

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 932 180**

21 Número de solicitud: 202290032

51 Int. Cl.:

C04B 14/04 (2006.01)

C04B 26/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

07.10.2020

30 Prioridad:

08.10.2019 EP 19382876

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.01.2023

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

24.01.2023

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

24.02.2023

Fecha de concesión:

07.11.2023

45 Fecha de publicación de la concesión:

15.11.2023

73 Titular/es:

COSENTINO RESEARCH & DEVELOPMENT, S.L.
(100.0%)

Carretera A-334, Baza-Huércal-Overa, km 59
04850 Cantoria (Almería) ES

72 Inventor/es:

PÉREZ TRIGUEROS, Laura;
MONTERO PÉREZ, Carmen María;
FRATTINI, Lucia y
ÁLVAREZ DE DIEGO, Javier

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

54 Título: **Artículo de piedra aglomerada artificial que comprende gránulos de feldespato**

57 Resumen:

Artículo de piedra aglomerada artificial que comprende gránulos de feldespato.

La invención se refiere al uso de gránulos de feldespato con una combinación particular de constituyentes óxidos para la fabricación de materiales de piedra aglomerada artificial y a los materiales de piedra aglomerada resultantes del mismo.

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 932 180 B2

DESCRIPCIÓN

Artículo de piedra aglomerada artificial que comprende gránulos de feldespatos

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a materiales para construcción, decoración y arquitectura, fabricados en piedra aglomerada artificial, así como con su producción y fabricación. Particularmente, la invención se enmarca dentro del campo tecnológico de los artículos de
10 piedra artificial compuestos por cargas inorgánicas seleccionadas de materiales de piedra, símil piedra o cerámicos y una resina orgánica endurecida, fabricados mediante un proceso que incluye la vibrocompactación al vacío y el endurecimiento de mezclas aglomeradas no endurecidas.

15 **Antecedentes de la invención**

Los artículos de piedra aglomerada artificial que simulan piedras naturales, también conocidos como artículos de piedra artificial, son comunes en los sectores de la construcción, decoración, arquitectura y diseño. Los procesos para su fabricación a escala
20 industrial están bien establecidos en la actualidad.

Uno de los materiales de piedra artificial más populares, muy apreciado por su estética, dureza y resistencia a las manchas y al desgaste, son las denominadas superficies de aglomerado de cuarzo. Se usan ampliamente para encimeras, revestimientos, suelos,
25 lavabos y platos de ducha, por nombrar algunas aplicaciones. Generalmente se denominan piedras artificiales, y sus aplicaciones coinciden con las aplicaciones de las piedras naturales tales como el mármol o el granito. Se pueden fabricar simulando los colores y patrones de la piedra natural, o también pueden tener un aspecto totalmente artificial, por ejemplo, con colores rojo vivo o fucsia. La base de su composición y la tecnología usada
30 actualmente para su fabricación se remonta a finales de la década de 1970, desarrollada por la empresa italiana Breton SpA, y que hoy en día es conocida comercialmente en el sector con el nombre Bretonstone®. Los conceptos generales de las mismas se describen, por ejemplo, en la publicación de patente US4204820. En este proceso de producción, el granulado de piedra de cuarzo y/o cristobalita, que tiene diferentes tamaños de partícula,
35 se mezcla en primer lugar con un aglutinante endurecible, normalmente una resina orgánica líquida. La mezcla resultante se homogeneiza y se distribuye en un molde

temporal, en el que, a continuación, se compacta por vibrocompactación al vacío y posteriormente se endurece.

Un tipo diferente de materiales aglomerados artificiales es la "superficie sólida" generalmente conocida. Con este término bastante indefinido, la industria se refiere a materiales de construcción de resina orgánica endurecida (principalmente acrílica) con ATH (alúmina trihidrato, bauxita) como carga predominante. Tales productos se producen mediante el moldeo por fundición de la resina acrílica líquida y la mezcla fluida de ATH, opcionalmente junto con vibración para eliminar las burbujas de aire y, a continuación, mediante el endurecimiento con calor de la mezcla. Debido al requisito de suficiente fluidez para facilitar la fundición y la eliminación del aire, la cantidad de resina líquida normalmente no es inferior al 20 % en peso de la mezcla no curada. En comparación con las superficies de cuarzo, las superficies sólidas tienen menor dureza y resistencia al desgaste, y tienen menor calidad cuando se intenta imitar la apariencia de las piedras naturales (el usuario las asocia con compuestos plásticos y no con piedras naturales).

Se han propuesto otras combinaciones de carga de granulado de piedra y aglutinante, con un éxito comercial variado. Por lo tanto, por ejemplo, se ha probado con el mármol y el granito como granulados para aglomerados junto con resinas orgánicas, pero dieron como resultado materiales con un rendimiento significativamente menor que las superficies de cuarzo para su uso como materiales de construcción y en materiales con posibilidades muy limitadas en cuanto a su apariencia. Se han descrito innumerables cargas granuladas minerales y no minerales, principalmente en la bibliografía de patentes, tales como vidrio reciclado, fritas de vidrio, perlas de vidrio, feldespatos, pórfido, sílice amorfa, cerámica, dolomita, basalto, carbonatos, silicio metálico, cenizas volantes, cáscaras, corindón, carburo de silicio, entre muchos otros. Por otro lado, se han usado aglutinantes inorgánicos, tales como cemento hidráulico, en lugar de resinas orgánicas en piedra artificial aglomerada comercial para aplicaciones de construcción.

El cuarzo y la cristobalita son dos de las formas cristalinas más comunes de sílice (SiO_2) en la naturaleza, siendo la cristobalita significativamente menos frecuente. El cuarzo está presente en todo tipo de rocas, ígneas, metamórficas y sedimentarias. La cristobalita es un polimorfo cristalino de sílice a alta temperatura, formado en la naturaleza como resultado de la actividad volcánica, o artificialmente, por la conversión catalizada de cuarzo a alta temperatura en un horno rotatorio. Tanto el cuarzo como la cristobalita tienen altos puntos de fusión, alta dureza, son translúcidos o transparentes y relativamente inertes a los

ataques químicos. Estas propiedades, junto con su abundancia y disponibilidad, los han hecho extremadamente útiles como carga granulada para superficies de cuarzo. Además, la cristobalita se usa en estos materiales debido a su extraordinaria blancura. La cantidad de cuarzo/cristobalita en estos materiales varía normalmente del 50 - 95 % en peso, siendo
5 el resto otras cargas inorgánicas y la resina orgánica endurecida.

Como se ha mencionado anteriormente, el cuarzo y la cristobalita tienen varias características que los hacen cargas ideales para la aplicación en la fabricación de superficies de construcción/decoración duraderas, tales como alta abundancia y
10 disponibilidad, dureza, translucidez, blancura e inercia química. Sin embargo, tienen al menos un inconveniente muy grave. La fracción fina de polvo de sílice cristalina respirable generada durante la fabricación de la piedra aglomerada artificial que contiene cuarzo o cristobalita, o cuando este material aglomerado se procesa mecánicamente, presenta un grave riesgo para la salud ocupacional de los trabajadores o fabricantes. La inhalación
15 prolongada o repetida de la fracción de pequeño tamaño de partícula del polvo de sílice cristalina se ha asociado con neumoconiosis (silicosis) y otras enfermedades graves. Para evitar este riesgo, los trabajadores potencialmente expuestos a altos niveles de la fracción respirable de polvo de sílice cristalina deben usar equipo de protección personal (por ejemplo, respiradores con filtro de partículas), trabajar bajo ventilación para una renovación
20 eficiente del aire y usar medidas que combatan la fuente del polvo (por ejemplo, herramientas de procesamiento con suministro de agua o extracción de polvo).

Para hacer frente a esta deficiencia desde el lado de la materia prima, se podrían proponer materiales naturales tales como el feldespato como sustituto del cuarzo en las superficies
25 de cuarzo. De hecho, los feldespatos se han descrito como cargas adecuadas en este tipo de productos, por ejemplo, en los ejemplos 1 o 2 del documento EP2011632A2. Sin embargo, el problema con estas materias primas naturales es la variabilidad en sus características, tales como color, composición, transparencia, etc. Además, el feldespato y otros minerales naturales van acompañados con mucha frecuencia de cantidades
30 importantes de cuarzo.

