorio de las plagas respecto a patrones con una única dirección.

10 Acústica:

Tanto las costillas verticales (16) como las estrías inclinadas (5) mejoran la acústica urbana, absorbiendo las longitudes de onda del mismo tamaño que sus ondulaciones y dispersando las de menor longitud, reduciendo el efecto cañón.

15 Modo de fijación preferente:

Los paneles se anclan sobre una fachada aislada e impermeabilizada preferentemente mediante 4 grapas metálicas, las dos superiores son compartidas con el panel situado encima y las dos inferiores con de debajo.

20 Unión lateral de los paneles:

Para mejorar el sellado, los paneles disponen de un machihembrado (7) en sus caras laterales. La primera pareja de entalladuras dejan un canal hueco (10) por el que el agua que pudiera infiltrarse desde el exterior, encontraría un ensanchamiento que no le permitiría aprovechar la tensión superficial para seguir progresando hacia el interior y descendería por gravedad.

Enjarje y llenado de los paneles:

Si los paneles se disponen formando una retícula, el rebose del superior rellenará únicamente el situado debajo. Pero al ser modulares y disponer de dos orificios de drenaje (12), también es posible enjarjarlos, lo que permite que cada panel rebose sobre los dos situados por debajo.

El sistema de suministro de agua para los paneles no es objeto de la presente invención, pero para una mejor comprensión de la misma se indica que proviene fundamentalmente de depósitos de acumulación de agua de lluvia en cubierta, aguas grises recicladas en el mismo edificio por medios de ultrafiltración o similares presentes en el mercado y/o agua de condensación.

El sistema de llenado puede ser manual o automático. La monitorización de la fachada instalada permitirá la estimación de consumo. Un canalón en el extremo inferior recoge el agua que pueda rebosar de la fila inferior de paneles.

Dimensiones:

El panel funciona en un amplio margen de dimensiones. Se proponen las que alcanzan un mayor rendimiento compatibles con bloques existentes en el mercado.

Anchura: 40cm Altura: 20cm Profundidad: 18cm.

REIVINDICACIONES

1. Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas **caracterizado** por una serie de depósitos (1), (11) de paredes porosas, impermeables al paso del líquido a evaporar pero permeables al paso del vapor. El líquido a evaporar es preferiblemente agua. Los depósitos (1), (11) están dispuestos en la cara interior del panel, separados entre sí por paredes de carácter estructural pero interconectados horizontalmente en su extremo superior mediante entalladuras (6) sobre la pared de división de los depósitos (1), (11). Los depósitos (1), (11) pueden ser simplemente huecos o contener una matriz de poro abierto.
El panel incorpora un sistema de rebose que consta de: Un sumidero (8) en el extremo superior por encima las entalladuras (6) de la pared de división de los depósitos (1), (11) y un canal de drenaje (3) que comprende un codo (18) y un orificio de salida (12) con un goterón (9).
El material preferente de las paredes porosas de los depósitos (1), (11) es mortero de cal armado, pudiendo incorporar otras cales obtenidas a partir del reciclaje de subproductos industriales, permeables al vapor de agua.
2. Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas según reivindicación 1 **caracterizado** por contar con una serie de canales huecos por los que puede fluir el aire, denominados alveolos (2) situados en la cara exterior del panel, de sección: triangular, circular, elíptica u ovoide.
Los alveolos (2) pueden estrecharse en su tramo central formando un hiperboloide.
3. Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas según reivindicación 1 **caracterizado** por que la matriz de poro abierto de los depósitos (1), (11) es de espuma cerámica.
4. Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas según reivindicación 2 **caracterizado** por que los alveolos (2) exteriormente forman una serie de salientes denominados costillas verticales (16) que sobresalen hacia el exterior respecto de los depósitos (1),(11).
5. Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas según reivindicación 1 **caracterizado** por que las paredes de los depósitos (1), (11) son de mortero de cal.
6. Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas según reivindicación 1 **caracterizado** por que el orificio de salida (12) del sistema de rebose queda alineado en la vertical de los depósitos (1), (11).
7. Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas según reivindicación 2 **caracterizado** por que los alveolos (2) presentan unas estrías helicoidales (4) en sus caras interiores.
8. Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas según reivindicación 7 **caracterizado** por que las estrías helicoidales (4) presentan en su vértice una alineación de hoyuelos triangulares asimétricos (14) que disponen de un vértice superior (13) orientado hacia arriba y un resalte (15) en el extremo opuesto que forma un ángulo (α) comprendido entre 20° y 50° con la perpendicular al eje del alveolo (2).
9. Panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas según reivindicación 1 **caracterizado** por estrías inclinadas (5) perpendiculares entre sí, de sección semicircular, semi elíptica o triangular a lo largo de la cara exterior del panel.

