

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 476**

51 Int. Cl.:

C04B 28/04 (2006.01)

C04B 28/06 (2006.01)

C04B 38/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2016 E 16193025 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 3156383**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una espuma inorgánica**

30 Prioridad:

16.10.2015 DE 102015013396

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

03.10.2018

73 Titular/es:

**IAB INSTITUT FÜR ANGEWANDTE
BAUFORSCHUNG WEIMAR GGMBH (100.0%)
Über der Nonnenwiese 1
99428 Weimar, DE**

72 Inventor/es:

HÖCHST, ATTILA

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 684 476 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de una espuma inorgánica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una espuma mineral y su composición.

10 La respuesta al desarrollo global de los recursos energéticos fósiles, cada vez más limitados, y a la contaminación ambiental asociada al mismo ha sido la enmienda de una ordenanza de ahorro energético (Ordenanza sobre la protección térmica para el ahorro energético y la técnica de instalaciones para el ahorro energético en edificios). En el sector de los fabricantes de materiales de construcción de muros, el desarrollo de los materiales de construcción ha llevado a realizar esfuerzos por minimizar la conductibilidad térmica, lo que se implementa por parte de estos fabricantes mediante el relleno de los materiales de construcción con materiales termoaislantes.

15 Para el aislamiento térmico se deberán seleccionar materiales que sean respetuosos con el medio ambiente y que durante su fabricación o debido a su composición química no contengan ni liberen sustancias nocivas que contribuyan al efecto de invernadero o tengan efectos dañinos para la salud a lo largo de su ciclo de vida.

20 Desde una perspectiva económica global se ha de suponer que un material aislante ahorra más energía que la utilizada para su fabricación o reciclaje.

Estado de la técnica

25 En general se tiene el objetivo de conseguir de manera racional un bajo coeficiente de transmisión térmica en un material de construcción de muros, sin un aislamiento adicional complejo y a menudo también costoso. A fin de reducir la conductividad térmica en materiales de construcción de muros se realizan en dichos materiales cámaras huecas que se rellenan con materiales termoaislantes. En el caso de la mampostería de ladrillos, esto se lleva a cabo, por una parte, mediante un cuerpo de ladrillo de alta porosidad y, por la otra parte, mediante el relleno de las cámaras huecas del ladrillo con un material termoaislante adicional.

30 Los materiales aislantes de base mineral, por ejemplo, perlita o lana mineral, ocupan una cuota de mercado alta. Estos materiales de relleno se fabrican en un proceso a temperatura elevada que resulta muy costoso.

35 Además de los materiales aislantes minerales se utilizan también materiales aislantes de base orgánica, por ejemplo, poliestireno o resina fenólica. En la mayoría de los casos, tales materiales aislantes disponen de una conductividad térmica claramente menor, pero se han de considerar nocivos desde el punto de vista ecológico y de su capacidad de reciclaje.

40 Para rellenar las cámaras huecas de ladrillos existen distintos procedimientos. En la mayoría de los procedimientos usuales, el aislamiento se introduce entre el lado rectificado del ladrillo y la paleta o el embalaje. Un procedimiento de relleno conocido consiste en la inserción de material aislante configurado en forma de bloque. Los bloques se cortan a partir del material aislante respectivo en correspondencia con la geometría del cuerpo hueco, casi siempre con un tamaño ligeramente menor, y se introducen por arrastre de fuerza en las cámaras huecas del ladrillo. Es posible asimismo que los elementos de material aislante preparados sean aspirados hacia el interior de las cámaras del ladrillo mediante la generación de un vacío. A tal efecto, los segmentos de material aislante se insertan en canales, el ladrillo se sitúa por delante de los canales y los segmentos son aspirados hacia los canales de aislamiento del ladrillo.