En algunas referencias bibliográficas, se han mencionado feldespatos como posibles cargas para aglomerados de piedra artificial, en combinación con cuarzo. Por lo tanto, por ejemplo, los ejemplos 1 y 2 del documento EP2011632A2 y el ejemplo 2 del EP2216305A1,
35 o el documento WO2009068714A1, describen mezclas aglomeradas sin endurecer que comprenden diferentes cantidades de feldespato junto con granulados de cuarzo y

cristobalita. En el documento WO2007014809A1, se aprovecha la diferente dureza de los feldespatos (6 Mohs) en comparación con el mármol (4-5 Mohs), el granito (6-7 Mohs) o el cuarzo (7 Mohs) para producir materiales aglomerados con una apariencia superficial visual de piedra partida o "piel de cocodrilo". La idea detrás de esta divulgación es que el mecanizado superficial de aglomerados de piedra artificial que tienen combinaciones de al menos dos de estos minerales con diferente dureza dé como resultado una mayor puntuación del material granulado más blando y que produzca el acabado superficial deseado.

Los feldespatos son un gran grupo de minerales de aluminosilicato metálico, en los que el metal puede proceder de metales alcalinos o metales alcalinotérreos, que constituyen hasta el 50 % de la corteza terrestre y están presentes en todo tipo de rocas, ígneas (por ejemplo, granito), metamórficas y sedimentarias, en todas partes del mundo. Los feldespatos se usan ampliamente en la industria para la fabricación de una amplia diversidad de productos de vidrio y cerámica, y también como cargas para pinturas, plásticos y caucho. Existen casi 20 miembros reconocidos en el grupo de minerales feldespato, con solo aproximadamente nueve familias bien caracterizadas y comunes. Forman cristales con tendencia a maclarse de forma múltiple y son moderadamente duros, con una dureza de Mohs de aproximadamente 6-6,5.

El grupo feldespato es frecuentemente representado por mineralogistas por un diagrama triangular de sistema de solución sólida con albita pura ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) y anortita pura ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) en los extremos de la serie plagioclasa, y con ortoclasa de potasio pura (KAlSi_3O_8) en el vértice del triángulo enfrente a la serie plagioclasa. De hecho, la serie completa de composiciones minerales entre la albita y la anortita se produce de forma natural, denominadas feldespatos de plagioclasa, que presentan una abundancia relativa variable de iones sodio y calcio a través del mineral feldespato. Los nombres y los límites de composición de los minerales encontrados en esta serie son arbitrarios y, en general, son bastante similares en sus propiedades. Por otro lado, la serie de minerales en solución sólida con composiciones entre la albita $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ y KAlSi_3O_8 (ortoclasa, microclina, sanidina potásica pura) se conoce como la serie feldespato alcalino o, simplemente, feldespatos alcalinos.

Debido a esta gran variabilidad en sus composiciones, los feldespatos pueden presentar diferentes colores, predominando el color blanco, rosa, gris o pardo. Pueden ser de translúcidos a opacos, con dos direcciones de clivaje perfecto que normalmente se cruzan

cerca de un ángulo de 90 °. Para su uso industrial, se trituran y/o se pulverizan. Los minerales de feldespato en la naturaleza suelen ir acompañados de cantidades significativas de otros minerales, tales como cuarzo, arcilla, mica, turmalina y moscovita, y pueden enriquecerse mediante procesos de separación magnética, flotación o aireación.

5

Debido a su alta abundancia en la naturaleza, nivel de dureza, tendencia a formar cristales y una inercia relativamente buena a los agentes químicos, los feldespatos serían un candidato potencialmente bueno para reemplazar al menos una fracción del cuarzo en los aglomerados de piedra artificial, para abordar el problema de la toxicidad de la sílice cristalina respirable. Sin embargo, las aplicaciones más exigentes del aglomerado de piedra artificial requieren combinaciones cromáticas complejas de tonos de color e intensidad de color y, por lo tanto, gránulos de carga con altos niveles de blancura, translucidez (lo que se traduce en intensidad de color) y homogeneidad de color. A este respecto, los granulados de feldespato han demostrado ser poco prácticos generalmente.

15

Estas limitaciones son particularmente importantes cuando la fracción de cuarzo de tamaño de partícula más pequeña (conocida como la fracción micronizada) está destinada a ser reemplazada por gránulos de feldespato con tamaños de partícula similares. Estas fracciones de partícula pequeña de cuarzo son las más preocupantes, cuando se tiene en cuenta la toxicología, por su capacidad de permanecer dispersas en el aire en el que pueden inhalarse por los trabajadores de las plantas de fabricación de aglomerados de cuarzo. En este caso, no se ha informado el tipo de gránulos de feldespato micronizado que podrían incorporarse al aglomerado en cantidades significativas, reemplazando al cuarzo micronizado, sin sacrificar la paleta de colores o la intensidad de color alcanzable.

25

Además, la reducción en el contenido de sílice cristalina no sería tan significativa como se podría suponer inicialmente, cuando se reemplazan los gránulos de cuarzo por gránulos de feldespato, ya que los gránulos de feldespato comprenden con frecuencia cantidades significativas de mineral de cuarzo, que pueden llegar hasta el 35 % o incluso más.

30

Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de un material en forma de gránulos para su uso como carga en artículos de piedra aglomerada artificial que tenga una combinación de las siguientes ventajas:

- 35 - que esté altamente disponible y sea asequible,
- que no genere niveles preocupantes de sílice cristalina respirable durante la

manipulación o el procesamiento,

- que no limite los efectos cromáticos y la riqueza de color de los artículos de aglomerado de cuarzo actualmente disponibles,
- que se pueda usar con modificaciones secundarias en los procesos de fabricación industrial actualmente disponibles para artículos de aglomerado de cuarzo, y
- que no perjudique el rendimiento de los artículos aglomerados, en términos de resistencia al rayado, durabilidad, resistencia a las manchas y a los agentes químicos, en comparación con los artículos de aglomerado de cuarzo actuales.

10 Sumario de la invención

La invención se basa en el hallazgo de los inventores de que algunos tipos específicos de gránulos de feldespato, que pueden definirse por su composición química de óxidos metálicos específicos, pueden usarse como cargas en la fabricación de artículos de piedra aglomerada artificial que reemplazan los gránulos de cuarzo. Estos gránulos de feldespato no presentan las deficiencias observadas hasta ahora para este tipo de cargas.

Por lo tanto, en un primer aspecto, la invención se refiere a un material de piedra aglomerada artificial que comprende cargas inorgánicas y un aglutinante endurecido, en el que las cargas inorgánicas comprenden gránulos de feldespato que comprenden una combinación de óxidos de acuerdo con la Fórmula A o la Fórmula B:

	Fórmula A	Fórmula B
SiO ₂	60,0 – 69,5 % en peso	60,0 – 69,5 % en peso
Al ₂ O ₃	17,0 – 20,0 % en peso	17,0 – 20,0 % en peso
Na ₂ O	10,0 – 11,9 % en peso	0,0 – 2,0 % en peso
K ₂ O	0,0 – 2,0 % en peso	12,0 – 16,9 % en peso
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	0,0 – 0,5 % en peso	0,0 – 0,5 % en peso

basándose en el peso de los gránulos de feldespato y donde el aglutinante endurecido es una resina orgánica endurecida.

En un segundo aspecto, la invención se refiere al uso de gránulos de feldespato como se define en el primer aspecto, para la fabricación de un material de piedra aglomerada artificial. El uso de estos gránulos de feldespato permite reducir las emisiones de sílice cristalina cuando el material se fabrica y/o se mecaniza (es decir, se corta, se calibra, se

pule, etc.).

En un tercer aspecto, la invención se dirige a un proceso para preparar un material de piedra aglomerada artificial, que comprende:

- 5 a) mezclar un aglutinante endurecible y cargas inorgánicas que comprenden los gránulos de feldespato definidos en el primer aspecto,
 - b) vibrocompactar al vacío la mezcla obtenida en el punto a) en un molde, y
 - c) endurecer la mezcla compacta obtenida en el punto b)
- donde el aglutinante endurecible es una resina orgánica endurecible.

10

Descripción detallada de la invención

Los gránulos de feldespato de acuerdo con los diferentes aspectos de la invención presentan muy buenas propiedades para reemplazar el cuarzo en la fabricación de artículos de piedra aglomerada. Tienen excelentes propiedades de colorimetría y transparencia y, cuando se mezclan con resina, no presentan una desviación de color importante del color de las mezclas de la misma resina con gránulos de cuarzo de alta calidad. Los gránulos de feldespato de acuerdo con la invención también tienen una dureza (aproximadamente 6,5 en la escala de Mohs) similar al cuarzo, una buena resistencia al ataque químico por ácidos y bases y una baja porosidad.

Además, el contenido de sílice cristalina en forma de cuarzo de los gránulos de feldespato es muy bajo, reduciendo los riesgos toxicológicos provocados por la inhalación de sílice cristalina respirable durante su manipulación o posteriormente, durante el mecanizado de los artículos de piedra aglomerada artificial producidos con la misma, en comparación con otros feldespatos, gránulos de cuarzo o cristobalita.