Las estrías inclinadas (5) disponen en su mitad superior (17) de un tratamiento superficial fotocatalizador, preferentemente a base de dióxido de titanio.

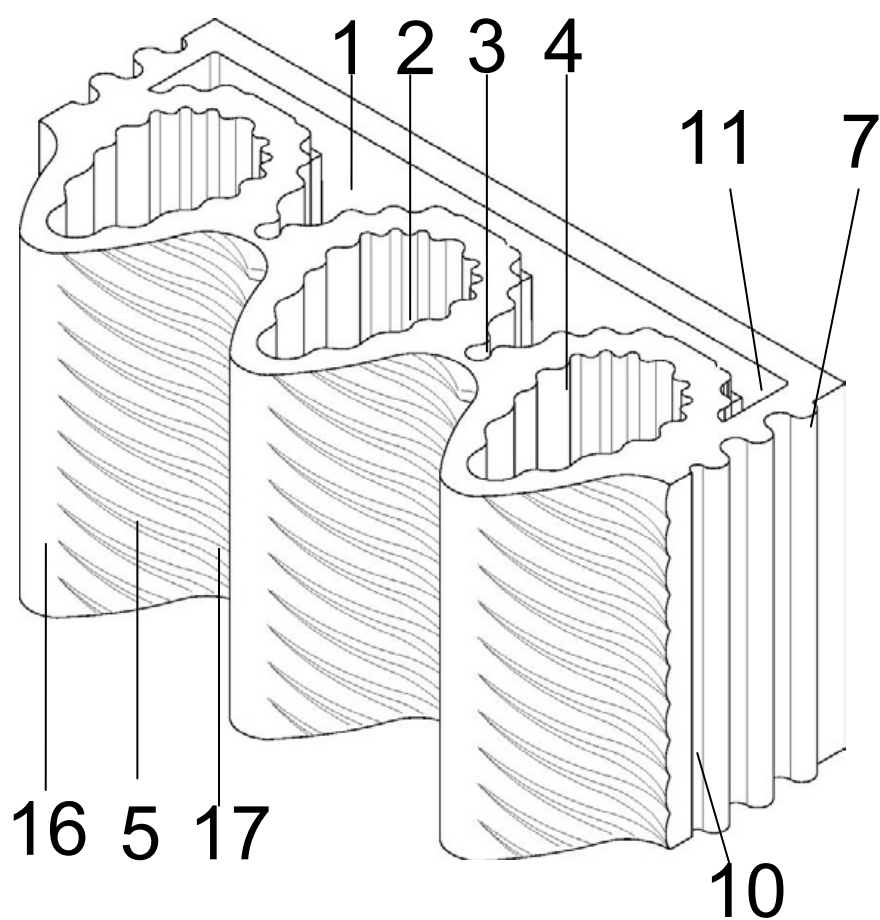


FIG 1

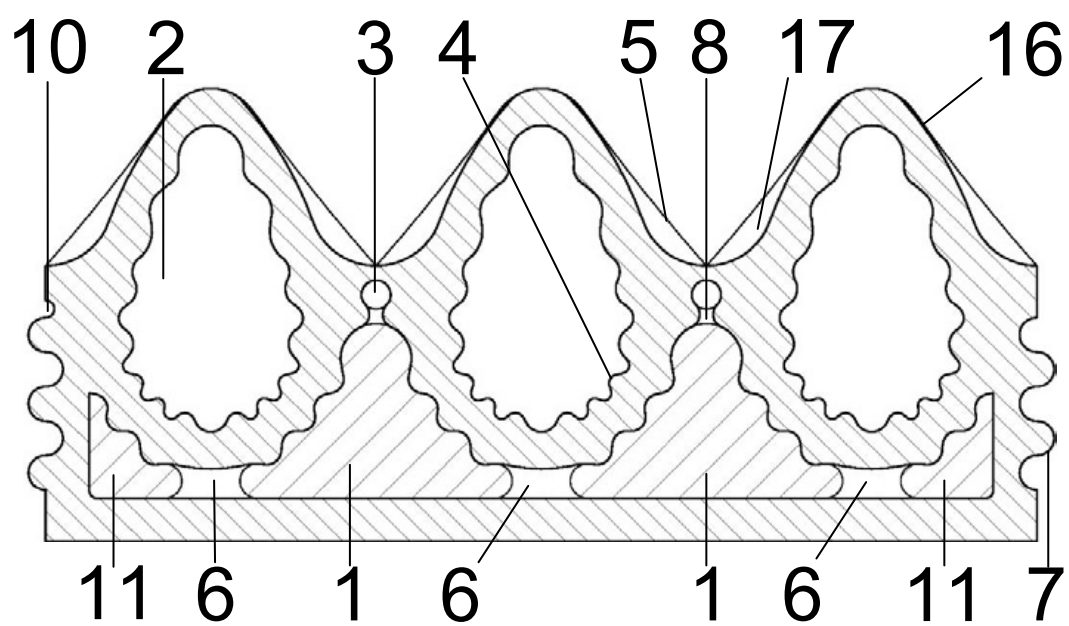


FIG 2

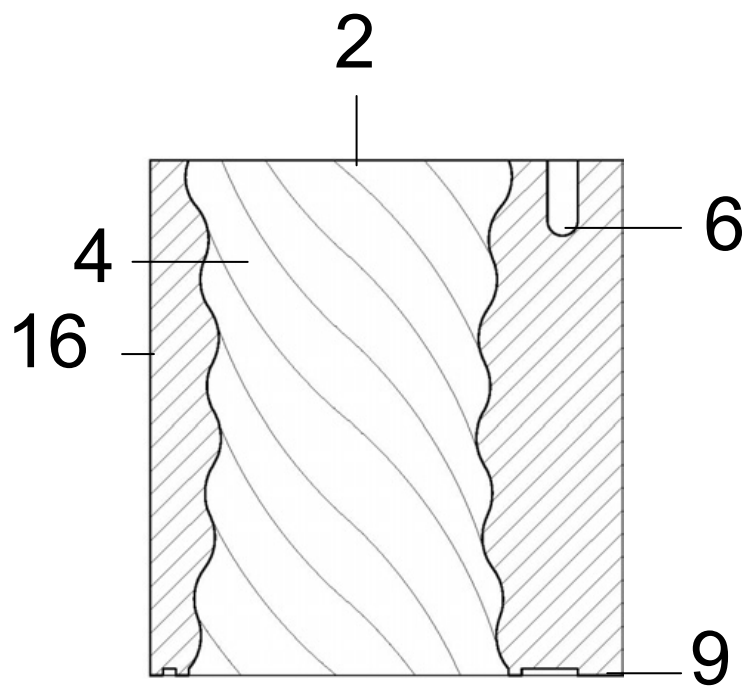


FIG 3

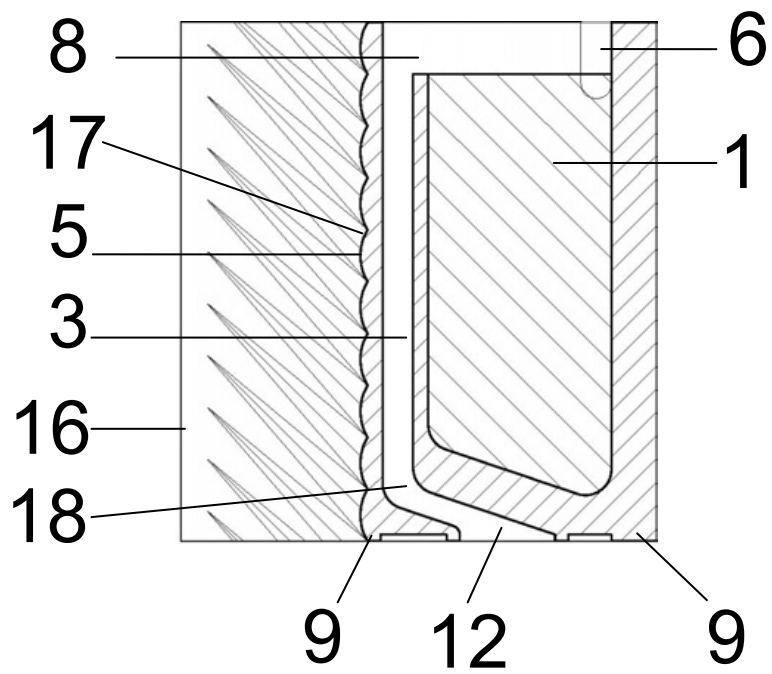


FIG 4

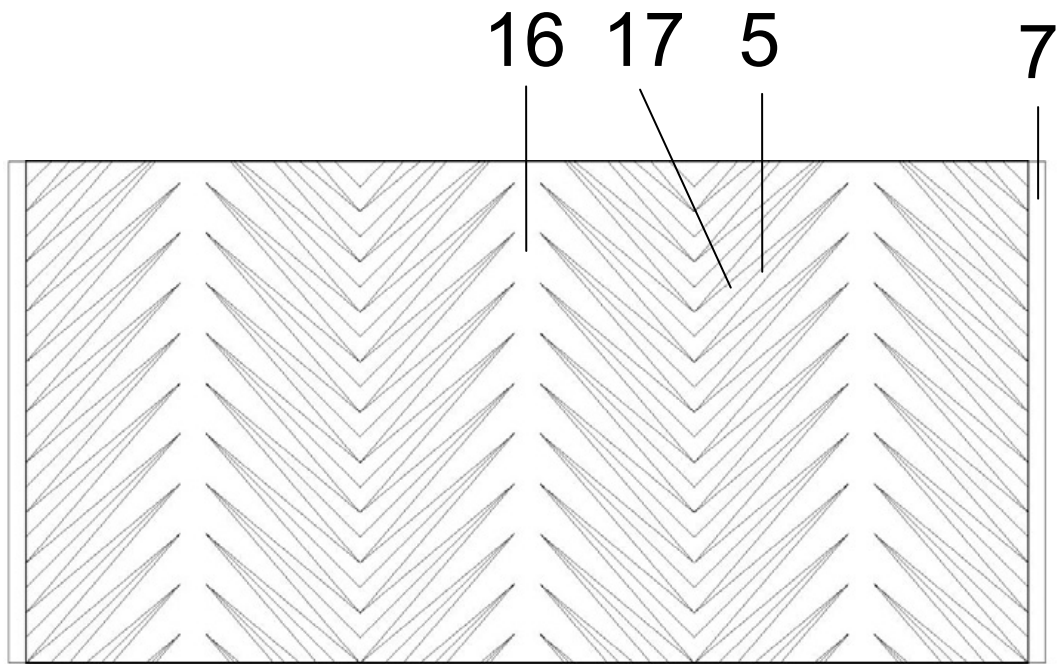


FIG 5

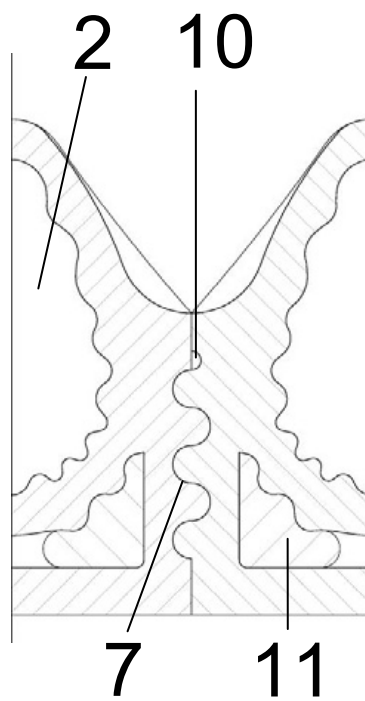


FIG 6

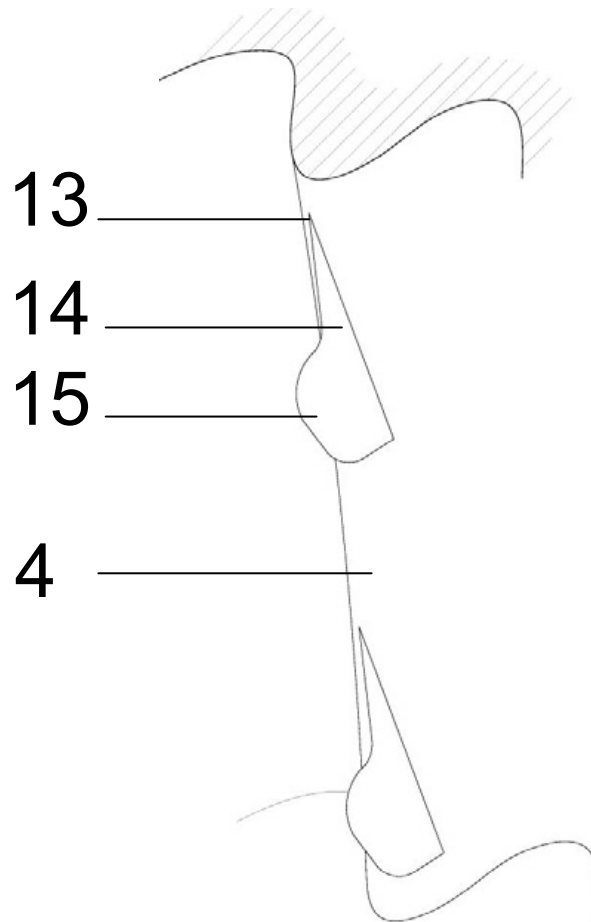


FIG 7

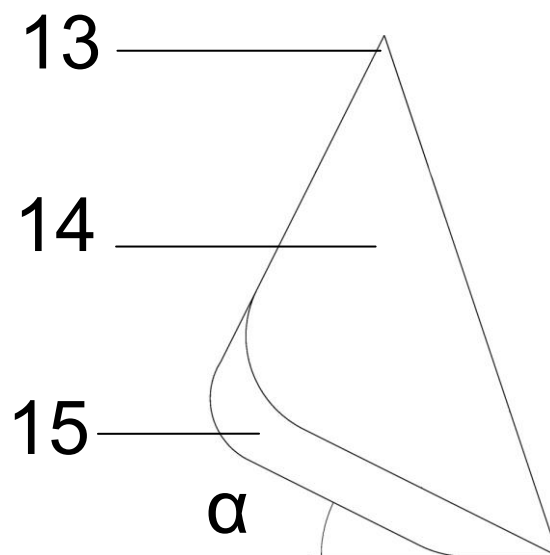


FIG 8

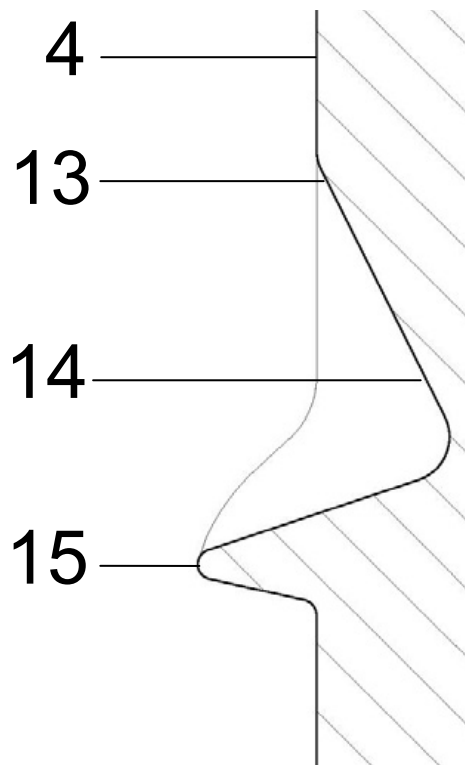


FIG 9



- ②① N.º solicitud: 201530598
②② Fecha de presentación de la solicitud: 04.05.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	ES 2352405 A1 (UNIV ALICANTE) 18/02/2011, columna 1, líneas 6 - 18; columna 3, líneas 5 - 24; Columna 4, línea 53 - columna 6, línea 13; Figuras 1 - 7.	1 - 4, 6