50 Otra posibilidad para rellenar las cámaras huecas de materiales de construcción de muros consiste en la utilización de materiales que se pueden verter o soplar, por ejemplo, fibras minerales, perlita, vidrio expandido, piedra pómez, partículas de poliestireno y fibras de celulosa. Los aglutinantes pegan las partículas de material aislante entre sí y las protegen además contra la caída de las cámaras huecas del ladrillo. Como aglutinantes se utilizan principalmente vidrios solubles, sol de sílice, silano, dispersiones de plástico, resinas fenólicas o termoplásticos. El secado y el endurecimiento de los aglutinantes se realizan sin un suministro de energía adicional o con un suministro de energía adicional (por ejemplo, la utilización de radiación térmica). A continuación, el relleno del ladrillo se puede impregnar superficialmente para mejorar la repelencia del agua.

60 Para que un material de relleno sea adecuado como material aislante, es necesario que éste presente una alta porosidad. Para conseguirla se aplica la mayor cantidad posible de aire o gas en el material. Como es conocido, esto se produce mediante el aumento del grano, la porosidad del lecho o matriz de un material. Con el aumento de la porosidad disminuyen la densidad aparente en seco y en general también la conductividad térmica.

65 Una pasta de cemento se puede espumar química y/o físicamente. La pasta de cemento espumada químicamente se fabrica en general con la presencia de polvo de aluminio. En una reacción química con las fases del clínker del cemento se produce un gas propulsor que permite espumar la pasta de cemento. En el espumado físico se puede

adicionar a la pasta de cemento una espuma prefabricada que se mezcla con la misma y se puede fabricar en un generador de espuma a partir de agua, gas y un agente espumante. Otra variante conocida es un espumado directo de la pasta de cemento que ya contiene el agente espumante. Son conocidos agentes espumantes a base de agentes tensioactivos o proteínas.

5 Del estado de la técnica son conocidas espumas minerales de poca densidad y poca conductividad térmica. En el documento WO2011/044605A1 se describe una formulación para la fabricación de una espuma aislante mineral a base de un aglutinante de fraguado hidráulico y un aglutinante puzolánico, que presenta un peso en seco máximo de 300 kg/m³. Como aglutinante hidráulico se utiliza un cemento de sulfato-aluminato que contiene un componente de sulfato y aluminato y está presente en una proporción de al menos 50 partes en peso.

10 En el documento DE102010062762A1 se describe un procedimiento para la fabricación de un hormigón espumado con una densidad en seco inferior a 400 kg/m³, en el que una pasta de cemento y una espuma de proteína se fabrican por separado y se mezclan a continuación entre sí. El agente espumante de proteína está formado por aminoácidos apolares y polares.

15 Por la disertación de Dr.-Ing. Jens Uwe Pott "Entwicklungsstrategien für zementgebundene Schäume", Universidad de Hannover, 2006, es conocido que en la fabricación de espumas de cemento estables se pueden conseguir contenidos de aire de 65 % en volumen como máximo y densidades aparentes en húmedo de 600 a 650 kg/m³ aproximadamente. Mediante un secado a continuación, la densidad aparente se volvió a reducir en 100 a 150 kg/m³ aproximadamente. En casos excepcionales se pudieron conseguir densidades aparentes en seco menores de hasta 400 kg/m³ aproximadamente, pero estas espumas de cemento no presentaban resistencias útiles técnicamente.

20 En el documento DE19708779A1 se describe una espuma de fraguado por aglutinante y su fabricación, que contiene un subproducto industrial como componente esencial. En el caso del subproducto se trata de polvo de ladrillo que resulta de la fabricación de bloques cerámicos rectificadas y/o del reciclaje de ladrillos. El polvo de ladrillo presenta un grano máximo de 5 mm o inferior. La fabricación de espuma ligera de ladrillo se lleva a cabo en 2 etapas de procedimiento. Primeramente, el polvo de ladrillo, los aglutinantes, los agentes espumantes, los aditivos y, dado el caso, un acelerador de solidificación se mezclan con agua para obtener una suspensión. A continuación, esta suspensión se espuma con aire comprimido.