Estas propiedades, junto con la alta disponibilidad de este material en la naturaleza, dan como resultado la viabilidad de reemplazar de forma sencilla los gránulos de cuarzo por los gránulos de feldespato de la invención, superando los inconvenientes encontrados hasta ahora y sin tener que modificar de forma importante las formulaciones y/o los procesos de fabricación actuales, y sin deteriorar el rendimiento y la apariencia visual de estos productos.

Como se conoce bien en la técnica, el término "feldespato" designa un gran grupo de minerales cristalinos que se encuentran en la naturaleza, formados por procesos naturales

(por ejemplo, metamorfismo o cristalización en rocas enfriadas lentamente a grandes profundidades terrestres o de magma), y se encuentra en las rocas. Están compuestos por silicatos monoclinicos y triclinicos de aluminio con metales alcalinos o alcalinotérreos, comúnmente potasio, sodio y calcio. Los minerales del grupo feldespato se ajustan a la fórmula: $X(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_8$, en la que X puede ser un metal alcalino o alcalinotérreo tal como K, Na, Ca, Ba, Rb y Sr, generalmente Na, K y Ca. Los ejemplos de minerales que entran dentro del término feldespato incluyen feldespatos de plagioclasa y feldespatos alcalinos, tales como andesina, albita, anortoclasa, anortita, labradorita, microclina, ortoclasa, oligoclasa, sanidina y bytownita.

10

Los términos resina orgánica endurecida y resina orgánica endurecible son bien conocidos en la técnica. Según una realización, se entenderá por resina orgánica o resina orgánica endurecible un material de naturaleza predominantemente orgánica formado por un compuesto o una mezcla de compuestos, opcionalmente junto con un disolvente. El compuesto o los compuestos de la mezcla de compuestos de la resina pueden ser monoméricos, oligoméricos o poliméricos, opcionalmente con pesos moleculares y grados de reticulación variables. Al menos algunos de los compuestos de la resina orgánica endurecible, y opcionalmente también el disolvente, tendrán grupos funcionales reactivos capaces de someterse al curado mediante una reacción de reticulación o curado que endurezca la resina orgánica, dando lugar a una resina orgánica endurecida (o aglutinante endurecido) cuando concluya el curado.

20

En la presente solicitud, el término "gránulos" normalmente se refiere a unidades individuales (partículas). Por lo tanto, el término abarca unidades que van desde partículas de polvo infinitesimales con tamaños en la escala micrométrica hasta microesferas de material comparativamente grandes con tamaños en la escala milimétrica. Este término abarca productos particulados de una diversidad de formas y tamaños, incluyendo partículas de grano, finos, polvos o combinaciones de estos.

25

El tamaño de partícula, también denominado diámetro de partícula, de los gránulos se puede medir mediante separación por tamizado conocida usando tamices de diferente tamaño de malla. La expresión "tamaño de partícula", como se usa en el presente documento, significa el intervalo en el que se encuentra el diámetro de las partículas individuales en los gránulos de feldespato. Se puede medir mediante la retención de partículas o el paso en tamices calibrados que tienen aberturas de tamaño de malla medido, en los que una partícula pasará a través (y por lo tanto será más pequeña que) o será retenida por (y por lo tanto será más grande que) un determinado tamiz cuyas

35

- aberturas de tamaño se miden y se conocen. Los tamaños de partícula se definen dentro de un cierto intervalo de tamaño determinado por la capacidad de una partícula para pasar a través de un tamiz con aberturas o "agujeros" de malla más grandes y no pasar a través de un segundo tamiz con aberturas de malla más pequeñas. Para gránulos de feldespato
- 5 con un tamaño de partícula <200 micrómetros la distribución del tamaño de partícula de una muestra de gránulos se puede medir por difracción láser con un equipo comercial (por ejemplo, Malvern Panalytical Mastersizer 3000 dotado de una celda Hydro). Para la medición, la muestra de gránulos se puede dispersar en agua desmineralizada asistida por una sonda de ultrasonidos. El difractómetro láser proporciona curvas de distribución de
- 10 partículas (volumen de partícula frente al tamaño de partícula) y los valores estadísticos D10, D50 y D90 de la población de partículas de la muestra (valores de tamaño de partícula en los que el 10 %, 50 % o el 90 % de la población de partículas de muestra se encuentra por debajo de este valor, respectivamente).
- 15 La composición de los gránulos podría obtenerse por fluorescencia de rayos X (XRF, por sus siglas en inglés), una técnica bien establecida en el campo de la tecnología mineral. La composición de los gránulos indicada en el presente documento corresponde preferentemente al promedio, calculado a partir de al menos 3 repeticiones de la medida, de la composición de las muestras que contienen una masa de gránulos (por ejemplo,
- 20 1 gramo de gránulos).

El experto en la técnica comprenderá fácilmente que, cuando una composición o material se define por los valores porcentuales en peso de los componentes que comprende, estos valores nunca pueden sumar un valor que sea superior al 100 %. La cantidad de todos los

25 componentes que comprende dicho material o composición suma hasta el 100 % del peso de la composición o material.

Los gránulos de feldespato de los diferentes aspectos de la invención se caracterizan por una composición que comprende óxidos de acuerdo con los intervalos en la Fórmula A o

30 en la Fórmula B en porcentaje en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespato:

	Fórmula A	Fórmula B
SiO ₂	60,0 – 69,5 % en peso	60,0 – 69,5 % en peso
Al ₂ O ₃	17,0 – 20,0 % en peso	17,0 – 20,0 % en peso
Na ₂ O	10,0 – 11,9 % en peso	0,0 – 2,0 % en peso

K ₂ O	0,0 – 2,0 % en peso	12,0 – 16,9 % en peso
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	0,0 – 0,5 % en peso	0,0 – 0,5 % en peso

Debe entenderse que los gránulos de feldespato tienen una combinación de los intervalos de composición de la tabla anterior.

- 5 Preferentemente, los gránulos de feldespato comprenden el 60,0 - 68,0 % en peso de SiO₂ basándose en el peso de los gránulos de feldespato. Más preferentemente, el 63,0 - 68,0 % en peso de SiO₂.

- Los gránulos de feldespato comprenden preferentemente el 17,0 - 19,5 % en peso de Al₂O₃ basándose en el peso de los gránulos de feldespato. Más preferentemente, el 18,0 - 19,5 % en peso de Al₂O₃.
- 10

- Los gránulos de feldespato de acuerdo con la Fórmula A comprenden preferentemente el 10,0 - 11,5 % en peso de Na₂O basándose en el peso de los gránulos de feldespato. Más preferentemente, 10,5 - 11,5 % en peso de Na₂O.
- 15

Los gránulos de feldespato de acuerdo con la Fórmula B comprenden preferentemente el 0,0 - 1,0 % en peso de Na₂O basándose en el peso de los gránulos de feldespato.

- 20 Los gránulos de feldespato de acuerdo con la Fórmula A comprenden preferentemente el 0,0 - 1,0 % en peso de K₂O, más preferentemente el 0,0 - 0,5 % en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespato. Incluso más preferentemente, el 0,01 - 1,0 % en peso o el 0,01 - 0,5 % en peso de K₂O.

- 25 Los gránulos de feldespato de acuerdo con la Fórmula B comprenden preferentemente el 13,0 - 16,0 % en peso de K₂O basándose en el peso de los gránulos de feldespato.

- Preferentemente, los gránulos de feldespato comprenden el 0,0 - 0,2 % en peso de Fe₂O₃+TiO₂, más preferentemente el 0,0 - 0,1 % en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespato. En una realización, los gránulos comprenden el 0,01 - 0,2 % en peso o el 0,01 - 0,1 % en peso de Fe₂O₃+TiO₂.
- 30

En una realización preferida, los gránulos de feldespato se caracterizan por una composición que comprende óxidos de acuerdo con los siguientes intervalos en porcentaje

en peso, basándose en el peso de los gránulos:

	Fórmula A'
SiO ₂	60,0 – 68,0 % en peso
Al ₂ O ₃	17,0 – 19,5 % en peso
Na ₂ O	10,0 – 11,9 % en peso
K ₂ O	0,0 – 2,0 % en peso
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	0,0 – 0,5 % en peso

En otra realización preferida, los gránulos de feldespato se caracterizan por una
 5 composición que comprende óxidos de acuerdo con los siguientes intervalos en porcentaje
 en peso, basándose en el peso de los gránulos:

	Fórmula A''
SiO ₂	63,0 – 68,0 % en peso
Al ₂ O ₃	18,0 – 19,5 % en peso
Na ₂ O	10,0 – 11,5 % en peso
K ₂ O	0,0 – 2,0 % en peso
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	0,0 – 0,5 % en peso

Puede haber otros óxidos inorgánicos presentes en la composición de los gránulos de
 10 feldespato, así como parte de materia orgánica o material que se calcina y se desorbe
 durante el análisis XRF a 1050 °C hasta que no se pierde más peso (conocido como peso
 "perdido por ignición" o L.O.I., por sus siglas en inglés).

