

APARATO PARA PULVERIZACIÓN Y FLOTACIÓN EN ESPUMA SIMULTÁNEAS

La presente invención se relaciona con un aparato para pulverización y flotación en espuma simultáneas de al menos un mineral o un pigmento en bruto, un proceso que se realiza en el aparato para fabricar al menos un mineral o un pigmento en bruto, el uso de la fase que contiene al mineral o al pigmento en bruto obtenida mediante el proceso en aplicaciones para papel así como también en papel, plástico, pintura, cobertura, hormigón, adhesivos, selladores, alimentos, forraje, productos farmacéuticos, cemento, cosméticos, tratamiento de agua y/o aplicaciones agrícolas, de preferencia en proceso de acabado en húmedo en una máquina de papel, en papel para cigarrillos, cartón y/o aplicaciones de cobertura, o como soporte para huecograbado y/o impresión en offset y/o impresión por chorro de tinta y/o impresión por chorro de tinta continuo y/o flexografía y/o electrofotografía y/o superficies de decoración y la fase que contiene el mineral y/o pigmento y/o el pigmento obtenido mediante dicho proceso.

Los minerales y/o pigmentos en bruto comprenden materiales que contienen carbonato de calcio, barita, óxido de aluminio u óxido de titanio que a menudo contienen además impurezas tales como sulfuros de hierro, óxidos de hierro, silicatos tales como cuarzo, mica, anfibolita, feldespato, minerales de arcilla y/o grafito en cantidades relativamente elevadas. La separación de estos materiales en un mineral deseado y además una fracción con pigmento, por ejemplo, una fracción que contiene carbonato de calcio, y una fracción con impurezas de descarte, por ejemplo, una fracción de silicato, es de gran interés para la industria ya que ambas fracciones tienen aplicaciones en una amplia variedad de dominios tanto similares como diferentes. El aparato según la presente invención es adecuado para la flotación directa (es decir, mineral o pigmento en la espuma) e indirecta (es decir, impurezas en la espuma) de todo tipo de minerales metalíferos.

Los materiales que contienen carbonato de calcio, por ejemplo, se usan en todo tipo de aplicaciones con papel ya sea como relleno o como pigmento en hojas de papel base y/o en formulaciones para cubiertas de papel. Se usa asimismo en plásticos, recubrimientos de pintura, hormigón, cemento, cosméticos, tratamiento de agua y/o aplicaciones agrícolas.

Los métodos más comunes para separar el mineral y/o el pigmento, tal como materiales que contienen carbonato de calcio, de impurezas tales como silicatos implican separaciones fisicoquímicas en las que el mineral y/o pigmento en bruto se pulveriza primero y luego se somete a flotación en espuma en un entorno acuoso al usar un medio que imparte hidrofobicidad selectiva a las fracciones que contienen silicatos del material pulverizado para permitir que dichos componentes floten por asociación con un gas. Otro método imparte hidrofobicidad selectiva a las fracciones que contienen el mineral y/o el pigmento del material pulverizado para permitir que tales componentes floten en un gas o se puedan recolectar mediante un gas.

Los medios para separar las impurezas del mineral y/o el pigmento, tales como materiales que contienen carbonato de calcio, son numerosos y muy conocidos para los expertos en el arte, que incluyen la patente estadounidense 4.109.874, que se refiere a un aparato para procesar minerales metalíferos mediante la combinación de fresado, flotación en espuma y una operación de clasificación por tamaño en la que una cámara de fresado contiene cuerpos de fresado elastoméricos situados entre una primera pantalla y una segunda pantalla. La cámara de fresado cuenta con medios de agitación para la vibración vertical de los cuerpos de fresado. Una primera descarga de la cámara de fresado elimina la espuma. Una segunda descarga por debajo de la primera pantalla más baja elimina los componentes más gruesos.

La solicitud CN 201423313 se refiere a una máquina vertical de flotación y pulverización. La máquina vertical de flotación y pulverización se caracteriza por incluir un cuerpo cilíndrico de la máquina vertical de flotación y pulverización, una cubierta superior del cuerpo cilíndrico, una placa de rociado ubicada en la parte superior del cuerpo cilíndrico, un tanque de recolección de espuma que adopta una estructura de tipo compartimiento estanco y se ubica en la pared exterior de la parte superior del cuerpo cilíndrico, un dispositivo rotatorio, un eje de agitación con una espiral de agitación en la mitad inferior, una tubería de enriquecimiento de reactivo, una tubería de ingreso, una apertura de vaciado, una tubería de descarga de residuos, cuerpos de laberinto de un dispositivo de sellado de agua de laberinto, una tubería de ingreso de agua que está ubicada en la parte inferior del cuerpo cilíndrico de la máquina vertical de flotación y pulverización y que está ubicada en el centro, una placa de raspado de espuma que adopta una placa de raspado de tipo pala y está fijada al eje de agitación, y una tubería de ingreso de aire ubicada en la parte inferior del cuerpo cilíndrico de la máquina vertical de flotación y pulverización.

La solicitud CN 2497869 se refiere a una máquina en torre de flotación y fresado que consta de un cuerpo de la máquina en torre, un tornillo mezclador y un mecanismo de impulso en el que el mecanismo de impulso empuja al tornillo mezclador mediante un eje del tornillo mezclador. La máquina en torre de flotación y fresado se caracteriza porque el cuerpo en torre de la máquina está dividido en una parte superior y una parte inferior que son una región de flotación y una región de flotación durante el fresado que está llena del medio de fresado; la parte superior de la región de flotación cuenta con una artesa de desborde, y la parte del medio cuenta con un propulsor de mezcla de flotación auxiliar, y la parte inferior cuenta con una artesa de recolección y una abertura de eliminación de residuos de minerales metalíferos.

La solicitud CN 101757981 se refiere a un método y un dispositivo para llevar a cabo los procesos de flotación y de pulverización en partículas ultrafinas de manera simultánea. Durante los procesos de flotación y pulverización se coloca un dispositivo para generar ondas ultrasónicas en una celda de flotación integral para generar ondas y así fomentar la flotación de la pulpa de pulverización.

La solicitud CN 1401434 se refiere a una máquina de tipo torre de flotación y pulverización para pulverizar y calibrar por inmersión minerales metalíferos al mismo tiempo compuesta de un cuerpo principal de tipo torre dividido en una región superior de flotación y una región inferior de pulverización y calibrado por inmersión, tornillo de agitación y mecanismo de impulso. Dicha región inferior de calibrado por inmersión contiene un tornillo agitador y un medio de pulverización.

La solicitud CA 2059713 se refiere a un aparato para la flotación en espuma y pulverización simultáneas de materiales en bruto de manera continua o en lotes que comprende un envase para contener el medio de pulverización, una alimentación de material en bruto para pulverizar y un gas de flotación, una unidad de agitación rotatoria montada sobre el envase, un medio de impulso conectado a la unidad de agitación para rotar la unidad y así agitar el medio de pulverización, y la alimentación de material para pulverizar en partículas finas, y una artesa de descarga para recolectar la espuma en la parte superior del envase para recuperar las partículas finas junto con la espuma.

No obstante, el experto en el arte aún tiene que resolver el problema de separar con eficacia los minerales y/o pigmentos e impurezas de manera selectiva a fin de recuperar una gran cantidad de minerales y/o pigmentos.

Por ende, aún existe la necesidad en el arte de contar con un aparato para la flotación en espuma y la pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto y un proceso que permita un mejor rendimiento que el de los aparatos y procesos existentes y en especial un aparato y un proceso que permita la separación eficaz de minerales y/o pigmentos de impurezas. En consecuencia, también es deseable contar con un aparato para la flotación en espuma y la pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto y un proceso que permita recuperar una gran cantidad de minerales y/o pigmentos. Más aún, se desea proporcionar un aparato para la flotación en espuma y pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto y un proceso que permite recuperar una gran cantidad de mineral y/o pigmento con un mínimo de desechos y con desechos químicos notablemente reducidos. También se desea proporcionar un aparato para la flotación en espuma y la pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto que permita el procesamiento eficaz de suspensiones con altas concentraciones de sólidos. También es deseable proporcionar un aparato para la flotación en espuma y la pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto y un proceso eficiente en términos de tiempo y, en consecuencia, también es eficiente en términos de energía.

Por ende un objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato para la flotación en espuma y la pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un proceso para la fabricación de al menos un mineral y/o pigmento pulverizado que se lleva a cabo en el aparato. Otro objetivo puede ser también proporcionar un aparato para la flotación en espuma y la pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto que brinda separación eficaz de minerales y/o pigmentos e impurezas. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato para la flotación en espuma y la pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto y un proceso que ofrece recuperar una gran cantidad de minerales y/o pigmentos. Se puede considerar incluso otro objetivo a proporcionar un aparato para la flotación en espuma y pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto y a un proceso de permite recuperar una gran cantidad de mineral y/o pigmento con un mínimo de desechos y con desechos químicos notablemente reducidos. Otro objetivo puede ser proporcionar un aparato para la flotación en espuma y pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto que permite el procesamiento eficaz de suspensiones con altas

concentraciones de sólidos. Incluso otro objetivo puede ser proporcionar un aparato para la flotación en espuma y pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto y un proceso que permite la separación eficiente en términos de tiempo de minerales y/o pigmentos e impureza que, en consecuencia, también es eficiente en términos de energía.