25 Del documento DE2007031365B4 es conocido que un bloque con una disposición de espacios vacíos se rellena con un hormigón celular poroso. Éste se caracteriza por una capa de barrera hidrófuga entre la pared del espacio vacío y el relleno de hormigón celular, pudiendo ser esta capa de barrera, por ejemplo, un revestimiento hidrófobo a base de una suspensión de aceite de silicona o un aceite vegetal.

30 El documento WO2013/150148A1 da a conocer un procedimiento para la fabricación de una espuma inorgánica con una densidad aparente en seco inferior a 400 kg/m³, que está caracterizado por las etapas de procedimiento siguientes: a) fabricar una primera pasta de aglutinante, cuyos componentes principales son un cemento Portland y agua; b) fabricar por separado una segunda pasta de aglutinante, cuyos componentes principales son un cemento de aluminato de calcio y agua y que se diferencia por su composición de la primera pasta de aglutinante; c) unir y homogeneizar la primera y la segunda pasta de cemento, fabricadas por separado, con una espuma fabricada por separado para obtener una espuma de producto.

35 Los procedimientos, conocidos previamente, para la fabricación de espumas minerales y sus composiciones tienen la desventaja de que las espumas requieren un tiempo de espera más largo hasta su solidificación. Sólo después de alcanzarse un cierto tiempo de solidificación y, por tanto, una estabilidad de forma suficiente de la espuma se pueden transportar y embalar los bloques/materiales de construcción de muros rellenos.

50 **Descripción de la invención**

La invención tiene, por tanto, el objetivo de poner a disposición un procedimiento para la fabricación de una espuma mineral y su composición de espuma, pudiendo garantizar el procedimiento un tiempo de solidificación corto de la espuma y un relleno continuo de materiales de construcción de muros y su embalaje subsiguiente.

55 Este objetivo se consigue mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1. Otras configuraciones ventajosas del procedimiento aparecen en las reivindicaciones dependientes.

60 Para conseguir este objetivo, la invención prevé un procedimiento para la fabricación de una espuma mineral con las etapas siguientes:

- a) fabricar una primera pasta de aglutinante a partir de agua, agente espumante y cemento,
- b) fabricar una segunda pasta de aglutinante a partir de agua, agente espumante y cemento endurecedor,
- c) espumar la primera pasta de aglutinante para obtener una primera espuma de cemento,
- 65 d) espumar la segunda pasta de aglutinante para obtener una segunda espuma de cemento, preferentemente una espuma de cemento endurecedor, y

e) unir y homogeneizar las espumas de cemento para obtener una espuma de producto.

A continuación de la fabricación se ejecutan, dado el caso, las dos etapas de procedimiento siguientes que utilizan la espuma de producto ya terminada:

5 f) introducir la espuma de producto en cavidades, bloques de construcción de muros, etc., y
g) solidificar la espuma de producto en dependencia de la proporción de mezcla de espuma de cemento y espuma de cemento endurecedor.

10 Para espumar la primera y/o la segunda pasta de aglutinante, éstas se pueden introducir de manera separada entre sí en al menos una cámara cerrada, haciéndose oscilar la cámara durante la introducción de la pasta. Este procedimiento posibilita ventajosamente el espumado de un material, sin tener que insertar un útil rotatorio en el dispositivo mezclador ni calentar la espuma producida.

15 Como agente espumante se utiliza preferentemente una queratina obtenida mediante la hidrólisis de proteínas. Asimismo, se pueden utilizar agentes espumantes a base de tensioactivos o una combinación de tensioactivos y proteínas.

20 El aglutinante contenido en una espuma de cemento es un cemento Portland convencional, preferentemente con la clase de resistencia 52,5. En el caso de la espuma de cemento endurecedor se utiliza un aglutinante de aluminato de calcio que al mezclarse con el cemento Portland y producirse la reacción subsiguiente provoca una rápida solidificación de la espuma de producto.