La suma de los porcentajes en peso de SiO₂, Al₂O₃, Na₂O y K₂O en los gránulos es
 15 preferentemente de al menos el 85 % en peso, o al menos el 90 % en peso, o incluso al
 menos el 93 % en peso, basándose en el peso de los gránulos. La suma de los porcentajes
 en peso de SiO₂, Al₂O₃, Na₂O y K₂O en los gránulos se encuentra preferentemente en el
 intervalo del 85,0 - 99,8 % en peso, preferentemente el 90,0 - 99,5 % en peso, o el 93,0 -
 99,5 % en peso, basándose en el peso de los gránulos. Preferentemente, el resto son otros
 20 óxidos inorgánicos y otras materias perdidas por ignición (L.O.I.).

Además, preferentemente, la L.O.I. es inferior al 10,0 % en peso, más preferentemente
 inferior al 7,0 % en peso, o inferior al 5,0 % en peso, basándose en el peso de los gránulos.
 En una realización adicional, la cantidad de L.O.I. se encuentra en el intervalo del 0,01 -

10,0 % en peso o el 0,5 - 10,0 % en peso, basándose en el peso de los gránulos.

Los gránulos de feldespato pueden comprender además CaO en la composición. En una realización particular, los gránulos de feldespato comprenden el 0,0 - 6,0 % en peso de CaO, preferentemente el 0,0 - 3,0 % en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespato. Más preferentemente, el 0,01 - 6,0 % en peso o el 0,05 - 3,0 % en peso de CaO.

Además, los gránulos de feldespato de acuerdo con la Fórmula A comprenden preferentemente el 0,0 - 6,0 % en peso de CaO, preferentemente el 0,0 - 3,0 % en peso, más preferentemente el 0,0 - 3,0 % en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespato. Más preferentemente, el 0,01 - 6,0 % en peso o el 0,05 - 3,0 % en peso de CaO.

Los gránulos de feldespato de acuerdo con la Fórmula B comprenden preferentemente el 0,0 - 2,0 % en peso de CaO, preferentemente el 0,0 - 1,0 % en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespato. Más preferentemente, el 0,01 - 2,0 % en peso o el 0,01 - 1,0 % en peso de CaO.

La suma de los porcentajes en peso de SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, K₂O y CaO en los gránulos es preferentemente de al menos el 90 % en peso, o al menos el 92 % en peso, o incluso al menos el 95 %, basándose en el peso de los gránulos. La suma de los porcentajes en peso de SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, K₂O y CaO en los gránulos se encuentra preferentemente en el intervalo del 90,0 - 99,8 % en peso, preferentemente el 95,0 - 99,8 % en peso, basándose en el peso de los gránulos. Preferentemente, el resto son otros óxidos inorgánicos y otras materias perdidas por ignición (L.O.I.).

En una realización preferida, los gránulos de feldespato se caracterizan además por una relación de porcentaje en peso de SiO₂/Al₂O₃ igual o inferior a 3,8, preferentemente igual o inferior a 3,6, y también preferentemente igual o superior a 3,2. De acuerdo con una realización de la invención, la relación de porcentaje en peso de SiO₂/Al₂O₃ es de 3,2 - 3,8, preferentemente 3,2 - 3,6.

Además, en realizaciones preferidas, el contenido de agua de los gránulos de feldespato es preferentemente <0,5 % en peso, más preferentemente <0,1 % en peso, basándose en el peso de los gránulos. El contenido de agua se puede determinar en los gránulos de

feldespatos mediante secado a temperaturas cercanas a 100 °C, como es habitual en la técnica. El contenido de agua se mediría en los gránulos justo antes de mezclarlos con la resina orgánica. Este contenido de agua no aumentará durante la fabricación del artículo de piedra aglomerada artificial. Se ha encontrado que si el contenido de agua es mayor, el endurecimiento de la resina, por ejemplo, el curado de la resina y la adhesión de los gránulos a la resina de endurecimiento pueden verse afectados negativamente.

Por lo tanto, en una realización preferida, los gránulos de feldespato pueden comprender el 0,0 - 0,5 % en peso de agua, más preferentemente el 0,0 - 0,1 % en peso, basándose en el peso de los gránulos. En una realización adicional, los gránulos de feldespato pueden comprender el 0,01 - 0,5 % en peso o el 0,01 - 0,1 % en peso de agua basándose en el peso de los gránulos.

De acuerdo con una realización, los gránulos de feldespato de Fórmula A de los diferentes aspectos de la invención se caracterizan por una composición que comprende óxidos de acuerdo con los siguientes intervalos en porcentaje en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespato:

	Intervalo (% en peso)
SiO ₂	60,0 – 68,0 % en peso
Al ₂ O ₃	17,0 – 20,0 % en peso
Na ₂ O	10,0 – 11,9 % en peso
CaO	0,0 – 6,0 % en peso
K ₂ O	0,0 – 1,0 % en peso
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	0,0 – 0,5 % en peso

En una realización adicional, los gránulos de feldespato de Fórmula A comprenden óxidos de acuerdo con los siguientes intervalos en porcentaje en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespato:

	Intervalo (% en peso)
SiO ₂	63,0 – 68,0 % en peso
Al ₂ O ₃	18,0 – 19,5 % en peso
Na ₂ O	10,0 – 11,5 % en peso
CaO	0,0 – 3,0 % en peso

K ₂ O	0,0 – 1,0 % en peso
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	0,0 – 0,5 % en peso

De acuerdo con una realización, los gránulos de feldespato de Fórmula B de los diferentes aspectos de la invención se caracterizan por una composición que comprende óxidos de acuerdo con los siguientes intervalos en porcentaje en peso, basándose en el peso de los

5 gránulos de feldespato:

	Intervalo (% en peso)
SiO ₂	62,0 – 69,5 % en peso
Al ₂ O ₃	17,0 – 19,5 % en peso
Na ₂ O	0,0 – 2,0 % en peso
CaO	0,0 – 2,0 % en peso
K ₂ O	12,5 – 16,0 % en peso
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	0,0 – 0,5 % en peso

En una realización adicional, los gránulos de feldespato de Fórmula B comprenden óxidos de acuerdo con los siguientes intervalos en porcentaje en peso, basándose en el peso de

10 los gránulos de feldespato:

	Intervalo (% en peso)
SiO ₂	63,5 – 68,0 % en peso
Al ₂ O ₃	17,0 – 19,0 % en peso
Na ₂ O	0,0 – 2,0 % en peso
CaO	0,0 – 1,0 % en peso
K ₂ O	13,0 – 16,0 % en peso
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	0,0 – 0,5 % en peso

Los gránulos de feldespato pueden comprender sílice en forma cristalina (como cuarzo o cristobalita). Sin embargo, preferentemente, la concentración de sílice cristalina en los gránulos de feldespato es ≤10 % en peso, o ≤8 % en peso, o incluso ≤5 % en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespato. En una realización, la concentración de sílice cristalina en los gránulos se encuentra en el intervalo del 0,0 - 10,0 % en peso, o el 0,0 - 8,0 % en peso, o incluso el 0,0 - 5,0 % en peso, basándose en el peso de los gránulos. En una realización, la concentración de sílice cristalina en los gránulos se

encuentra en el intervalo del 0,1 - 10,0 % en peso, o el 0,1 - 8,0 % en peso, o incluso el 0,5 - 5,0 % en peso, basándose en el peso de los gránulos.

El contenido total de fases cristalinas en los gránulos de feldespato de acuerdo con cualquier aspecto de la invención se encuentra preferentemente en el intervalo del 80,0 - 99,0 % en peso, o incluso el 81,0 - 97,0 % en peso del peso de los gránulos, siendo el resto fase amorfa. En realizaciones preferidas de la invención, la cantidad de fase cristalina de albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) en los gránulos de feldespato de acuerdo con la Fórmula A es preferentemente del 80 - 97,0 % en peso, o incluso el 81,0 - 95,0 % en peso del peso de los gránulos. En realizaciones preferidas adicionales de la invención, la suma de la cantidad de las fases cristalinas de microclina (KAlSi_3O_8) y ortoclasa (KAlSi_3O_8) en los gránulos de feldespato de acuerdo con la Fórmula B es preferentemente del 80 - 97,0 % en peso, o incluso el 81,0 - 95,0 % en peso del peso de los gránulos.