Lo que precede y otros objetivos se logran con un aparato para la flotación en espuma y pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto, aparato que consta de lo siguiente:

- a) un envase **(1)** adecuado para contener al medio de pulverización **(2)**, un gas de flotación, un agente recolector y al menos un mineral y/o pigmento en bruto;
- b) una unidad de agitación **(3)** rotatoria montada en el envase **(1)**;
- c) medios de impulso **(4)** conectados a la unidad de agitación **(3)** para agitar el medio de pulverización **(2)** y el al menos un mineral y/o pigmento en bruto para pulverizarlo en al menos un mineral y/o pigmento pulverizado;
- d) un sistema de carga **(5)** conectado al envase **(1)** que comprende lo siguiente:
 - i. una alimentación de mineral y/o pigmento en bruto **(5a)**,
 - ii. una alimentación de agente recolector **(5b)**, y
 - iii. una entrada de gas de flotación **(5c)**;
- e) un sistema de descarga **(6)** conectado al envase **(1)** que comprende lo siguiente:
 - i. un tamiz **(6a)** adecuado para separar la espuma del mineral y/o pigmento pulverizado,
 - ii. una zona de recolección del producto **(6b)** adecuada para recolectar el mineral y/o pigmento pulverizado,
 - iii. una zona de recolección de espuma **(6c)** y
 - iv. una zona de redireccionamiento de la espuma **(6d)**.

Se debe entender que a los fines de la presente invención, los términos siguientes tienen los significados que se detallan a continuación:

Cuando un artículo indefinido o definido se usa con referencia a un sustantivo en singular, por ejemplo “un”, “una” o “el”, incluye al plural de dicho sustantivo a menos que se explicita lo contrario.

Cuando se usa el término “comprende” en la presente descripción y las reivindicaciones, no excluye a otros elementos. A los fines de la presente invención, el término “consta de” se considera una forma de realización preferida del término “comprende”. Si en lo sucesivo se define que un grupo comprende al menos un número determinado de formas de realización, esto también se debe entender como revelación de un grupo, que de preferencia consta de sólo estas formas de realización.

Los términos como “obtenible” o “definible” y “obtenido” o “definido” se usan de manera intercambiable. Esto significa, a menos que el contexto indique lo contrario sin lugar a dudas, por ejemplo, que el término “obtenido” no significa que, por ejemplo, una forma de realización se debe obtener mediante, por ejemplo, la secuencia de pasos que siguen al término “obtenido” aunque tal interpretación restringida siempre se incluye en los términos “obtenido” o “definido” como forma de realización preferida.

Las formas de realización ventajosas de la presente invención se definen en las subreivindicaciones correspondientes.

De acuerdo con una forma de realización del aparato, la zona de recolección de espuma (6c) comprende boquillas rociadoras (6c1) y/o el sistema de descarga (6) comprende una válvula de control de descarga (6e) o una derivación con desborde (6f) y/o la zona de recolección del producto (6b) tiene forma de anillo y/o la zona de recolección de espuma (6c) tiene forma de anillo y/o la zona de redireccionamiento de espuma (6d) tiene forma de anillo.

De acuerdo con otra forma de realización del aparato, la alimentación de mineral y/o pigmento (5a) está conectada a la parte inferior (7) del envase (1), de preferencia en el centro (7a) de la parte inferior (7) o la parte lateral (7b) de la parte inferior (7), con mayor preferencia de manera tangencial, con mayor preferencia el sistema de carga (5) está conectado a la parte inferior (7) del envase (1); y/o la alimentación del mineral y/o pigmento en bruto (5a), la alimentación del agente de recolección (5b) y la entrada de gas de flotación (5c) del sistema de carga (5) están conectadas entre sí de manera tal que el gas de flotación, de preferencia aire, y el agente de recolección se alimentan dentro del envase junto con el al menos un mineral y/o pigmento en bruto (1).

De acuerdo con incluso otra forma de realización del aparato, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 20,0 y 500,0 μm y el medio de pulverización (2) tiene una densidad aparente que varía entre 1,5 y 6,0 kg/dm^3 , de preferencia entre 2,0 y 5,0 kg/dm^3 y con mayor preferencia entre 2,2 y 4,0 kg/dm^3 ; y/o el medio de pulverización (2) tiene un diámetro medio de partícula en peso d_{50} que varía entre 0,2 y 5,0 mm, de preferencia entre 1,0 y 4,5 mm y de mayor preferencia entre 2,4 y 4,0 mm o el aparato es para la flotación en espuma y pulverización de al menos un mineral y/o pigmento en bruto que tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 0,5 y

20,0 μm y el medio de pulverización (2) tiene una densidad aparente que varía entre 1,5 y

6,0 kg/dm^3 , de preferencia entre 2,0 y 4,5 kg/dm^3 y con mayor preferencia entre 2,5 y 3,0 kg/dm^3 ; y/o el medio de pulverización (2) tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 0,2 y 5,0 mm, de preferencia entre 0,3 y 4,0 mm y con mayor preferencia entre 0,4 y 3,0 mm.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un proceso que se realiza en dicho aparato para fabricar al menos un mineral y/o pigmento pulverizado. El proceso comprende los siguientes pasos:

- I. proporcionar al menos un mineral y/o pigmento en bruto, medio de pulverización (2) y al menos un agente recolector en el envase (1);
- II. mezclar el al menos un mineral y/o pigmento, el medio de pulverización (2) y el al menos un agente recolector según se indica en el paso I. con agua para formar una suspensión acuosa;
- III. hacer pasar un gas de flotación a través de la entrada de gas de flotación (5c) en la suspensión acuosa que se formó en el paso II. y agitar la suspensión acuosa obtenida mediante la unidad de agitación (3) para transformar el al menos un mineral y/o pigmento en bruto en al menos un mineral y/o pigmento pulverizado y, en consecuencia, obtener una fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado y a la espuma;
- IV. recuperar el al menos un mineral y/o pigmento pulverizado al eliminar la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado de la espuma obtenida en el paso III.

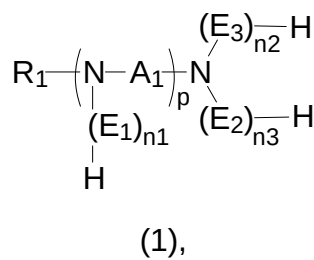
De acuerdo con una de sus formas de realización, el proceso implica un paso de flotación directa o indirecta que lleva a la formación de una espuma que contiene la fase flotante y una fase que contiene una lechada con el mineral y/o pigmento pulverizado restante.

De acuerdo con otra de sus formas de realización, se agrega al menos un agente dispersante antes del paso III. o durante dicho paso y/o el al menos un mineral y/o pigmento en bruto comprende al menos un agentes dispersante.

De acuerdo con incluso otra formas de realización del proceso, el al menos un agente dispersante se selecciona del grupo que incluye sodio, potasio, calcio, magnesio, litio, estroncio, aminas primarias, aminas secundarias, aminas terciarias y/o sales de amonio, donde las sales de amina son lineales o cíclicas, de homopolímeros o copolímeros de ácido (met)acrílico neutralizados al menos en parte, ácido maleico, ácido fumárico, ácido itacónico y derivados de estos ácidos como ésteres o amidas, tales como metilmetacrilato, metilacrilato, acrilamida, hidrógenofosfato de sodio o polifosfatos tales como álcalipolifosfatos, carboximetilcelulosa, dispersantes estéricos, polímeros peine y/o mezclas de ellos, de preferencia poliácrilato de sodio con peso molecular M_w de entre 4 000 y 10 000 g/mol, de preferencia entre 4 000 y 8 000 g/mol y con mayor preferencia de aproximadamente 6 000 g/mol; y/o el al menos un agente recolector se selecciona del grupo que consiste de tensioactivos hidrófobos de superficie activa, de preferencia xantato o tiofosfatos, ácido oleico, alquilsulfatos, polialquileniminas, aminas primarias, aminas terciarias, aminas cuaternarias, aminas grasas, esterquats, poliesterquats, imidazolininas o compuestos de imidazolio cuaternario, de preferencia metosulfatos de imidazolio cuaternario como se describe en la patente WO 2008/084391 A1, o compuestos de la fórmula (1) y (2) tal como se define a continuación y mezclas de estos compuestos tal como se detallan en la patente WO 2014/029634 A1 y/o mezclas de ellos; y/o el contenido del al menos un agente dispersante se encuentra en el rango de entre 0,1 y 1,0% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en suspensión acuosa, de preferencia entre 0,2 y 0,6% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en suspensión acuosa y con mayor preferencia en el rango de entre 0,3 y 0,5% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en suspensión acuosa; y/o el contenido del al menos un agente recolector se encuentra en el rango de entre 0,001 y

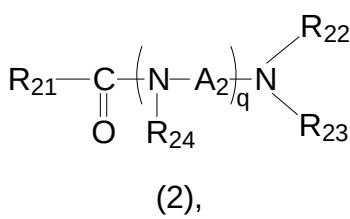
5,0% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en suspensión acuosa tal como se indica en el paso II., de preferencia entre 0,05 y 0,8% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en suspensión acuosa tal como se indica en el paso II. y con mayor preferencia entre 0,02 y 0,1% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en suspensión acuosa tal como se indica en el paso II; de preferencia el al menos un agente dispersante tiene carga negativa y/o el al menos un agente recolector es no iónico.