25 En las etapas de procedimiento (a) y (b) se pueden adicionar a las pastas de aglutinante aditivos inertes, puzolánicos o hidráulicos latentes, así como otros aditivos, tales como agentes humectantes, solventes o hidrófugos o estabilizadores.

30 Cada uno de los dos aglutinantes se mezcla con sus otros componentes principales de mezcla, o sea, el agua y el primer o el segundo agente espumante, por separado en un dispositivo mezclador, preferentemente un dispositivo mezclador de suspensión, para obtener una primera o una segunda pasta de aglutinante o de manera homogénea y se almacena temporalmente en un depósito de reserva para el espumado posterior. Las dos pastas de aglutinante se alimentan en cada caso a un dispositivo mezclador de espuma mediante un dispositivo de transporte y se espuman para obtener la primera y la segunda espuma de cemento. Las dos espumas de cemento se homogenizan a continuación en un dispositivo mezclador y se transportan hasta el lugar de aplicación. La espuma de producto fabricada a partir de dos espumas individuales se solidifica en dependencia de la proporción de mezcla de la primera espuma de cemento y la segunda espuma de cemento, preferentemente la espuma de cemento endurecedor, provocando un aumento del contenido de espuma de cemento endurecedor una solidificación más rápida.

40 El procedimiento es adecuado tanto para el relleno de materiales de construcción de muros, tales como ladrillos, bloques de hormigón, ladrillos silicocalcáreos, como rellenos de muros y techos, así como para el relleno de otras cavidades y para la fabricación de bloques.

45 Es evidente que las características mencionadas arriba y explicadas a continuación se pueden utilizar no sólo en las combinaciones indicadas, sino también en otras combinaciones o individualmente, sin salirse del marco de la invención.

Breve descripción de los dibujos

50 El procedimiento según la invención se explica detalladamente a continuación, por ejemplo, por medio de los ejemplos de realización siguientes. Muestra:

Fig. 1 esquema del desarrollo del procedimiento.

Descripción detallada de los dibujos

55 La figura 1 muestra a modo de ejemplo el desarrollo del procedimiento para la fabricación de una espuma inorgánica que presenta una densidad aparente en seco inferior a 400 kg/m^3 . A tal efecto, una primera y una segunda pasta de aglutinante se fabrican de manera independiente entre sí, es decir, de manera separada espacialmente. Las materias primas se almacenan en depósitos de reserva 1. En este caso se muestran a modo de ejemplo para cada una de las dos pastas de aglutinante tres depósitos de reserva 1, en los que se almacenan los componentes principales, específicamente un primer o un segundo cemento, agua y al menos un primer o un segundo agente espumante. Otros componentes secundarios, por ejemplo, polvo de ladrillo o aditivos puzolánicos, se pueden almacenar en otros depósitos de reserva 1 no mostrados.

65 En una sección de mezcla 2 se unen y se mezclan los componentes principales y, dado el caso, los componentes secundarios, estando prevista una sección de mezcla propia 2 para cada una de las dos pastas de aglutinante.

Después de mezclarse, las dos pastas de aglutinante se introducen individualmente en depósitos de reserva 3 y se almacenan aquí temporalmente para el espumado posterior.

5 Para el procesamiento final, las dos pastas de aglutinante se espuman en cada caso a continuación en dispositivos mezcladores de espuma 4 para obtener espumas de cemento, en este caso con el suministro de aire comprimido. Las dos espumas de cemento se unen después y se mezclan entre sí en otra sección de mezcla 5. La espuma de producto 6, formada aquí, se puede introducir después, por ejemplo, en bloques de construcción de muros, antes de iniciarse el proceso de fraguado.