La cantidad de sílice cristalina y otras fases cristalinas en los gránulos de feldespato se puede determinar mediante análisis de difracción de polvo de rayos X (XRD, por sus siglas en inglés) usando el método de cuantificación de Rietveld, una técnica ampliamente usada en el campo. Para mejorar la precisión de los resultados, el método estándar cristalino interno descrito por A.G. De La Torre *et al.* (J. Appl. Cryst. (2001), 34, 196-202) puede usarse para la cuantificación del contenido amorfo de los gránulos de feldespato.

Preferentemente, los gránulos de feldespato de acuerdo con los aspectos de la invención podrían tener un tamaño de partícula en un intervalo de 2,0 - 0,063 mm (partículas de grano) o podría ser inferior a 63 micrómetros (polvo micronizado). En el caso de las partículas de grano, el tamaño de partícula puede variar entre 1,2 - 0,1 mm, o 0,7 - 0,3 mm, o 0,4 - 0,1 mm, o 0,3 - 0,063 mm.

Se prefiere particularmente el caso en el que los gránulos de feldespato se usan como polvo micronizado, con un tamaño de partícula $D_{90} < 50$ micrómetros, preferentemente < 40 micrómetros, y más preferentemente un D_{90} entre 10-40 micrómetros.

Los gránulos de feldespato adecuados incluyen minerales formadores de rocas naturales extraídos o excavados de sus yacimientos y enriquecidos y granulados mediante procesos conocidos, y pueden obtenerse comercialmente de diferentes fuentes. Se prefiere particularmente que los gránulos de feldespato de acuerdo con los diferentes aspectos de la invención se hayan sometido al menos a un proceso de separación por flotación, o al

menos dos procesos de separación por flotación, para separar minerales accesorios. Los gránulos de feldespato se han sometido preferentemente a separación magnética, opcionalmente junto con los procesos de flotación.

- 5 Los intervalos de tamaño de partícula deseados (granulometría) de los gránulos de feldespato se pueden obtener moliendo y tamizando los minerales extraídos o excavados, mediante métodos conocidos en la técnica, tales como molienda con molinos de bolas o rodillos trituradores opuestos. La molienda puede comprender micronizar el mineral para obtener gránulos de feldespato con un tamaño de partícula promedio D90
- 10 <50 micrómetros, preferentemente <40 micrómetros, y más preferentemente un D90 entre 10-40 micrómetros.

Los gránulos de feldespato pueden comprender pequeñas cantidades de minerales accesorios mezclados con el mineral de feldespato predominante, tal como el cuarzo. Debe

15 entenderse que, de acuerdo con los diferentes aspectos de la invención, los gránulos de feldespato no necesitan estar compuestos únicamente de mineral de feldespato, y pueden estar presentes otros compuestos mezclados con el mineral de feldespato, siempre que la composición en peso promedio del gránulos de feldespato cumpla los intervalos de las reivindicaciones. El contenido de mineral de feldespato en el gránulo de feldespato de los

20 diferentes aspectos de la invención es preferentemente >85 % en peso, o >90 % en peso, con respecto al peso del gránulo.

En un aspecto, la invención se dirige al uso de los gránulos de feldespato de la invención para la fabricación de un material o artículo de piedra aglomerada artificial. Este uso reduce

25 las emisiones de sílice cristalina durante la fabricación o mecanización del material o artículo de piedra aglomerada artificial, en comparación con el material o artículos de cuarzo aglomerado.

Otro aspecto de la invención se refiere a un material o artículo de piedra aglomerada

30 artificial que comprende cargas inorgánicas y una resina orgánica endurecida, en el que las cargas inorgánicas comprenden los gránulos de feldespato de la invención.

La cantidad de gránulos de feldespato en el material de piedra aglomerada artificial varía preferentemente del 2 - 70 % en peso, o del 2 - 50 % en peso, o del 2 - 30 % en peso en

35 relación con el peso del material. En una realización, la cantidad de gránulos de feldespato en el material de piedra aglomerada artificial es de al menos el 2 % en peso, o al menos el

4 % en peso, o incluso al menos el 10 % en peso, y/o como máximo el 70 % en peso, o como máximo el 50 % en peso, o como máximo el 30 % en peso, en relación con el peso del material.

- 5 El material de piedra aglomerada artificial podría comprender también cargas inorgánicas diferentes de los gránulos de feldespato de la invención, preferentemente seleccionados de materiales de piedra, de símil piedras o cerámicos. Otras cargas inorgánicas diferentes de los gránulos de feldespato en el material de piedra aglomerada artificial pueden incluir preferentemente gránulos inorgánicos sintéticos tales como gránulos de vidrio de silicato
10 reciclado, gránulos de frita de silicato, gránulos cerámicos o mezclas de los mismos. Preferentemente, las cargas inorgánicas (es decir, la suma de los pesos de los gránulos de feldespato y de las cargas inorgánicas diferentes de los gránulos de feldespato de la invención) representan al menos el 70 % en peso, o al menos el 80 % en peso, o al menos el 85 % en peso, y como máximo el 95 % en peso, del peso del material de piedra
15 aglomerada artificial.

- Se prefieren los materiales de piedra aglomerada artificiales con un bajo contenido de sílice cristalina. Por lo tanto, se prefiere que todos, o al menos el 90 % en peso, o al menos el 95 % en peso o al menos el 99 % en peso, de las cargas inorgánicas (incluyendo los
20 gránulos de feldespato y cualquier otra carga inorgánica diferente de los gránulos de feldespato de la invención) tengan un bajo contenido de sílice cristalina, preferentemente un contenido de sílice cristalina (cuarzo, cristobalita u otros polimorfos cristalinos) del 0 - 15 % en peso, o el 0 - 10 % en peso, o el 0 - 7 % en peso con respecto a la peso de dichas cargas inorgánicas. Preferentemente, al menos el 95 % en peso, más preferentemente al
25 menos el 99 % en peso, de las otras cargas inorgánicas en el material de piedra aglomerada artificial tienen un contenido de sílice cristalina del 0 - 10 % en peso con respecto al peso de dichas cargas inorgánicas.

- En realizaciones particularmente preferidas, el material o artículo de piedra aglomerada
30 artificial no comprende >5 % en peso, o ni siquiera >1 % en peso, con respecto al peso del material o artículo de piedra aglomerada, de cargas inorgánicas (incluyendo gránulos de feldespato y cualquier otra carga inorgánica diferente de los gránulos de feldespato de la invención) con un contenido de sílice cristalina de >15 % en peso, o >10 % en peso con respecto al peso de dichas cargas inorgánicas.

35

Se prefiere que el material de piedra aglomerada artificial comprenda del 0 - 5 % en peso

con respecto al peso del material, de cargas inorgánicas (es decir, la suma de los pesos de los gránulos de feldespato y de las cargas inorgánicas diferentes de los gránulos de feldespato de la invención) con un contenido de sílice cristalina del 15 - 100 % en peso con respecto al peso de las cargas inorgánicas.

5

En realizaciones preferidas de la invención, el material de piedra aglomerada artificial no comprende gránulos inorgánicos con un contenido de sílice cristalina >15 % en peso, o >10 % en peso. En estas realizaciones, además de los gránulos de feldespato de acuerdo con las reivindicaciones, el material de piedra aglomerada artificial comprende además

10 gránulos inorgánicos sintéticos seleccionados de gránulos de vidrio de silicato reciclado, gránulos de frita de silicato, gránulos cerámicos o mezclas de los mismos. En realizaciones particularmente preferidas, el material de piedra aglomerada artificial comprende gránulos de feldespato de acuerdo con la invención y gránulos de vidrio de silicato (reciclado, frita) con menos del 1 % de sílice cristalina, preferentemente en el que la suma de los pesos de

15 los gránulos tanto de feldespato como de vidrio de silicato representa más del 50 % en peso, o más del 70 % en peso, del peso del material de piedra aglomerada artificial.

Preferentemente, el contenido de sílice cristalina del material de piedra aglomerada artificial es ≤ 15 % en peso, más preferentemente ≤ 10 % en peso, o ≤ 5 % en peso con respecto al

20 peso del material. El contenido de sílice cristalina del material de piedra aglomerada artificial puede ser del 0-15 % en peso, más preferentemente el 0-10 % en peso, o el 0-5 % en peso, con respecto al peso del material.

Se prefiere particularmente el caso en el que los gránulos de feldespato comprendidos en

25 el material de piedra aglomerada artificial tengan un tamaño de partícula D90 < 50 micrómetros, preferentemente < 40 micrómetros, y más preferentemente un D90 entre 10 y 40 micrómetros.

Opcionalmente, el artículo de piedra aglomerada artificial de la invención podría incorporar

30 los gránulos de feldespato exclusivamente con un tamaño de partícula $< 0,1$ mm. En casos preferidos, la cantidad de gránulos de feldespato en el artículo o material de aglomerado artificial con un tamaño de partícula $< 0,063$ mm es del 10 % en peso al 40 % en peso en relación con el peso total del artículo o material.