Compuestos de la fórmula (1)



donde
R₁ representa un grupo hidrocarburo que contiene entre 6 y 30 átomos de carbono,
A₁ representa un grupo alquileo que tiene entre 1 y 6 átomos de carbono,
E₁, E₂ y E₃, son idénticos o diferentes entre sí, cada uno elegido de manera independiente entre grupos de óxido de alquileo que contienen entre 1 y 6 átomos de carbono,
n₁, n₂ y n₃, son idénticos o diferentes entre sí, cada uno elegido de manera independiente de un entero cuyo valor varía entre 1 y 20,
p es 1, 2, 3 o 4.

Compuestos de la fórmula (2)



donde
R₂₁ representa un grupo hidrocarburo que contiene entre 6 y 30 átomos de carbono,
R₂₂ y R₂₃ son idénticos o diferentes entre sí, cada uno elegido de manera independiente entre grupos de hidrocarburos que contienen entre 1 y 6 átomos de carbono,
R₂₄ representa hidrógeno o un grupo hidrocarburo que contiene entre 1 y 6 átomos de carbono,

A₂ representa un grupo alquileo que tiene entre 1 y 6 átomos de carbono, y q es 1, 2, 3 o 4.

De acuerdo con una forma de realización del proceso, el diámetro del molino se encuentra en el rango de entre 200 y 750 mm y la unidad de agitación se ajusta a una velocidad de eje que varía entre 150 y 400 rpm o el diámetro del molino se encuentra en el rango de entre 751 y 1250 mm y la unidad de agitación se ajusta a una velocidad de eje que varía entre 125 y 350 rpm o el diámetro del molino se encuentra en el rango de entre 1251 y 1750 mm y la unidad de agitación se ajusta a una velocidad de eje que varía entre 100 y 300 rpm.

De acuerdo con otra forma de realización del proceso, el contenido sólido, es decir, el contenido del al menos un mineral y/o pigmento en bruto de la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II. se encuentra entre 5,0 y 80,0% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II., de preferencia entre 10,0 y 75,0% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II., con mayor preferencia entre 20,0 y 70,0% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II., y con mayor preferencia entre 30,0 y 55,0% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II. Para un mineral y/o pigmento en bruto que tenga un tamaño medio de partícula ponderado de entre 20,0 y 500,0 m, el peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II es de preferencia entre 25,0 y 65,0% en peso. Para un mineral y/o pigmento en bruto que tenga un tamaño medio de partícula ponderado de entre 0,5 y 20,0 m, el peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II es de preferencia entre 40,0 y 80,0% en peso.

De acuerdo con incluso otra forma de realización del proceso, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto del paso I. es un material que contiene al pigmento blanco en bruto, donde el pigmento blanco se selecciona de preferencia del grupo que consiste de materiales que contienen carbonato de calcio, barita, óxido de aluminio, óxido de titanio y mezclas de ellos, y con mayor preferencia es carbonato de calcio, de preferencia el contenido del material que contiene al pigmento blanco en bruto varía entre 0,1 y 99.9% en peso sobre la base del peso seco, de preferencia entre 30,0 y

99,7% en peso sobre la base del peso seco, con mayor preferencia entre 60,0 y 99,3% en peso sobre la base del peso seco y con incluso mayor preferencia entre 80,0 y 99.0% en peso sobre la base del peso seco.

De acuerdo con una forma de realización del proceso, el material que contiene al pigmento blanco en bruto comprende impurezas seleccionadas del grupo que consiste de sulfuros de hierro, óxidos de hierro, silicatos de preferencia de cuarzo, mica, anfibolita, feldespato, minerales de arcilla y/o mezclas de ellos; grafito y mezclas de ellos; y/o la relación entre el peso del pigmento blanco y las impurezas en el material que contiene al pigmento blanco en bruto (pigmento blanco : impurezas) es de entre 0,1: 99,9 y 99,9:0.1 sobre la base del peso seco, de preferencia entre 30:70 y 99,7:0,3 sobre la base del peso seco, con mayor preferencia entre 60:40 y 99,3:0,7 sobre la base del peso seco, y con incluso mayor preferencia entre 80:20 y 99:1 sobre la base del peso seco.

De acuerdo con otra forma de realización del proceso, se agrega uno o más aditivos seleccionados del grupo que consiste en agentes reguladores del pH, solventes y/o polielectrolitos antes del paso IV., de preferencia el contenido de estos aditivos se encuentra en el rango de entre 0,0005 y 1,0% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa, con mayor preferencia entre 0,001 y 0,5% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa, y con incluso mayor preferencia entre 0,001 y 0,1% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa.

De acuerdo con incluso otra de sus formas de realización, el proceso comprende además los pasos siguientes:

- V. deshidratar y secar de manera opcional la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado obtenida en el paso IV. para eliminar al menos una parte de agua para obtener un mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte o para obtener un mineral y/o pigmento pulverizado seco;
- VI. tratar el mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte y/o seco obtenido después del paso de deshidratación V. con al menos un agente dispersante y rediluirlo para obtener una suspensión acuosa que comprende un mineral y/o pigmento pulverizado disperso, y/o

- VII. tratar el mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte y/o seco antes o después del paso V. de deshidratación o secado con al menos un ácido carboxílico alifático saturado de cadena lineal o ramificada y/o con al menos un anhídrido succínico monosustituido y/o producto(s) de la reacción de sal y/o con al menos una mezcla de éster de ácido fosfórico de uno o más monoésteres de ácido fosfórico y/o productos de sus reacciones y uno o más diésteres de ácido fosfórico y/o productos de sus reacciones para obtener un mineral y/o pigmento pulverizado hidrofobizado.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona el uso de la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado obtenido mediante dicho proceso en aplicaciones de papel. De acuerdo con incluso otro aspecto, se proporciona el uso de la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado obtenida mediante dicho proceso en aplicaciones de papel, plásticos, pinturas, cobertura, hormigón, adhesivos, selladores, alimentos, forraje, productos farmacéuticos, cemento, cosméticos, tratamiento de agua y/o aplicaciones agrícolas, de preferencia en un proceso de acabado en húmedo en una máquina de papel, en papel para cigarrillos, cartón y/o aplicaciones de cobertura, o como soporte para huecogragado y/o impresión en offset y/o impresión por chorro de tinta y/o impresión por chorro de tinta continuo y/o flexografía y/o electrofotografía y/o superficies de decoración. De acuerdo con otro aspecto, se proporciona la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado o el mineral y/o pigmento pulverizado obtenido mediante dicho proceso.

A continuación se describirá la presente invención con respecto a formas de realización específicas y con referencia a algunos dibujos, pero la invención no se limita a ellos en modo alguno sino sólo en cuanto a las reivindicaciones. Los términos que se establecen en lo sucesivo se deben interpretar en general con sus sentidos habituales a menos que se indique lo contrario.

Descripción breve de los dibujos

Los dibujos adjuntos muestran tres formas de realización preferidas del aparato de la invención:

La Figura 1 es una vista de la sección longitudinal en la que se muestra una forma de realización del aparato de acuerdo con la invención de un aparato para la

flotación en espuma y pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto. El aparato comprende además un vértice de suspensión acuosa (8) así como también un vértice de espuma (9).

La Figura 2 es una vista de la sección longitudinal en la que se muestra una forma de realización del aparato de acuerdo con la invención de un aparato para la flotación en espuma y pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto.

La Figura 3 es una vista de la sección longitudinal en la que se muestra una forma de realización del sistema de descarga (6) cuando está conectado al envase (1) de aparato para flotación en espuma y pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto.

Lista de los signos de referencia

- (1) envase
- (2) medio de pulverización
- (3) unidad de agitación
- (4) impulsor
- (5) sistema de carga
- (5a) alimentación de mineral y/o pigmento en crudo
- (5b) alimentación de agente recolector
- (5c) entrada de gas de flotación
- (6) sistema de descarga
- (6a) tamiz
- (6b) zona de recolección de producto
- (6c) zona de recolección de espuma
- (6d) zona de redireccionamiento de espuma
- (6c1) boquillas rociadoras
- (6e) válvula de control de descarga
- (6f) derivación con desborde
- (7) parte inferior
- (7a) centro de la parte inferior
- (7b) lateral de la parte inferior
- (8) vértice de suspensión acuosa
- (9) vértice de espuma

A continuación se describe la presente invención en mayor detalle:

El aparato

El aparato para la flotación en espuma y pulverización simultáneas de al menos un mineral y/o pigmento en bruto de acuerdo con las figuras 1 y 2 comprende lo siguiente:

- a) un envase **(1)** adecuado para contener al medio de pulverización **(2)**, un gas de flotación, un agente recolector y al menos un mineral y/o pigmento en bruto;
- b) una unidad de agitación **(3)** rotatoria montada en el envase **(1)**;
- c) medios de impulso **(4)** conectados a la unidad de agitación **(3)** para agitar el medio de pulverización **(2)** y el al menos un mineral y/o pigmento en bruto para pulverizarlo en al menos un mineral y/o pigmento pulverizado;
- d) un sistema de carga **(5)** conectado al envase **(1)** que comprende lo siguiente:
 - i. una alimentación de mineral y/o pigmento en bruto **(5a)**,
 - ii. una alimentación de agente recolector **(5b)**, y
 - iii. una entrada de gas de flotación **(5c)**;
- e) un sistema de descarga **(6)** conectado al envase **(1)** que comprende lo siguiente:
 - i. un tamiz **(6a)** adecuado para separar la espuma del mineral y/o pigmento pulverizado,
 - ii. una zona de recolección del producto **(6b)** adecuada para recolectar el mineral y/o pigmento pulverizado,
 - iii. una zona de recolección de espuma **(6c)** y
 - iv. una zona de redireccionamiento de la espuma **(6d)**.