10 En un primer ejemplo de realización, los componentes principales utilizados para la primera pasta de aglutinante son 70 kg de agua, 76 kg de cemento Portland como primer cemento con la clase de resistencia 52,5 R y 3,9 kg de proteína como primer agente espumante, y los componentes principales utilizados para la segunda pasta de aglutinante son 17 kg de agua, 19 kg de cemento de aluminato de calcio como segundo cemento y cemento endurecedor y 0,9 kg de proteína como segundo agente espumante.

15 Mediante el espumado y la unión de las espumas individuales se obtiene aproximadamente un metro cúbico de espuma de cemento fresco con una densidad aparente en húmedo de 190 kg/m³ aproximadamente y una densidad aparente en seco de 100 kg/m³ aproximadamente. En este ejemplo de realización, la proporción de mezcla de espuma de cemento y espuma de cemento endurecedor es de 4:1 aproximadamente, lo que garantiza un tiempo de inicio del proceso de solidificación de 8 a 10 min aproximadamente.

20 En un segundo ejemplo de realización, los componentes principales utilizados para la primera pasta de aglutinante son nuevamente 70 kg de agua, 76 kg de cemento Portland como primer cemento con la clase de resistencia 52,5 R y 3,9 kg de proteína como primer agente espumante, y los componentes principales utilizados para la segunda pasta de aglutinante son 23 kg de agua, 25 kg de cemento de aluminato de calcio como segundo cemento y cemento endurecedor y 1,3 kg de proteína como segundo agente espumante.

30 Según este ejemplo de realización se obtiene aproximadamente un metro cúbico de espuma de cemento fresco con una densidad aparente en húmedo de 180 kg/m³ a 200 kg/m³ aproximadamente y una densidad aparente en seco de 100 kg/m³ aproximadamente. La proporción de mezcla de espuma de cemento y espuma de cemento endurecedor es de 3:1 aproximadamente, lo que garantiza un tiempo de inicio del proceso de solidificación de 5 min aproximadamente.

35 El primer cemento presenta preferentemente también una alta finura de molienda, es decir, una superficie referida a su masa según Blaine de más de 5.000 cm²/g.

40 En un tiempo aproximado de 5 a 10 minutos después de iniciarse el proceso de solidificación finaliza dicho proceso de solidificación y la espuma de cemento fresco se puede cortar, lo que se realiza preferentemente con un alambre o una cuchilla. Los materiales de construcción de muros, rellenos con la espuma de producto, se pueden embalar como muy tarde al finalizar el proceso de solidificación. Esto permite un relleno continuo de grandes cantidades de materiales de construcción de muros.

45 El inicio del proceso de solidificación y el final del proceso de solidificación dependen también de otros factores como la temperatura de las materias primas. Así, por ejemplo, con la temperatura del agua de amasado se puede cambiar adicionalmente el inicio y el final del proceso de solidificación.

50 Mediante el procedimiento según la invención se puede fabricar una espuma de producto con densidades aparentes en seco de 75 a 400 kg/m³. Estas densidades aparentes en seco se alcanzan en un período de 72 h a 20 °C y 65 % de humedad relativa del aire después de iniciarse el proceso de solidificación.

La espuma de producto presenta en el estado solidificado una alta elasticidad y estabilidad de forma, de manera que es posible transportarla hasta el inicio del proceso de solidificación sobre cintas transportadoras u otros sistemas de transporte abiertos.

55 Otra ventaja de la espuma de cemento es su capacidad de reciclaje, porque, exceptuando la proteína natural, se utilizan sólo materias primas inorgánicas. Por consiguiente, la espuma de cemento no limita el reciclaje de materiales de construcción de muros rellenos con dicha espuma. Tampoco es necesaria una separación compleja del material de construcción de muros del material aislante, como es conocido en el caso de materiales de construcción de muros rellenos con lana mineral y perlita.