35 El peso de la carga inorgánica (suma de los pesos de los gránulos de feldespato y de cualquier gránulo inorgánico diferente de los gránulos de feldespato) en el artículo de

piedra artificial es preferentemente del 70 - 95 % en peso, más preferentemente el 85 - 95 % en peso en relación con el peso del artículo de piedra aglomerada artificial.

El aglutinante endurecido es una resina orgánica endurecida (reaccionada o polimerizada),
5 más preferentemente una resina orgánica termoendurecible endurecida, adecuadamente líquida cuando no está endurecida y que puede seleccionarse del grupo constituido por resinas de poliéster insaturadas, resinas a base de acrilato y metacrilato, resinas vinílicas y resinas epoxi. Las resinas orgánicas endurecibles son preferentemente reactivas y pueden endurecerse en una reacción de curado (o reticulación).

10

El endurecimiento del aglutinante (resina orgánica) y, por lo tanto, de la mezcla después de la compactación, puede acelerarse finalmente elevando la temperatura, dependiendo de la resina orgánica usada, y/o usando catalizadores y aceleradores adecuados como se conoce en la técnica.

15

La cantidad de resina orgánica endurecida en el material de piedra aglomerada artificial puede variar del 5 - 30 % en peso, o del 5 - 20 % en peso, o del 5 - 15 % en peso, basándose en el peso del material.

20

En una realización, el material de piedra aglomerada artificial comprende el 70 - 95 % en peso, preferentemente el 80 - 95 % en peso, de cargas inorgánicas (es decir, la suma de los pesos de los gránulos de feldespato y de las cargas inorgánicas diferentes de los gránulos de feldespato de la invención) y el 5 - 30 % en peso, preferentemente el 5 - 20 % en peso, de resina orgánica endurecida, basándose en el peso del material de piedra
25 aglomerada artificial.

30

De acuerdo con realizaciones preferidas, el artículo de piedra aglomerada artificial se ha obtenido mediante vibrocompactación al vacío y tiene preferentemente una densidad aparente en el intervalo de 2000 - 2600 kg/m³, o de 2100 - 2500 kg/m³. La densidad
30 aparente del artículo de piedra aglomerada artificial se puede medir de acuerdo con la Norma EN 14617-1:2013-08.

35

El material de piedra aglomerada artificial puede estar en forma de bloque, losa, baldosa, láminas, panel o placa.

El material de piedra aglomerada artificial se puede usar para construcción o decoración,

para la fabricación de mostradores, encimeras de cocina, fregaderos, platos de ducha, revestimientos de paredes o suelos, escaleras o similares.

La invención también se refiere a un proceso para preparar el material de piedra aglomerada artificial de la invención, que comprende:

- a) mezclar una resina orgánica endurecible y una carga inorgánica que comprende los gránulos de feldespatos de la invención,
- b) vibrocompactar al vacío la mezcla sin endurecer obtenida en el punto a) en un molde, y
- c) endurecer la mezcla compacta obtenida en el punto b).

Para la fabricación del artículo de aglomerado artificial, se mezcla una resina orgánica endurecible, tal como una resina orgánica líquida, con los gránulos de feldespatos y con cualquier carga inorgánica opcional diferente de los gránulos de feldespatos formando una mezcla de aglomerado (sin endurecer). La cantidad de gránulos de feldespatos es preferentemente del 1 - 70 % en peso, o el 1 - 50 % en peso, o el 1 - 30 % en peso del peso de la mezcla de aglomerado. La cantidad de gránulos de feldespatos en la mezcla de aglomerado es de al menos el 2 % en peso, o al menos el 4 % en peso, o incluso al menos el 10 % en peso, y/o como máximo el 70 % en peso, o como máximo el 50 % en peso, o como máximo el 30 % en peso, en relación con el peso del material. La suma de los pesos de los gránulos de feldespatos y las cargas inorgánicas opcionales diferentes de los gránulos de feldespatos es preferentemente de al menos el 70 % en peso, o al menos el 80 % en peso, o al menos el 85 % en peso del peso de la mezcla de aglomerado. Preferentemente, la cantidad de resina orgánica endurecible en la mezcla de aglomerado varía del 5 - 30 % en peso, o del 5 - 15 % en peso.

La mezcla se puede lograr, por ejemplo, mediante agitación con el uso de mezcladores convencionales, de una manera conocida en la técnica. La resina orgánica endurecible puede ser una que, una vez endurecida, sirve para conseguir cohesión y adherencia entre las cargas inorgánicas en el artículo producido. Las resinas orgánicas son preferentemente termoendurecibles, líquidas y pueden seleccionarse, por ejemplo, del grupo constituido por resinas de poliéster insaturado, resinas a base de acrilato, resinas a base de metacrilato, resinas vinílicas y resinas epoxi. Estas resinas son preferentemente reactivas y se endurecen en una reacción de curado o reticulación. Además, se pueden incluir aditivos en esta etapa de mezcla, seleccionados de pigmentos, catalizadores de curado, aceleradores de curado, estabilizadores de UV o mezclas de los mismos.

Las cargas inorgánicas opcionales diferentes de los gránulos de feldespato pueden seleccionarse de materiales de piedra, símil piedra o cerámicos, gránulos de vidrio de silicato reciclado, gránulos de frita de silicato, gránulos cerámicos o mezclas de los mismos.

5 Estas cargas pueden incorporarse a la mezcla de aglomerado con diferentes tamaños de partícula y pueden obtenerse a partir de la trituración y/o molienda de materiales naturales o artificiales. Estas cargas inorgánicas pueden obtenerse, por ejemplo, de empresas especializadas, que las comercializan ya secas y clasificadas según su tamaño de partícula.

10

En una realización, las demás cargas inorgánicas diferentes de los gránulos de feldespato están en forma de gránulos, preferentemente con un tamaño de partícula en un intervalo de 2,0 - 0,063 mm (partículas de grano) o podrían ser inferiores a 63 micrómetros (polvo micronizado). En el caso de partículas de grano de cargas inorgánicas diferentes de los

15 gránulos de feldespato, el tamaño de partícula puede variar entre 1,2 - 0,1 mm, o 0,7 - 0,3 mm, o 0,4 - 0,1 mm, o 0,3 - 0,063 mm.

20

Las cargas inorgánicas diferentes de los gránulos de feldespato se seleccionan preferentemente de gránulos de vidrio de silicato reciclado, gránulos de frita de silicato, gránulos cerámicos o mezclas de los mismos. Debe entenderse que las cargas inorgánicas diferentes de los gránulos de feldespato de la invención pueden tener una composición de óxidos diferente a la composición de los gránulos de feldespato de la invención.

25

La mezcla de aglomerado sin endurecer puede comprender otros aditivos típicos, tales como colorantes o pigmentos, aceleradores o catalizadores para el curado o endurecimiento de la resina (por ejemplo, iniciadores de radicales libres), promotores de la adhesión entre la carga y la resina (por ejemplo, silanos). Estos tipos de aditivos y la proporción usada de los mismos se conocen en el estado de la técnica. Preferentemente, estos aditivos pueden estar presentes en la mezcla de aglomerado en una cantidad del

30 0,01 - 5,0 % en peso, basándose en el peso de la mezcla.

35

A continuación, la mezcla de aglomerado sin endurecer endurecido puede transportarse a un dispositivo distribuidor. Se conocen distribuidores adecuados, tales como los que se usan para la distribución de las mezclas de aglomerado (sin endurecer) en la fabricación de superficies de aglomerado de cuarzo. Este dispositivo distribuidor se puede mover preferentemente a lo largo de un molde temporal. El molde, en su forma más sencilla, se

puede realizar con papel kraft o una lámina de plástico. Como alternativa, el molde podría ser una bandeja elastomérica más compleja. El dispositivo distribuidor consiste preferentemente en una tolva de alimentación que recibe la mezcla en la abertura superior de la misma y una cinta transportadora posicionada debajo de la abertura de salida inferior de la tolva, que recoge o extrae la mezcla de la tolva y la deposita sobre o dentro del molde (dependiendo de si el molde está configurado como lámina o bandeja). Son posibles otros dispositivos distribuidores y moldes dentro del concepto general de la invención.

La mezcla de aglomerado sin endurecer que se ha distribuido en el molde se cubre preferentemente con una lámina protectora en su superficie superior y se somete a vibrocompactación al vacío. Para ello, en un ejemplo, la mezcla se transporta dentro de una zona de compactación de una prensa, en la que se inserta en una cámara sellable. A continuación, la cámara se sella y se crea vacío con las bombas de evacuación de gas adecuadas. Una vez que se ha alcanzado el nivel de vacío deseado (por ejemplo, 5-40 mbar), el pistón de la prensa ejerce una presión de compactación simultáneamente con la aplicación de vibración vertical del pistón (por ejemplo, oscilando entre 2.000 - 4.000 Hz). Durante la vibrocompactación al vacío, el aire atrapado en la mezcla de aglomerado se evacua sustancialmente.