El aparato de la presente invención se puede aplicar a la flotación en espuma y pulverización simultáneas de cualquier mineral y/o pigmento en bruto.

El término “bruto” en el significado de la presente invención se refiere a un material que comprende un mineral y/o pigmento e impurezas.

El envase **(1)** puede ser cualquier tipo de dispositivo bien conocido para los expertos en el arte y en general se lo usa para agitar medios de agitación para transformar al

menos un mineral y/o pigmento en bruto en al menos un mineral y/o pigmento pulverizado y así obtener una fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado y una espuma.

Entonces, el envase (1) adecuado para contener al medio pulverizador (2), un gas de flotación, un agente recolector y al menos un mineral y/o pigmento en bruto es, de preferencia, un envase de pulverización (1).

En una forma de realización de la presente invención, el envase (1) es cualquier tipo de envase de pulverización (1). Por ejemplo, el envase (1) puede ser cualquier envase de pulverización tradicional en el cual la refinación se produce en gran medida por impacto con un cuerpo secundario, por ejemplo, un molino de bolas agitador, un molino de impacto centrífugo, un molino de atrición o cualquier otro equipo por el estilo conocido para los expertos en el arte.

De preferencia, el envase (1) es vertical. No obstante, también es posible usar un envase horizontal.

En una forma de realización, el envase (1) es un molino de bolas agitador. Además o como alternativa, el envase (1) tiene un volumen de pulverización que varía entre 1 l y 1 000 kl, donde la relación entre diámetro : altura varía entre 1 y 100, de preferencia entre 2 y 20, con mayor preferencia entre 3 y 10.

Se debe señalar que de preferencia el interior del envase (1) es cilíndrico. No obstante, cabe destacar que la periferia del envase (1) puede no ser cilíndrica, y en particular puede tener una configuración cónica o doble cónica.

En una forma de realización, la temperatura del envase (1) varía entre 5 y 130°C. La elección de la temperatura depende en gran medida de la elección del al menos un agente recolector. Por ejemplo, cuando se usan aminos terciarios como el al menos un agente recolector, de preferencia la temperatura es de entre 80 y 100°C y con mayor preferencia entre 85 y 95°C. Cuando se usan esterquats como el al menos un agente recolector, de preferencia la temperatura es de entre 20 y 50°C y con mayor preferencia entre 30 y 40°C.

El aparato comprende además una unidad de agitación (3) rotatoria montada en el envase (1). De preferencia, la unidad de agitación (3) está montada de manera

rotatoria en el centro del envase (1) mediante cojinetes adecuados. En una forma de realización, la unidad de agitación (3) consta en esencia de un eje agitador en el que se montan los discos que son de preferencia anulares separados por distancias regulares. Los discos anulares tienen de preferencia aberturas radiales en el área interior para el paso del vapor de agua que se pueda formar.

Los discos anulares sobre el eje agitador dividen al envase (1) en una serie de secciones o cámaras que, no obstante, están conectadas entre sí en su área radial externa. La suspensión de minerales y/o pigmentos para pulverizar debe fluir a través de estos discos anulares en un movimiento más o menos sinuoso desde el lado de entrada hasta el lado de salida, para que la intensidad de la acción de pulverizado tenga prácticamente la misma intensidad para todas las partículas. De esta manera se logra un producto de alta calidad.

Además, se proporciona un medio de impulso (4). El medio de impulso (4) está conectado a la unidad de agitación (3) para agitar el medio de pulverización (2) y el al menos un mineral y/o pigmento en bruto para pulverizar el al menos un mineral y/o pigmento en bruto en al menos un mineral y/o pigmento pulverizado. De preferencia, el medio de impulso (4) está conectado al eje de agitación de forma directa o de preferencia mediante una caja de cambios de la unidad de agitación (3) para rotar o impulsar el eje de agitación.

El mineral y/o pigmento para pulverizar se impulsa dentro del aparato mediante un sistema de carga (5) que es estacionario e ingresa en el área del envase (1) a través de una perforación. En una forma de realización, el mineral y/o pigmento para pulverizar se impulsa dentro del aparato a través de un sistema de carga (5) mediante una bomba adecuada. De preferencia, se ha colocado la cantidad necesaria de medio de pulverización (2) dentro del envase (1).

Así el aparato comprende además un sistema de carga (5) conectado al envase (1). El sistema de carga (5) comprende i. una alimentación de mineral y/o pigmento en bruto (5a), ii. una alimentación de agente recolector (5b), y iii. una entrada de gas de flotación (5c).

De preferencia, la alimentación del mineral y/o pigmento (5a) está conectada a la mitad inferior, de mayor preferencia al tercio inferior y con incluso mayor preferencia al cuarto inferior del envase (1). En una forma de realización de la presente

invención, la alimentación del mineral y/o pigmento **(5a)** está conectada a la parte inferior **(7)** del envase **(1)**.

En una forma de realización, la alimentación del mineral y/o pigmento **(5a)** está conectado al centro **(7a)** de la parte inferior **(7)**. En una forma de realización alternativa, la alimentación del mineral y/o pigmento **(5a)** está conectado al lateral **(7b)** de la parte inferior **(7)**, es decir, en la mitad inferior, de preferencia, en el tercio inferior, y con mayor preferencia en el cuarto inferior. Por ejemplo, la alimentación del mineral y/o pigmento **(5a)** está conectado de manera tangencial al envase **(1)**.

De preferencia, la alimentación del mineral y/o pigmento en bruto **(5a)**, la alimentación del agente recolector **(5b)** y la entrada de gas de flotación **(5c)** del sistema de carga **(5)** están conectados entre sí de manera tal que el gas de flotación, de preferencia aire, y el agente recolector se alimentan junto con el al menos un mineral y/o pigmento en bruto dentro del envase **(1)**. En este caso, se prefiere que el sistema de carga **(5)** esté conectado a la parte inferior **(7)** del envase **(1)**, de preferencia la mitad inferior, de mayor preferencia el tercio inferior y con la mayor preferencia el cuarto inferior del envase **(1)**. De preferencia, el sistema de carga **(5)** está conectado al centro **(7a)** de la parte inferior **(7)**. En una forma de realización alternativa, el sistema de carga **(5)** está conectado al lateral **(7b)** de la parte inferior **(7)**, es decir, la mitad inferior, de preferencia el tercio inferior, y con mayor preferencia el cuarto inferior. Por ejemplo, el sistema de carga **(5)** está conectado de manera tangencial al envase **(1)**.

En el extremo opuesto del aparato se encuentra el sistema de carga **(6)** conectado al envase **(1)** (ver además la Figura 3). El sistema de descarga **(6)** comprende i. un tamiz **(6a)**, ii. una zona de recolección del producto **(6b)** adecuada para recolectar el mineral y/o pigmento pulverizado, iii. una zona de recolección de espuma **(6c)** y iv. una zona de redireccionamiento de la espuma **(6d)**.

Un requisito de la presente invención que el tamiz **(6a)** sea adecuado para separar la espuma del mineral y/o pigmento pulverizado.

En consecuencia, el tamiz **(6a)** puede ser cualquier tipo de dispositivo bien conocido para los expertos en el arte y de acuerdo con la presente invención se usa para separar espuma de minerales y/o pigmentos pulverizados.

De preferencia el tamiz **(6a)** tiene tamaño de aberturas que varían entre 0,1 mm y 5,0 mm, de mayor preferencia entre 0,5 mm y 3,0 mm.

En una forma de realización de la presente invención, el tamiz **(6a)** es cualquier tipo de tamiz **(6a)**. Por ejemplo, el tamiz **(6a)** puede ser cualquier tamiz tradicional **(6a)**, por ejemplo, una pantalla, un tamiz de malla, una hoja de metal lijada u otro equipo cualquiera conocido para los expertos en el arte.

En una forma de realización, el tamiz **(6a)** es una pantalla de descarga con circunferencia vertical montada en la parte superior del envase **(1)**, de preferencia en el centro del envase **(1)**.

Tal como ya se mencionó, el tamiz **(6a)** separa la espuma de los minerales y/o pigmentos. Además, el tamiz **(6a)** impide que el medio de pulverización se descargue sobre el mineral y/o pigmento pulverizado. Se puede apreciar que el tamiz **(6a)** está ajustado de manera tal que el mineral y/o pigmento pulverizado se direcciona hacia una zona de recolección del producto **(6b)** y que la espuma se direcciona hacia una zona de recolección de la espuma **(6c)**.

Entonces, el sistema de descarga **(6)** comprende además una zona de recolección del producto **(6b)** adecuada para recolectar el mineral y/o pigmento pulverizado.

Se puede apreciar que la zona de recolección del producto **(6b)** está conectada al tamiz **(6a)**.

De preferencia, la zona de recolección del producto **(6b)** tiene forma de anillo.

En una forma de realización de la presente invención, la zona de recolección del producto **(6b)**, de preferencia la zona de recolección del producto con forma de anillo **(6b)**, está dispuesta alrededor de la circunferencia del tamiz **(6a)**.

En consecuencia, el diámetro de la zona de recolección del producto **(6b)**, de preferencia la zona de recolección del producto con forma de anillo **(6b)**, es más alta en cada punto de la zona de recolección del producto **(6b)** que el diámetro del tamiz **(6a)**.