A	US 7818919 B1 (MAXWELL-MERRILL CLAUDIO BETANCES et al.) 26/10/2010, Columna 4, líneas 21 - 34; columna 5, línea 34 - columna 7, línea 3; figura 9.	1, 2, 5, 6
A	CN 101654937 A (JING FENG) 24/02/2010, & Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE; AN 2010-C61367; figuras.	1 - 3, 6
A	ES 2406704 A1 (TERRADOS CEPEDA FRANCISCO JAVIER) 07/06/2013, Página 5, línea 11 - página 6, línea 12; figuras 2, 5, 6.	1, 3, 6
A	WO 2005045332 A1 (UNIV NOTTINGHAM et al.) 19/05/2005, Página 6, línea 12 - página 7, línea 17; figuras 1, 7, 8.	1, 6

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
04.10.2016

Examinador
S. Fernández de Miguel

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

E04B1/76 (2006.01)**E04C1/39** (2006.01)**F24F5/00** (2006.01)

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

E04B, E04C, F24F, E04F

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 04.10.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1 - 9	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1 - 9	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	ES 2352405 A1 (UNIV ALICANTE)	18.02.2011
D02	US 7818919 B1 (MAXWELL-MERRILL CLAUDIO BETANCES et al.)	26.10.2010
D03	CN 101654937 A (JING FENG)	24.02.2010
D04	ES 2406704 A1 (TERRADOS CEPEDA FRANCISCO JAVIER)	07.06.2013
D05	WO 2005045332 A1 (UNIV NOTTINGHAM et al.)	19.05.2005

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

La presente invención se refiere a un panel para enfriamiento evaporativo indirecto de fachadas.