A continuación, la mezcla compactada pasa a una etapa de endurecimiento o curado. En esta etapa, dependiendo del tipo de resina, así como del uso o no de catalizadores o aceleradores adecuados, la mezcla se somete adecuadamente al efecto de la temperatura en un horno de curado, calentado convenientemente a una temperatura entre 80-120 °C, con tiempos de permanencia en el horno que varían generalmente de 20 a 60 minutos. Después del curado, la mezcla compacta endurecida se enfría a una temperatura igual o inferior a 40 °C.

Después del endurecimiento, el artículo de aglomerado artificial obtenido, que puede conformarse como bloques, losas, paneles o placas, se puede cortar y/o calibrar a las dimensiones finales deseadas, y se puede terminar (pulir, bruñir, etc.) en una o ambas de sus superficies más grandes, dependiendo de la aplicación prevista.

Debe entenderse que el alcance de la presente divulgación incluye todas las combinaciones posibles de las realizaciones desveladas en el presente documento.

Ejemplos

Definiciones y métodos de prueba:

XRF: El análisis de óxido de los gránulos podría realizarse mediante fluorescencia de rayos X en un espectrómetro XRF comercial. Por ejemplo, un disco de aproximadamente 1 g de una muestra se mezcla con tetraborato de litio y se calcina en atmósfera de aire a una temperatura de 1.050 °C durante 25 minutos antes del análisis en el espectrómetro. Los resultados se informan como porcentaje en peso relativo de óxidos (SiO_2 , Al_2O_3 , etc.), junto con el peso "perdido por ignición" durante la calcinación (evaporación/desorción de volátiles, descomposición de materia orgánica). El espectrómetro se calibra previamente con curvas de calibración multipunto de concentración de estándares conocida. Se puede seguir la Norma internacional ISO 12677: 2011 para el análisis XRF.

XRD: A modo de ejemplo, la identificación y la cuantificación de las fases cristalinas en los gránulos se puede realizar mediante difracción de polvo de rayos X (XRD) usando radiación $\text{MoK}\alpha_1$ (0,7093 Å) con un equipo comercial (por ejemplo, Bruker D8 Advance) a 2° - 35° durante 4 horas. Una vez que se obtienen los datos de difracción de rayos X, se analizan usando el método de Rietveld para la cuantificación. El contenido de fases de sílice cristalina se calcula como porcentaje en peso de la muestra analizada.

Granulometría: El tamaño de partícula, también denominado diámetro de partícula, de los gránulos se puede medir mediante separación por tamizado conocida usando tamices de diferente tamaño de malla. Para gránulos de feldespato con un tamaño de partícula <200 micrómetros la distribución del tamaño de partícula se puede medir por difracción láser con un equipo comercial (por ejemplo, Malvern Panalytical Mastersizer 3000 dotado de una celda Hydro). Para la medición, la muestra de gránulos se puede dispersar en agua desmineralizada asistida por una sonda de ultrasonidos. El difractor láser proporciona curvas de distribución de partículas (volumen de partícula frente al tamaño de partícula) y los valores estadísticos D10, D50 y D90 de la población de partículas (valores de tamaño de partícula en los que el 10 %, 50 % o el 90 % de la población de partículas de muestra se encuentra por debajo de este valor, respectivamente).

Colorimetría/transparencia: La colorimetría y la transparencia de los gránulos en la matriz polimerizada se pueden medir a partir de discos preparados mezclando 50 g de los gránulos con 50 g de una resina de poliéster insaturado comercial catalizada con 0,75 g de peróxido de MEKP orgánico y 0,12 g de octoato de cobalto (6 % de cobalto). Después de

la homogeneización, la mezcla se vierte en un molde de aluminio hasta un espesor de 5 mm. A continuación, la mezcla se endurece a 70 °C durante 20 minutos y posteriormente se deja que alcance la temperatura ambiente durante 30-40 minutos. A continuación, se retira el molde de aluminio antes de medir la colorimetría y la transparencia del disco
 5 obtenido. La colorimetría puede medirse en un espectrofotómetro comercial (por ejemplo, Konica Minolta CM-3600d) y expresarse en valores de coordenadas L* a* b* (espacio de color CIELAB), en las que L* es la luminosidad de negro (0) a blanco (100), a* de verde (-) a rojo (+) y b* de azul (-) a amarillo (+). La transparencia puede medirse en un analizador de transparencia comercial (por ejemplo, de Sensure SRL) capaz de medir la relación de
 10 luz blanca transmitida a través del disco.

Ejemplos de acuerdo con la invención y ejemplos comparativos

Se adquirieron veinte feldespatos diferentes en forma granular de diferentes proveedores especializados en la prospección, extracción, separación y enriquecimiento del mineral
 15 feldespato extraído de diferentes yacimientos naturales. Los feldespatos eran principalmente feldespatos alcalinos de la serie de feldespatos alcalinos, incluyendo feldespatos de sodio, feldespatos de potasio y feldespatos mixtos de sodio y potasio. Los proveedores fueron Industrias del Cuarzo S.A., Imerys Ceramics, Minerali Industriali, SCR-Sibelco N.V., Llansa S.A., Kaltun Madencilik Sanayi, Kormad Madencilik Ltd. Sti. y Polat
 20 Mining.

Para los experimentos, los gránulos de feldespato se micronizaron hasta un tamaño de partícula D90 entre 18 - 40 micrómetros.

25

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis de óxido XRF y la "pérdida por ignición" L.O.I. de los 20 gránulos de feldespato, tanto de la invención como comparativos, sometidos a evaluación, promediados a partir de 3 repeticiones. La Tabla 1 también muestra la relación de porcentajes en peso de SiO₂ con respecto a Al₂O₃.

30

Tabla 1

Ej.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	otros	L.O.I.	Relación SiO ₂ /Al ₂ O ₃
FD1	66,70	19,39	0,37	11,31	0,11	0,01	n.d. [‡]	n.d. [‡]	2,11	3,43
FD2*	71,48	15,60	0,43	5,79	4,26	0,02	0,10	0,33	1,99	4,58
FD3*	73,31	14,18	0,27	5,54	3,41	0,03	0,11	0,27	2,88	5,17

FD4*	68,12	18,01	0,92	9,83	0,22	0,03	0,01	0,02	2,84	3,78
FD5	66,22	18,21	1,16	10,46	0,20	0,04	0,01	0,02	3,68	3,64
FD6*	72,08	14,55	0,50	3,41	6,96	0,03	0,01	0,57	1,89	4,95
FD7*	74,70	13,40	0,14	7,45	0,31	0,19	0,40	0,14	3,27	5,57
FD8	60,32	17,28	5,49	10,27	0,10	0,01	n.d.‡	0,11	6,42	3,49
FD9*	73,91	15,30	0,90	7,44	2,03	0,07	0,15	0,20	n.d.‡	4,83
FD10	65,81	18,11	0,87	10,15	0,26	0,03	0,02	0,09	4,66	3,63
FD11*	64,17	18,57	0,82	10,62	0,09	0,64	0,08	1,77	3,24	3,45
FD12*	56,62	16,39	0,59	9,66	0,09	0,12	0,03	0,44	16,06	3,45
FD13*	65,95	16,26	0,41	1,98	11,50	0,02	0,03	0,40	3,45	4,06
FD14*	74,64	13,58	0,63	5,96	0,65	0,02	0,12	0,41	3,99	5,50
FD15*	67,53	17,20	0,58	9,58	0,43	0,26	0,19	0,50	3,73	3,93
FD16*	62,95	18,78	0,68	4,68	8,81	0,02	0,10	0,37	3,61	3,35
FD17*	66,45	18,37	1,34	9,20	0,56	0,02	0,06	0,25	3,75	3,62
FD18	65,75	17,34	0,02	0,67	14,42	0,02	0,01	0,64	1,13	3,79
FD19*	71,08	14,27	0,77	3,67	3,84	0,07	0,59	0,49	5,22	4,98
FD20	63,93	19,18	1,08	10,66	0,27	0,015	0,01	0,12	4,73	3,33

‡n.d.: no detectado

*Ejemplos comparativos.