Además, el sistema de descarga (6) comprende una zona de recolección de espuma (6c) adecuada para recolectar la espuma.

Se puede apreciar que la zona de recolección de espuma (6c) está conectada a un tamiz (6a) y/o a la zona de recolección del producto (6b). En una forma de realización, la zona de recolección de la espuma (6c) está conectada al tamiz (6a) y a la zona de recolección del producto (6b).

De preferencia, la zona de recolección de la espuma (6c) tiene forma de anillo.

En una forma de realización de la presente invención, la zona de recolección de la espuma (6c), de preferencia la zona de recolección de la espuma con forma de anillo (6c), está dispuesta en la parte superior del tamiz (6a) y de la zona de recolección del producto (6b).

Si la zona de recolección del producto (6b) y la zona de recolección de la espuma (6c) tienen forma de anillo, la zona de recolección del producto con forma de anillo (6b) y la zona de recolección de la espuma con forma de anillo (6c) de preferencia tienen la misma circunferencia.

En una forma de realización de la presente invención, la zona de recolección de la espuma (6c) comprende boquillas rociadoras (6c1). De preferencia, la zona de recolección de la espuma (6c) comprende al menos dos boquillas rociadoras (6c1), con mayor preferencia al menos tres boquillas rociadoras (6c1). En una forma de realización, la zona de recolección de la espuma (6c) comprende dos o tres boquillas rociadoras (6c1). Las boquillas rociadoras (6c1) son aptas en especial para humectar la espuma recolectada con agua para reducir su volumen y transportarla fuera de la zona de recolección de la espuma (6c).

El sistema de descarga (6) comprende además una zona de redireccionamiento de la espuma (6d). Se puede apreciar que la espuma recolectada en la zona de recolección de la espuma (6c) se puede redireccionar a través de la unidad de agitación (3).

En consecuencia, la zona de redireccionamiento de la espuma (6d) está dispuesta de preferencia en la parte superior del tamiz (6a) y la zona de recolección del producto (6b). Además o como alternativa, la zona de redireccionamiento de la

espuma **(6d)** está dispuesta alrededor de la circunferencia del eje de agitación de la unidad de agitación **(3)**.

De preferencia, la zona de redireccionamiento de la espuma **(6d)** tiene forma de anillo.

Para descargar la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado recolectado en la zona de recolección del producto **(6b)**, el sistema de descarga **(6)** puede comprender además una válvula de control de descarga **(6e)** o una derivación con desborde **(6f)**. De preferencia, el sistema de descarga **(6)** comprende una derivación con desborde **(6f)**.

Además de la unidad de agitación **(3)**, el envase **(1)** comprende además medios de pulverización **(2)**. Como medios de pulverización **(2)**, el envase **(1)** puede comprender cualquier tipo de medio de pulverización conocido para los expertos en el arte y que se usan en general para pulverizar, por ejemplo, pulverización húmeda, minerales y/o pigmentos.

En particular, cualquier tipo de medio de pulverización adecuado es el medio resistente al desgaste en condiciones típicas de uso para pulverización húmeda, en especial en condiciones neutrales o alcalinas (con más precisión a un pH de 6 o más, de preferencia a un pH de entre 6 y 13 y con mayor preferencia a un pH de entre 6 y 11) y/o temperaturas superiores a 5°C (con mayor exactitud a una temperatura de entre 5 y 130°C). La elección de la temperatura depende en gran medida de la elección del al menos un agente recolector. Por ejemplo, cuando se usan aminas terciarias como el al menos un agente recolector, de preferencia la temperatura es de entre 80 y 100°C y con mayor preferencia entre 85 y 95°C. Cuando se usan esterquats como el al menos un agente recolector, de preferencia la temperatura es de entre 20 y 50°C y con mayor preferencia entre 30 y 40°C.

En una forma de realización de la presente invención, el medio de pulverización **(2)** son esferas móviles, de preferencia esferas móviles de forma regular. En este sentido, se puede apreciar que el medio de pulverización que está presente en el envase **(1)** tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} de entre 0,2 μm y 5,0 μm y/o una densidad aparente que varía entre 1,5 y 6,0 kg/dm^3 . Por ejemplo, el medio de pulverización **(2)** presente en el envase **(1)** tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} de entre 1,0 mm y 4,5 mm y una densidad aparente que

varía entre 2,0 y 5,0 kg/dm³ para un mineral y/o pigmento en bruto que tenga un diámetro medio ponderado d_{50} que varía entre 20,0 y 500,0 μm o el medio de pulverización (2) presente en el envase (1) tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} de entre 2,4 mm y 4,0 mm y una densidad aparente que varía entre 2,2 y 4,0 kg/dm³ para un mineral y/o pigmento en bruto que tiene in diámetro medio ponderado d_{50} que varía entre 20,0 y 500.0 μm . Como alternativa, el medio de pulverización (2) presente en el envase (1) tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} de entre 0,3 mm y 4,0 mm y una densidad aparente que varía entre 2,0 y 4,5 kg/dm³ para un mineral y/o pigmento en bruto que tenga un diámetro medio ponderado d_{50} que varía entre 0,5 y 20,0 μm o el medio de pulverización (2) presente en el envase (1) tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} de entre 0,4 mm y 3,0 mm y una densidad aparente que varía entre 2,5 y 3,0 kg/dm³ para un mineral y/o pigmento en bruto que tiene in diámetro medio ponderado d_{50} que varía entre 0,5 y 20.0 μm .

En una forma de realización, el aparato de la presente se puede usar para la flotación en espuma y la pulverización de al menos un mineral y/o pigmento en bruto que tiene una distribución amplia de tamaño de partícula, por ejemplo, un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 20,0 y 500,0 μm . En este caso, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto se puede pulverizar en el aparato de la presente que tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 20,0 y 500,0 μm se usa de preferencia en combinación con medios de pulverización (2) que tienen una densidad aparente que varía entre 1,5 y 6,0 kg/dm³, de preferencia entre 2,0 y 5.0 kg/dm³ y con mayor preferencia entre 2,2 y 4,0 kg/dm³. Además o como alternativa, los medios de pulverización (2) tienen un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 0,2 y 5,0 mm, de preferencia entre 1,0 y 4,5 mm y con mayor preferencia entre 2,4 y 4,0 mm.

En una forma de realización alternativa, el aparato de la presente se puede usar para la flotación en espuma y la pulverización de al menos un mineral y/o pigmento en bruto que tiene una distribución pequeña de tamaño de partícula, por ejemplo, un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 0,5 y 20,0 μm . En este caso, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto se puede pulverizar en el aparato de la presente que tiene un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 0,5 y 20,0 μm se usa de preferencia en combinación con medios de pulverización (2) que tienen una densidad aparente que varía entre 1,5 y 6,0 kg/dm³, de preferencia entre 2,0 y 4.5 kg/dm³ y con mayor preferencia entre 2,5 y 3,0 kg/dm³.

Además o como alternativa, los medios de pulverización (2) tienen un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 0,2 y 5,0 mm, de preferencia entre 0,3 y 4,0 mm y con mayor preferencia entre 0,4 y 3,0 mm.

En toda la presente solicitud, el diámetro de partícula del material se describe por la distribución de los tamaños de partículas. El valor d_x representa el diámetro en relación con el cual $x\%$ en peso de las partículas tienen diámetros menores que d_x . Esto significa que el valor d_{20} es el tamaño de partícula al cual 20% en peso de todas las partículas son más pequeñas y el valor d_{75} es el tamaño de partícula al cual 75% en peso de todas las partículas son más pequeñas. Entonces el valor d_{50} es el diámetro medio de partícula ponderado al cual el 50% en peso de todos los granos son mayores mientras que el 50% en peso restante son menores que este tamaño de partícula. El valor d_{98} (también llamado "superior") es el diámetro de partícula al cual el 98% en peso de todas las partículas son más pequeñas que el valor indicado. A los fines de la presente invención, el tamaño de partícula se especifica como diámetro medio de partícula ponderado d_{50} a menos que se indique lo contrario. A menos que se indique lo contrario, el diámetro de partícula de un material se mide con analizador de tamaño de partículas CILAS 920 de la empresa CILAS, Orleans, Francia. La distribución del tamaño de partícula se determina en% en volumen (%/v), pero para los materiales que tienen una densidad constante en todo el rango de tamaño de partículas, % en peso y % en volumen son equivalentes.

Los medios de pulverización (2) de preferencia se hacen de un material diferente del mineral y/o pigmento pulverizado. En este caso, el material de los medios de pulverización (2) se pueden seleccionar sin tener en cuenta el material del mineral y/o pigmento pulverizado.

En consecuencia, se puede apreciar que los medios de pulverización (2) se hacen de un material seleccionado del grupo que comprende arena cuarzosa, vidrio, porcelana, óxido de zirconio, silicato de zirconio, hierro, acero inoxidable y mezclas de ellos, como opción pueden comprender cantidades menores de otros minerales.

Proceso que se lleva a cabo en el aparato

Los inventores descubrieron para su sorpresa que el proceso de la presente invención llevado a cabo en el aparato de acuerdo con la presente invención

proporciona la separación eficaz de minerales y/o pigmentos de impurezas y, en consecuencia, permite recuperar gran cantidad de mineral y/o pigmento.