60

Lista de números de referencia

- | | |
|------|--|
| 1 | Depósito de reserva de las materias primas |
| 2 | Sección de mezcla |
| 65 3 | Depósito de reserva de las pastas de aglutinante |
| 4 | Dispositivo mezclador de espuma |

- 5 Sección de mezcla
- 6 Espuma de producto

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una espuma inorgánica con una densidad aparente en seco inferior a 400 kg/m³, **caracterizado por** las etapas de procedimiento:
- 5
- a) fabricar una primera pasta de aglutinante, cuyos componentes principales son un primer cemento, agua y al menos un primer agente espumante;
- b) fabricar por separado una segunda pasta de aglutinante, cuyos componentes principales son un segundo cemento, agua y al menos un segundo agente espumante y que se diferencia por su composición de la primera pasta de aglutinante;
- 10
- c) espumar la primera pasta de aglutinante para obtener una primera espuma de cemento;
- d) espumar la segunda pasta de aglutinante para obtener una segunda espuma de cemento, cuya composición se diferencia de la primera espuma de cemento; y
- 15
- e) unir y homogeneizar la primera y la segunda espuma de cemento, fabricadas por separado, para obtener una espuma de producto (6).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** como segundo cemento se utiliza un cemento endurecedor y la segunda pasta de aglutinante se espuma para obtener una espuma de cemento endurecedor.
- 20
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la espuma de producto (6) presenta una densidad aparente en seco de 75 a 400 kg/m³, preferentemente inferior a 120 kg/m³, y una conductividad térmica de $\leq 0,045$ W/mK.
- 25
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** al menos uno de los dos agentes espumantes es un hidrolizado de proteína, preferentemente a base de queratina, o tiene una base de tensioactivos o una combinación de ambos.
- 30
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado por que** como primer cemento se utiliza un cemento Portland, preferentemente con una alta finura de molienda y/o con la clase de resistencia 52,5, y como cemento endurecedor se utiliza un cemento de aluminato de calcio, preferentemente a base de dodecalcioheptaaluminato.
- 35
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el cemento de aluminato de calcio tiene un componente de sulfato o se combina con el mismo.
- 40
7. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado por que** el cemento de aluminato de calcio se fabrica a partir de un clínker que se muele de fábrica junto con un regulador de solidificación hasta una finura de molienda alta.
- 45
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado por que** la proporción de cemento Portland y cemento de aluminato de calcio está situada en un intervalo con un límite superior de 5:1 y un límite inferior de 1:1, preferentemente 3:1.
- 50
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** al menos a una de las dos espumas de cemento se añade un polvo de ladrillo como componente secundario de ≤ 20 %, preferentemente 4 a 6 %.
- 55
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** en las etapas de procedimiento a) y/o b) se utilizan como componentes secundarios aditivos inertes y/o puzolánicos y/o hidráulicos latentes y/o agentes humectantes, solventes, hidrófugos o estabilizadores.
- 60
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el espumado se realiza en una cámara oscilante, sin la utilización de un útil rotatorio.
- 65
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** los componentes principales utilizados para la primera pasta de aglutinante son 70 kg de agua, 76 kg de cemento Portland 52,5 R y 3,9 kg de proteína y los componentes principales utilizados para la segunda pasta de aglutinante son 17 kg de agua, 19 kg de cemento de aluminato de calcio y 0,9 kg de proteína.
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** los componentes principales utilizados para la primera pasta de aglutinante son 70 kg de agua, 76 kg de cemento Portland 52,5 R y 3,9 kg de proteína y los componentes principales utilizados para la segunda pasta de aglutinante son 23 kg de agua, 25 kg de cemento de aluminato de calcio y 1,3 kg de proteína.