Para evaluar la idoneidad de los gránulos de feldespato de la Tabla 1 para reemplazar el cuarzo en la fabricación de artículos de piedra aglomerada artificial, se examinó la colorimetría y la transparencia de 50 g de gránulos de feldespato incrustados en 50 g de una matriz de resina polimerizada, siguiendo el procedimiento "Colorimetría/transparencia" mencionado anteriormente. Además, la concentración de sílice cristalina en forma de cuarzo en los gránulos de feldespato se cuantificó mediante XRD. Los resultados obtenidos se representan en la Tabla 2, junto con los valores de referencia obtenidos para los gránulos de cuarzo que sirven como referencia. Los gránulos de cuarzo incluidos en la Tabla 2 como referencia son materiales comerciales que se usan actualmente en la fabricación de artículos de piedra de cuarzo aglomerada artificial. El cuarzo de referencia está en forma micronizada, con un D90 de 29 micrómetros.

Tabla 2

Color			Transparencia	Contenido de cuarzo
L*	a*	b*	(%)	(%)

FD1	56,1	0,2	-3,6	22	<2
FD2*	59,0	0,1	8,6	10	25,6
FD3*	58,5	0,1	8,0	11	34,5
FD4*	49,7	0,6	1,2	21	11,3
FD5	48,5	0,7	0,4	23	3,1
FD6*	55,8	4,8	14,1	7	32,1
FD7*	42,1	6,2	11,5	6	36,3
FD8	65,1	0,5	0,5	14	<2
FD9*	47,7	0,3	4,7	7	27,9
FD10	57,0	1,8	-0,7	17	7,5
FD11*	54,8	8,2	20,1	6	3,7
FD12*	60,7	3,3	11,5	8	2,9
FD13*	67,7	6,0	13,4	6	11,6
FD14*	56,6	6,6	13,1	8	35,8
FD15*	48,9	3,2	11,6	7	10,9
FD16*	43,7	4,8	8,9	6	4,1
FD17*	54,0	2,7	8,8	7	10,7
FD18	70,4	1,5	3,2	15	7,9
FD19*	43,7	4,8	8,9	6	4,1
FD20	54,4	1,1	-3,5	22	<2
Quartz granules	55,5	0,6	-1,2	25	- [†]

[†]Los gránulos son sílice cristalina casi pura.

*Ejemplos comparativos.

A partir de los resultados de la Tabla 2, los gránulos de feldespato FD2, FD3, FD4, FD6, FD7, FD9, FD13, FD14, FD15 y FD17 presentan altos niveles de contenido de cuarzo, superiores al 10 % en peso en todos los casos, lo que los hace menos deseable como alternativa a los gránulos de cuarzo usados actualmente, para la reducción del riesgo toxicológico de la sílice cristalina.

Además, FD2, FD3, FD6, FD7, FD11, FD12, FD13, FD14, FD15, FD16, FD17 y FD19 presentan importantes desviaciones en la colorimetría del gránulo de cuarzo de referencia, con un aumento significativo en el valor de b*, y en la mayoría de los casos también con un aumento relevante de a*. En otras palabras, cuando estos gránulos de feldespato están

en una matriz de resina polimerizada, cambian de manera importante el color de la matriz hacia amarillo o naranja, en comparación con la misma matriz que incorpora los gránulos de cuarzo de referencia. Además, FD6, FD7, FD9, FD11, FD12, FD6, FD15, FD16, FD17 y FD19 carecen de la transparencia de los gránulos de cuarzo de referencia, necesaria
5 para producir, por ejemplo, artículos de piedra aglomerada menos opacos y con alta intensidad de color.

Los gránulos de feldespato FD1, FD5, FD8, FD10, FD18 y FD20, tienen los valores de colorimetría y transparencia más similares a los gránulos de cuarzo de referencia.
10 Sinérgicamente, el contenido de cuarzo de estos gránulos es <10 % en peso y, en algunos casos, (FD1, FD8 y FD20) incluso <2 % en peso.

Los gránulos de feldespato FD1, FD5, FD8, FD10, FD18 y FD20, se usaron para la fabricación de losas de piedra aglomerada artificial en un entorno industrial, en líneas
15 estándar para la producción de superficies de aglomerado de cuarzo comerciales, siguiendo el protocolo y las etapas de fabricación de mezcla, vibrocompactación al vacío y endurecimiento descritas en el presente documento. La porción de gránulos de feldespato incorporados en las losas de piedra aglomerada artificial varió del 4 % en peso al 25 % en peso, en relación con el peso de las losas.

20

En resumen, los gránulos de feldespato micronizado de la invención se usaron para reemplazar parcial o totalmente el cuarzo micronizado normalmente usado para la producción de losas de cuarzo aglomerado comercial. En todos los casos, las losas se podrían fabricar sin problemas o cambios importantes en el actual proceso de producción
25 de losas de cuarzo aglomerado, solo con un ligero ajuste de la concentración de los pigmentos usados para mantener las mismas tonalidades de color. Las losas que comprenden los gránulos de feldespato de acuerdo con la invención mostraron características similares en cuanto a resistencia a la abrasión, rayado, manchas o ataques químicos que las losas producidas con cuarzo. Sin embargo, las losas con los gránulos de
30 feldespato de la invención contenían un contenido inferior de sílice cristalina, lo que dio como resultado una menor emisión de sílice cristalina respirable cuando las placas se cortaron, se calibraron y/o se pulieron.

REIVINDICACIONES

1. Material de piedra aglomerada artificial que comprende cargas inorgánicas y una resina orgánica endurecida, en el que las cargas inorgánicas comprenden gránulos de feldespato
 5 que comprenden una combinación de óxidos de acuerdo con la Fórmula A o la Fórmula B:

	Fórmula A	Fórmula B
SiO ₂	60,0 – 69,5 % en peso	60,0 – 69,5 % en peso
Al ₂ O ₃	17,0 – 20,0 % en peso	17,0 – 20,0 % en peso
Na ₂ O	10,0 – 11,9 % en peso	0,0 – 2,0 % en peso
K ₂ O	0,0 – 2,0 % en peso	12,0 – 16,9 % en peso
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	0,0 – 0,5 % en peso	0,0 – 0,5 % en peso

basándose en el peso de los gránulos de feldespato, en el que la resina orgánica se selecciona del grupo constituido por resinas de poliéster insaturadas, resinas a base de
 10 acrilato y metacrilato, resinas vinílicas y resinas epoxi.

2. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los gránulos de feldespato se han sometido a un proceso de separación por flotación.

- 15 3. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que los gránulos de feldespato se han sometido a dos procesos de separación por flotación.

4. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los gránulos de feldespato se han sometido a separación
 20 magnética.

5. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la cantidad de fase cristalina de albita en los gránulos de feldespato de Fórmula A es del 80 - 97,0 % en peso, preferiblemente 81,0 - 95,0 % en peso
 25 con respecto al peso de los gránulos.

6. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la suma de la cantidad de las fases cristalinas de microclina y ortoclasa en los gránulos de feldespato de Fórmula B es del 80 - 97,0 % en peso, o
 30 incluso el 81,0 - 95,0 % en peso con respecto al peso de los gránulos.

7. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el contenido total de fases cristalinas en los gránulos de feldespatos se encuentra en el intervalo del 80,0 - 99,0 % en peso, preferentemente el 81,0 - 97,0 % en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespatos.

8. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la concentración de sílice cristalina en los gránulos de feldespatos es ≤ 10 % en peso, o ≤ 8 % en peso, o ≤ 5 % en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespatos.

9. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la concentración de sílice cristalina en los gránulos de feldespatos se encuentra en el intervalo 0,1 - 10,0 % en peso, o el 0,1 - 8,0 % en peso, o el 0,5 - 5,0 % en peso, basándose en el peso de los gránulos de feldespatos.

10. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que los gránulos de feldespatos comprenden el 60,0 - 68,0 % en peso de SiO_2 , preferiblemente el 63,0 - 68,0 %, basándose en el peso de los gránulos de feldespatos.

11. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que además de los gránulos de feldespatos, el material de piedra aglomerada artificial comprende gránulos de vidrio de silicato con menos del 1 % de sílice cristalina.

12. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la suma de los pesos de los gránulos de feldespatos y de vidrio de silicato representa más del 50 % en peso, o más del 70 % en peso, del peso del material de piedra aglomerada artificial.

13. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el contenido de sílice cristalina del material de piedra aglomerada artificial es ≤ 15 % en peso, preferentemente ≤ 10 % en peso, o ≤ 5 % en peso con respecto al peso del material.

14. Material de piedra aglomerada artificial de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que incorpora los gránulos de feldespato exclusivamente con un tamaño de partícula $<0,1$ mm.

- 5 15. Uso de los gránulos de feldespato como se definen en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, para reducir las emisiones de sílice cristalina en la fabricación y/o mecanización de un material de piedra aglomerada artificial que comprende cargas inorgánicas y una resina orgánica endurecida, donde la resina orgánica se selecciona del grupo constituido por resinas de poliéster insaturadas, resinas a base de acrilato y
10 metacrilato, resinas vinílicas y resinas epoxi.