Entonces, se proporciona un proceso llevado a cabo en el aparato de la presente para fabricar al menos un mineral y/o pigmento pulverizado. El proceso comprende los siguientes pasos:

- I. proporcionar al menos un mineral y/o pigmento en bruto, medio de pulverización (2) y un agente recolector en el envase (1);
- II. mezclar el al menos un mineral y/o pigmento, el medio de pulverización (2) y el agente recolector según se indica en el paso I. con agua para formar una suspensión acuosa;
- III. hacer pasar un gas de flotación a través de la entrada de gas de flotación (5c) en la suspensión acuosa que se formó en el paso II. y agitar la suspensión acuosa obtenida mediante la unidad de agitación (3) para transformar el al menos un mineral y/o pigmento en bruto en al menos un mineral y/o pigmento pulverizado y, en consecuencia, obtener una fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado y a la espuma;
- IV. recuperar el al menos un mineral y/o pigmento pulverizado al eliminar la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado de la espuma obtenida en el paso III.

Con respecto a la definición del aparato y a sus formas de realización preferidas, se hace referencia a las declaraciones provistas en lo que precede cuando se trataron los detalles técnicos del aparato de la presente invención.

El paso I. del proceso de la presente exige la provisión de al menos un mineral y/o pigmento en bruto, medios de pulverización (2) y un agente recolector en el envase (1).

El término “al menos un” mineral y/o pigmento en bruto según el sentido de la presente invención significa que el mineral y/o pigmento en bruto comprende, de preferencia consta de, uno o más minerales y/o pigmentos en bruto.

En una forma de realización de la presente invención, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto comprende, de preferencia consta de, un mineral o pigmento en bruto. Como alternativa, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto comprende, de preferencia consta de, dos o más minerales y/o pigmentos en bruto. Por ejemplo,

el al menos un mineral y/o pigmento en bruto comprende, de preferencia consta de, dos o tres minerales y/o pigmentos en bruto.

De preferencia, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto comprende, de preferencia consta de, un mineral o pigmento en bruto.

En una forma de realización, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto proporcionado en el paso I. es un material que contiene un pigmento blanco. De preferencia, el pigmento blanco se selecciona del grupo que consiste de materiales que contienen carbonato de calcio, barita, óxido de aluminio, óxido de titanio y mezclas de ellos, y con mayor preferencia, carbonato de calcio natural.

El término “material que contiene carbonato de calcio” se refiere a un material que comprende al menos 50,0% en peso de carbonato de calcio sobre la base del peso seco total del material que contiene carbonato de calcio.

Los materiales que contienen carbonato de calcio pueden ser carbonato de calcio natural o una mezcla de carbonato de calcio y carbonato de magnesio.

Los carbonatos de calcio y magnesio son, por ejemplo, dolomita.

El carbonato de calcio natural pueden contener, por ejemplo, uno o más de mármol, caliza y/o tiza, con mayor preferencia mármol.

En una forma de realización, el material que contiene el pigmento blanco en bruto comprende una mezcla de carbonato de calcio y dolomita.

En una forma de realización, el contenido del pigmento blanco en el material que contiene pigmento blanco en bruto varía entre 0,1 y 99,9% en peso, de preferencia entre 30,0 y 99,7% en peso, de mayor preferencia entre 60,0 y 99,3% en peso, y con mayor preferencia entre 80,0 y 99,0% en peso sobre la base del peso seco, de preferencia sobre la base del peso seco total del material que contiene el pigmento blanco en bruto.

Además del pigmento blanco, el material que contiene el pigmento blanco en bruto comprende impurezas seleccionadas del grupo que consiste de sulfuros de hierro,

óxidos de hierro, silicatos de preferencia cuarzo, mica, anfibolita, feldespato, minerales de arcilla y/o mezclas de ellos; grafito y mezclas de ellos.

Además o como alternativa, el material que contiene el pigmento blanco en bruto comprende el pigmento blanco con impurezas en una relación específica de peso.

Por ejemplo, la relación en peso del pigmento blanco y las impurezas en el material que contiene al pigmento blanco en bruto (pigmento blanco : impurezas) es de entre 0,1: 99,9 y 99,9:0,1, de preferencia entre 30:70 y 99,7:0,3, con mayor preferencia entre 60:40 y 99,3:0,7, y con incluso mayor preferencia entre 80:20 y 99:1 sobre la base del peso seco.

El al menos un mineral y/o pigmento en bruto puede tener una gran distribución de tamaño de partícula, por ejemplo, un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 20,0 y 500,0 μm . En una forma de realización, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto tiene una distribución pequeña de tamaño de partícula, por ejemplo, un diámetro medio de partícula ponderado d_{50} que varía entre 0,5 y 20,0 μm .

Los métodos más comunes para separar los minerales y/o pigmentos, tal como carbonato de calcio, de impurezas entre sí implican separaciones físicas en las que el mineral y/o pigmento en bruto se pulveriza primero y luego se somete a flotación en espuma en un entorno acuoso al usar un medio que imparte hidrofobicidad selectiva a las fracciones de impurezas del material pulverizado para permitir que dichos componentes floten por asociación con un gas. Otro método imparte hidrofobicidad selectiva a las fracciones que contienen el mineral y/o el pigmento del material pulverizado para permitir que tales componentes floten en un gas o se puedan recolectar mediante un gas. En la presente invención, las fracciones de material y/o pigmento y de impurezas se separan mediante la flotación de la fracción de impurezas, que luego se recolecta, y la recuperación de la fracción de mineral y/o pigmento pulverizado que no flota del material que contiene al mineral y/o pigmento.

El proceso de la presente invención permite la flotación de superficies recién formadas, esto significa que la flotación de las impurezas ocurre justo después de su exposición. Las impurezas se transportan de inmediato fuera de la zona de pulverización y migran dentro del vértice de espuma. Así se previene la trituración no deseada de impurezas que podría dar como resultado el consumo de grandes

cantidades de agentes recolectores en vistas de las superficies más grandes. Por supuesto que el aparato de acuerdo con la presente invención también es adecuado para la flotación y la pulverización consecutivas o para realizar sólo uno de estos pasos. Estos procesos alternativos no logran los beneficios mencionados en lo que precede.

El al menos un agente recolector usado para impartir hidrofobicidad a las fracciones de impurezas puede ser cualquier medio conocido para los expertos en el arte.

El término "al menos un" agente recolector según el sentido de la presente invención significa que el agente recolector comprende, de preferencia consta de, uno o más agentes recolectores.

En una forma de realización de la presente invención, el al menos un agente recolector comprende, de preferencia consta de, un agente recolector. Como alternativa, el al menos un agente recolector comprende, de preferencia consta de, dos o más agentes recolectores. Por ejemplo, el al menos un agente recolector comprende, de preferencia consta de, dos o tres agentes recolectores.

De preferencia, el al menos un agente recolector comprende, de preferencia consta de, un agente recolector.

Por ejemplo, el al menos un agente recolector se selecciona del grupo que consiste de tensioactivos hidrófobos de superficie activa, de preferencia xantato o tiofosfatos, ácido oleico, alquilsulfatos, polialquileniminas, aminas primarias, aminas terciarias, aminas cuaternarias, aminas grasas, esterquats, poliesterquats, imidazolinas o compuestos cuaternarios de imidazolio, de preferencia metosulfatos cuaternarios de imidazolio, o compuestos de la fórmula (1) y (2) tal como se define en lo que precede y/o mezclas de ellos. De preferencia el al menos un agente recolector se selecciona de esterquats y aminas terciarias. En una forma de realización, el al menos un agente recolector es no iónico.

De acuerdo con el paso II. del proceso de la presente, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto, los medios de pulverización (2) y el al menos un agente recolector que se indica en el paso I. se mezclan con agua para formar una suspensión acuosa.

La suspensión acuosa que se formó en el paso II. tiene de preferencia un pH de entre 7 y 10.

De preferencia, los medios de pulverización (2) se han colocado en el envase (1) con anterioridad.

En una forma de realización, dicho al menos un mineral y/o pigmento en bruto se encuentra en estado seco y se pone en contacto con dicho al menos un agente recolector antes de formar la suspensión acuosa (no, se prefiere primero la formación de la lechada de pigmento y luego el subsiguiente agregado del agente recolector). En consecuencia, se carga una suspensión acuosa de dicho al menos un mineral y/o pigmento en bruto y dicho al menos un agente recolector dentro del envase (1) junto con los medios de pulverización (2).

En una forma de realización alternativa, dicho al menos un mineral y/o pigmento en bruto se introduce primero en un entorno acuoso y dicho al menos un agente recolector se agrega entonces a este entorno acuoso para formar dicha suspensión acuosa. En consecuencia, se carga primero una suspensión acuosa de dicho al menos un mineral y/o pigmento en bruto en el envase (1) junto con los medios de pulverización (2) seguido de dicho al menos un agente recolector.

En otra forma de realización alternativa, dicho al menos un agente recolector se introduce primero en un entorno acuoso y dicho al menos un mineral y/o pigmento en bruto se agrega después a este entorno acuoso para formar dicha suspensión acuosa. Entonces, se carga primero una suspensión acuosa de dicho agente recolector en el envase (1) junto con los medios de pulverización (2) seguido de dicho al menos un mineral y/o pigmento en bruto.