El documento D01 puede considerarse el más cercano del estado de la técnica anterior en relación con la reivindicación 1 de la solicitud.

El documento D01 divulga un panel de cerramiento para el enfriamiento evaporativo de fachadas. El panel incorpora una serie de depósitos o contenedores desmontables de paredes de cerámica porosa, que están dispuestos en la cara interior del panel y quedan separados entre sí por paredes de tipo estructural. Los depósitos son huecos, aunque se prevé la incorporación de un tejido o membrana y presentan orificios de salida.

Sin embargo, a diferencia del objeto técnico de la reivindicación 1 de la solicitud, los depósitos del documento D01 no están interconectados superiormente mediante entalladuras en las paredes de división con la finalidad de que todos puedan llenarse sin importar cuál de ellos recibe el suministro ni presentan un sistema de rebose con sumidero y canal de drenaje.

El resto de los documentos citados, D02-D05, solo muestran el estado general de la técnica en el campo de la invención.

No se considera evidente para una persona experta en la materia llegar a obtener a partir de dichos documentos o de una combinación relevante de los mismos el panel definido en la reivindicación 1.

Por tanto, a la vista de los anteriores documentos, se considera que la invención según se recoge en dicha reivindicación es nueva y tiene actividad inventiva (Art. 6.1 y 8.1 LP 11/1986).

Las reivindicaciones 2-9 son dependientes de la reivindicación 1 y por tanto como ella son nuevas e implican actividad inventiva.