14. Utilización de una espuma de producto que se fabrica mediante las etapas de procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, para el relleno de cavidades preferentemente de materiales de construcción de muros de distintos materiales, el relleno de elementos de muro y techo, la fabricación de bloques y la fabricación de material aislante

5

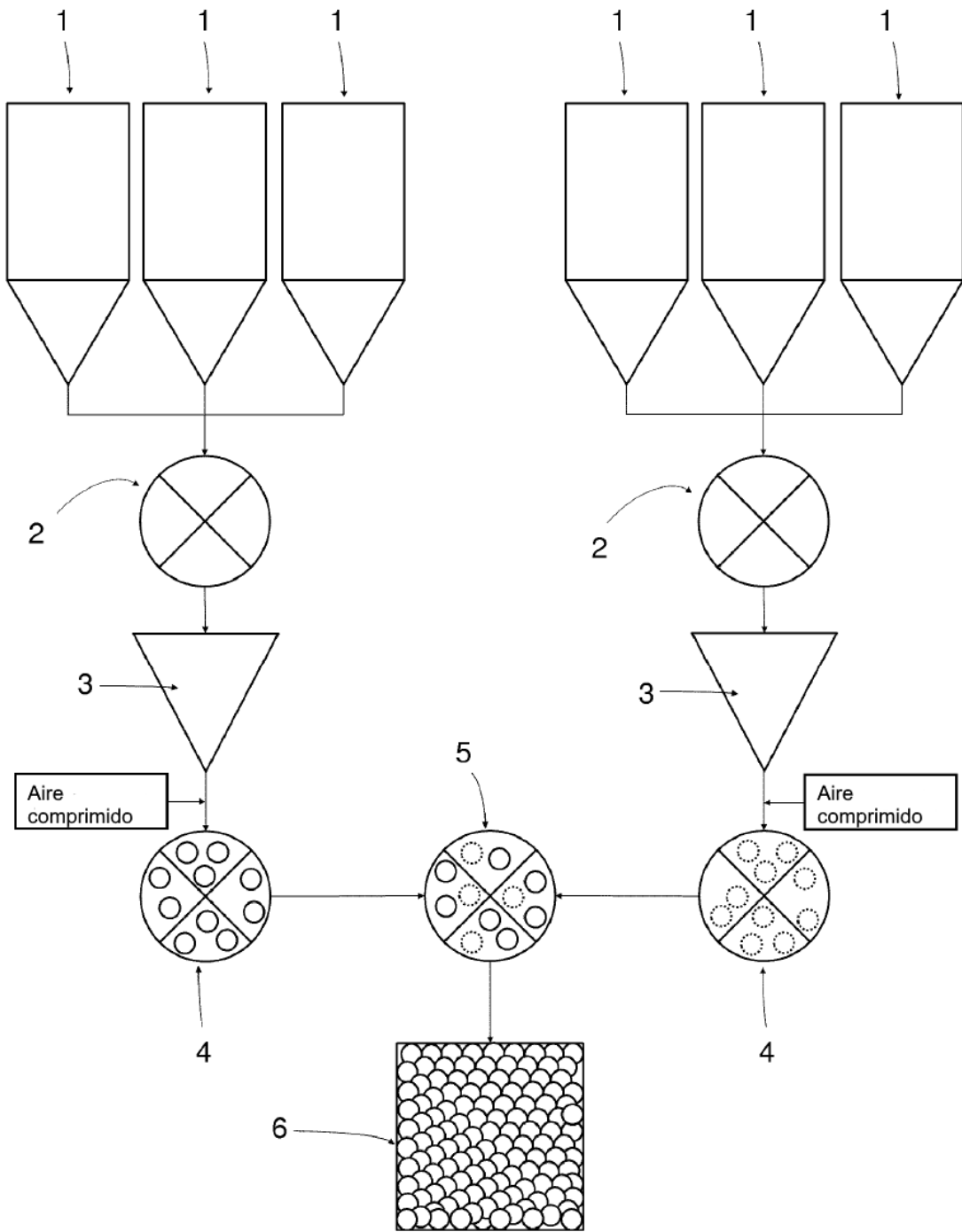


Fig. 1