El contenido sólido, es decir, el contenido del al menos un mineral y/o pigmento en bruto de la suspensión acuosa según se indica en el paso II. es de preferencia entre 5,0 y 80,0% en peso. de preferencia entre 10,0 y 75,0% en peso, de más preferencia entre 20,0 y 70,0% en peso, y con mayor preferencia entre 25,0 y 45,0% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa según se indica en el paso II. Para un mineral y/o pigmento en bruto que tenga un tamaño medio de partícula ponderado de entre 20,0 y 500,0 μm , el peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II es de preferencia entre 25,0 y 80,0% en peso. Para

un mineral y/o pigmento en bruto que tenga un tamaño medio de partícula ponderado de entre 0,5 y 20,0 μm , el peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II es de preferencia entre 40,0 y 80,0% en peso.

Además o como alternativa, el contenido del al menos un agente recolector se encuentra en el rango que varía entre 0,001 y 5,0% en peso, de preferencia entre 0,05 y 0,8% en peso, y con mayor preferencia entre 0,02 y 0,1% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en la suspensión acuosa según se indica en el paso II.

De preferencia, la suspensión acuosa obtenida en el paso II. se forma con agitación.

De acuerdo con el paso III. del proceso de la presente, se hace pasar un gas de flotación a través de una entrada de gas de flotación (5c) dentro de la suspensión acuosa obtenida en el paso II. Más aún, la suspensión acuosa obtenida se agita con la unidad de agitación (3) para transformar el al menos un mineral y/o pigmento en bruto en al menos un mineral y/o pigmento pulverizado y así obtener la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado y una espuma.

En general dicho gas de flotación se introduce en el envase del paso III. por la entrada de gas de flotación (5c) del sistema de carga (5) que se conecta al envase (1). De preferencia, el sistema de carga (5), es decir, también la entrada de gas de flotación (5c), se conecta a la parte inferior (7) del envase (1) de manera tal que dicho gas de flotación sube de manera natural a través de la suspensión acuosa.

Dicho gas de flotación es, de preferencia, aire.

Se prefiere que el gas de flotación tenga un tamaño de burbuja en la suspensión de entre 0,01 y 10,0 mm.

De preferencia la retención de gas es de entre 5 y 35%.

Durante el paso III., la solución acuosa tiene una temperatura de preferencia de entre 5 y 130 $^{\circ}\text{C}$, de más preferencia entre 10 y 100 $^{\circ}\text{C}$, de mayor preferencia entre 15 y 95 $^{\circ}\text{C}$ y con incluso mayor preferencia entre 20 y 95 $^{\circ}\text{C}$. La elección de la temperatura depende en gran medida de la elección del al menos un agente

recolector. Por ejemplo, cuando se usan aminas terciarias como el al menos un agente recolector, de preferencia la temperatura es de entre 80 y 100°C y con mayor preferencia entre 85 y 95°C. Cuando se usan esterquats como el al menos un agente recolector, de preferencia la temperatura es de entre 20 y 50°C y con mayor preferencia entre 30 y 40°C.

De preferencia, el paso III. se lleva a cabo con agitación.

El paso III. puede ser continuo o discontinuo.

En una forma de realización, el al menos un agente dispersante se agrega antes del paso III o durante dicho paso. Además o como alternativa, el al menos un mineral y/o pigmento en bruto comprende al menos un agente dispersante, es decir, el al menos un agente dispersante se proporciona junto con el al menos mineral y/o pigmento en bruto en el paso I. del proceso. De preferencia, el al menos un agente dispersante se agrega antes del paso III. o durante dicho paso, de mayor preferencia durante el paso III.

El al menos un agente dispersante puede ser un agente dispersante conocido para los expertos en el arte.

El término “al menos un” agente dispersante según el sentido de la presente invención significa que el agente dispersante comprende, de preferencia consta de, uno o más agentes dispersantes.

En una forma de realización de la presente invención, el al menos un agente dispersante comprende, de preferencia consta de, un agente dispersante. Como alternativa, el al menos un agente dispersante comprende, de preferencia consta de, dos o más agentes dispersantes. Por ejemplo, el al menos un agente dispersante comprende, de preferencia consta de, dos o tres agentes dispersantes.

De preferencia, el al menos un agente dispersante comprende, de preferencia consta de, un agente dispersante.

Por ejemplo, el al menos un agente dispersante se selecciona del grupo que consiste de sodio, potasio, calcio, magnesio, litio, estroncio, aminas primarias, aminas secundarias, aminas terciarias y/o sales de amonio, donde las sales de

amina son lineales o cíclicas, de homopolímeros o copolímeros de ácido (met)acrílico neutralizados al menos en parte, ácido maleico, ácido fumárico, ácido itacónico y derivados de estos ácidos, de preferencia ésteres o amidas tales como metilmetacrilato, metilacrilato, acrilamida, hidrógenofosfato de sodio o polifosfatos tales como álcalipolifosfatos, carboximetilcelulosa, dispersantes estéricos, polímeros peine y/o mezclas de ellos, de preferencia poliacrilato de sodio con peso molecular M_w de entre 4 000 y 10 000 g/mol, de preferencia entre 4 000 y 8 000 g/mol y con mayor preferencia aproximadamente 6 000 g/mol y/o mezclas de ellos.

De preferencia, el al menos un agente dispersante es poliacrilato de sodio con peso molecular M_w de entre 4 000 y 10 000 g/mol, de preferencia entre 4 000 y 8 000 g/mol y con mayor preferencia aproximadamente 6 000 g/mol.

Cuando se usa un agente dispersante en el proceso de acuerdo con la presente invención, se prefiere que no se produzca floculación con el agente dispersante.

En una formas de realización, el contenido sólido, es decir, el contenido del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II. es de entre 60,0 y 80,0% en peso y el al menos un agente dispersante tiene carga negativa y el al menos un agente recolector es no iónico. Como alternativa, el al menos un agente dispersante tiene carga positiva y el al menos un agente recolector es no iónico o el al menos un agente dispersante es no iónico y el al menos un agente recolector tiene carga negativa o positiva o el agente recolector y el agente dispersante son no iónicos.

Una combinación preferida de agente recolector y dispersante son aminas terciarias y ácidos poliacrílicos.

El contenido del al menos un agente dispersante se encuentra de preferencia en el rango que varía entre 0,1 y 1,0% en peso, de más preferencia entre 0,2 y 0,6% en peso y de mayor preferencia entre 0,3 y 0,5% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa, de preferencia sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en bruto en la suspensión acuosa tal como se indica en el paso II.

Si se agrega un agente dispersante, el contenido del al menos un agente recolector se encuentra de preferencia en el rango que varía entre 0,001 y 5,0% en peso, de

preferencia entre 0,05 y 0,8% en peso, y con mayor preferencia entre 0,02 y 0,1% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento en la suspensión acuosa que se formó en el paso II.

Se puede apreciar que el proceso implica un paso de flotación directa o indirecta que lleva a la formación de una espuma que contiene la fase en flotación y una fase que contiene la lechada con el resto del mineral y/o pigmento pulverizado. De preferencia, el proceso implica un paso de flotación directa que lleva a la formación de una espuma que contiene la fase en flotación y una fase que contiene la lechada con el resto del mineral y/o pigmento pulverizado.

Se prefiere que el diámetro del molino, es decir, el diámetro interno del envase (1), se encuentre en el rango que varía entre 200 y 750 mm y la unidad de agitación se ajusta a una velocidad de eje de entre 150 y 400 rpm o el diámetro de molino, es decir, el diámetro interno del envase (1), se encuentra en el rango que varía entre 751 y 1 250 mm y la unidad de agitación (3) se ajusta a una velocidad de eje de entre 125 y 350 rpm o el diámetro de molino se encuentra en el rango que varía entre 1 251 y 1 750 mm y la unidad de agitación se ajusta a una velocidad de eje de entre 100 y 300 rpm.

En una forma de realización, se agrega uno o más aditivos seleccionados del grupo que consiste en agentes reguladores del pH, solventes y/o polielectrolitos antes del paso IV., de preferencia el contenido de estos aditivos se encuentra en el rango que varía entre 0,0005 y 1.0% en peso, de más preferencia entre 0,001 y 0,5% en peso y con mayor preferencia entre 0,001 y 0,1% en peso sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento pulverizado en la suspensión acuosa, de preferencia sobre la base del peso total del al menos un mineral y/o pigmento pulverizado en la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado del paso III..

De acuerdo con el paso IV., el al menos un mineral y/o pigmento pulverizado se recupera al eliminar la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado de la espuma obtenida en el paso III.

La espuma que contiene impurezas se mantiene dentro de la suspensión acuosa y se concentra en una espuma sobrenadante. Esta espuma se puede recolectar y separar del al menos un mineral y/o pigmento mediante el sistema de descarga (6) conectado al envase (1).

La espuma recolectada que contiene las impurezas se puede someter a uno o más pasos de flotación en espuma.

De la misma manera, la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado obtenida en el paso IV. se puede someter a uno o más pasos de flotación en espuma de acuerdo con la invención o de acuerdo con métodos de flotación en espuma ya existentes en el arte.

En consecuencia, se puede apreciar que es posible obtener una fase que contiene un mineral y/o pigmento pulverizado mediante el proceso de la presente.

La fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado obtenida mediante el proceso de la presente invención se puede deshidratar al eliminar al menos una parte del agua para obtener una mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte. Por ende, el proceso de la presente puede comprender además el paso V. de deshidratación y secado opcional de la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado obtenida en el paso IV.

Los contenidos sólidos del mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte son de preferencia entre 20,0 y 80,0% en peso, de más preferencia entre 30,0 y 70,0% en peso, con mayor preferencia entre 40 y 65,0% en peso sobre la base del peso total de la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado correspondiente. De acuerdo con una forma de realización, el contenido de sólidos de la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado correspondiente se deshidrata a un contenido sólido medio para que tenga entre 50,0 y 62,0% en peso sobre la base del peso total de la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado correspondiente. Se puede apreciar que el contenido de sólidos del mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte está por encima del contenido de sólidos de la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado correspondiente antes de la deshidratación. Por ende, el contenido de sólidos del mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte depende el contenido de sólidos de la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado correspondiente antes de la deshidratación.

De acuerdo con una forma de realización opcional de la presente invención, el paso de deshidratación de la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado

correspondiente obtenido en el proceso de la presente invención se lleva a cabo de manera tal que se obtiene un producto seco, es decir, la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado correspondiente se seca para obtener un mineral y/o pigmento pulverizado seco.

En otra forma de realización de la presente invención, el proceso comprende además el paso VI. de tratar el mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado y/o seco obtenido luego de la deshidratación del paso V. con al menos un agente dispersante y rediluir para obtener una suspensión acuosa que comprende un mineral y/o pigmento pulverizado disperso.

Además o como alternativa, el proceso comprende además el paso VII. de tratar el mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte y/o seco antes o después de la deshidratación o el secado del paso V. con al menos un ácido carboxílico alifático saturado de cadena lineal o ramificada y/o con al menos un anhídrido succínico monosustituido y/o al menos un ácido succínico monosustituido y/o producto(s) de la reacción de sal y/o con al menos una mezcla de éster de ácido fosfórico de uno o más monoésteres de ácido fosfórico y/o productos de sus reacciones y uno o más diésteres de ácido fosfórico y/o productos de sus reacciones para obtener un mineral y/o pigmento pulverizado hidrofobizado.

Los métodos para tratar un mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte y/o seco con al menos un anhídrido succínico monosustituido y/o al menos un ácido succínico monosustituido y/o producto(s) de la reacción de sal y/o con al menos una mezcla de éster de ácido fosfórico de uno o más monoésteres de ácido fosfórico y/o productos de sus reacciones y uno o más diésteres de ácido fosfórico y/o productos de sus reacciones y compuestos adecuados para cobertura se describen en las patentes europeas EP 2722368A1 y EP 2770017A1, que se incorporan a la presente a modo de referencia.

Los ácidos carboxílicos alifáticos saturados de cadena lineal o ramificada para tratar al mineral y/o pigmento pulverizado seco y/o al mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte son, por ejemplo, ácidos carboxílicos alifáticos de cadena lineal o ramificada que tengan entre 5 y 24 átomos de carbono durante el secado y/o antes y/o después del secado. De preferencia, el mineral y/o pigmento pulverizado seco y/o el mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte se trata con un ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada que tiene entre 5 y 24

átomos de carbono antes o después del secado. De mayor preferencia, el mineral y/o pigmento pulverizado seco y/o el mineral y/o pigmento pulverizado deshidratado en parte se trata con un ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada que tiene entre 5 y 24 átomos de carbono antes del secado.

El ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada según el sentido de la presente invención se puede seleccionar entre uno o más ácidos carboxílicos de cadena lineal, de cadena ramificada, saturados, insaturados y/o alicíclicos. De preferencia, el ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada es un ácido monocarboxílico, es decir, el ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada se caracteriza porque tiene un solo grupo carboxilo. Dicho grupo carboxilo se ubica en el extremo de la estructura de carbono.

En una forma de realización de la presente invención, el ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada se selecciona de ácidos carboxílicos saturados no ramificados, es decir, el ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada se selecciona de preferencia de un grupo de ácidos carboxílicos que consisten en ácido pentanoico, ácido hexanoico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido decanoico, ácido undecanoico, ácido láurico, ácido tridecanoico, ácido mirístico, ácido pentadecanoico, ácido palmítico, ácido heptadecanoico, ácido esteárico, ácido nonadecanoico, ácido araquídico, ácido heneicosílico, ácido behénico, ácido tricosílico, ácido lingocérico y mezclas de ellos.

En otra forma de realización de la presente invención, el ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada se selecciona del grupo que consiste en ácido octanoico, ácido decanoico, ácido láurico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido araquídico y mezclas de ellos. De preferencia, el ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada se selecciona del grupo que consiste de ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico y mezclas de ellos.

Por ejemplo, el ácido carboxílico alifático de cadena lineal o ramificada es ácido esteárico.

En vista de las propiedades ventajosas del aparato y el proceso de la presente, en especial la separación eficaz de minerales y/o pigmentos e impurezas y la recuperación de gran cantidad de mineral y/o pigmento como resultado de dicho aparato y proceso, la presente invención se dirige además al mineral y/o pigmento

pulverizado y/o a la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado que se obtiene mediante el proceso de la presente.

En una forma de realización preferida, el mineral y/o pigmento obtenido de acuerdo con el proceso de la invención comprende $< 2\%$ en peso, de preferencia $< 0,5\%$ en peso, y con mayor preferencia $< 0,05\%$ en peso de impurezas determinadas tal como se describen en la Sección de experimentos.

En otra forma de realización el brillo TAAPI determinado tal como se describe en la Sección de experimentos de un pigmento blanco fabricado por el proceso de acuerdo con la presente invención es >85 , de preferencia >87 y con mayor preferencia >94 para materiales pulverizados finos, esto significa partículas con un d_{50} de 0,5 y 20,0 μm .

La fase que contiene al mineral y/o pigmento de la invención obtenida en el proceso se puede usar en aplicaciones de papel. La fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado de la invención obtenida en el proceso se puede usar también en aplicaciones de papel, plásticos, pinturas, cobertura, adhesivos, selladores, alimentos, forraje, productos farmacéuticos, hormigón, cemento, cosméticos tratamiento de agua y aplicaciones agrícolas.

La fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado de la invención obtenido en el proceso se puede usar con beneficios en el proceso de acabado en húmedo de máquinas de papel, en papel para cigarrillos, cartón y/o aplicaciones de cobertura. Como alternativa, la fase que contiene al mineral y/o pigmento pulverizado de la invención obtenida en el proceso se puede usar con beneficios como soporte para huecograbado y/o impresión en offset y/o impresión por chorro de tinta y/o impresión por chorro de tinta continuo y/o flexografía y/o electrofotografía y/o superficies de decoración.

Las figuras, ejemplos y pruebas siguientes ilustran la presente invención, pero no tienen carácter enunciativo y no taxativo.

Sección de experimentos

1. Métodos de medición

Distribución del tamaño de partícula

El tamaño promedio de partícula y la distribución de masa promedio de partícula de un material en partículas se determinan por difracción láser, es decir, la luz de un láser pasa a través de la suspensión y la distribución del tamaño de partícula se determina según el patrón de difracción resultante. Esta medición se toma con un analizador de tamaño de partículas CILAS 920 de la empresa CILAS, Orleans, Francia. El método es bien conocido para los expertos en el arte y se usa por lo común para determinar la distribución del tamaño de partícula en materiales en partículas. La medición se lleva a cabo con la dilución de la suspensión correspondiente (agua desionizada, solución 0,1% en peso de pirofosfato de sodio). Las muestras se dispersaron con un agitador de alta velocidad y ultrasonido.

Peso de los sólidos (% en peso) de un material en suspensión

El peso de los sólidos se determinó mediante la división del peso del material sólido por el peso total de la suspensión acuosa. El peso del material sólido se determina al pesar el material sólido obtenido al evaporar la fase acuosa de la suspensión y secar el material obtenido a un peso constante.

Determinación del contenido insoluble de HCl

Se pesaron 10 g de material en bruto (producto seco o lechada en consideración del contenido sólido) en un vaso de precipitados de 400 ml, se suspendieron en 50 ml de agua desmineralizada y se mezclaron con 40 ml de HCl (8N = 25%). Luego de finalizar la formación de dióxido de carbono, la mezcla ebullicionó durante 5 minutos, se enfrió a temperatura ambiente y luego se coló sobre un filtro de membrana ya pesado. Las paredes del vaso de precipitados se lavaron 3 veces con 20 ml de agua desmineralizada y después se secó el filtro a 105°C en el microondas hasta lograr constancia de peso. Luego de que el filtro se enfriara en el desecador, se lo volvió a pesar y se calculó el contenido insoluble de HCl de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{HCl – contenido insol. [\% en peso]} = \frac{\text{filtro en bruto [g]} - \text{tara de filtro [g]}}{\text{Muestra pesada [g] (masa de suspensión en seco)}} \times 100\%$$

Residuos de productos (análisis de tamizado)

El análisis de tamizado se realizó de acuerdo con ISO 3310.

Medición del brillo y el índice de amarillo (Yellow Index, YI)

Las muestras del proceso de flotación se secaron con el microondas. Los polvos secos obtenidos se prepararon en una prensa de polvo para obtener una superficie plana y se midió el brillo Tappi (brillo R457 ISO) de acuerdo con ISO 2469 con un ELREPHO 3000 de la empresa Datacolor. Los resultados del brillo Tappi se expresan como porcentaje en comparación con un estándar de calibración.

El índice de amarillo se calculó con la fórmula siguiente:

$$YI = 100 \cdot (R_x - R_z) / R_y$$

2. Agentes recolector y dispersante, impurezas y material en bruto

2.1 Agentes recolectores

A: Lupromin® FP 18 AS

Mezcla de ácidos grasos, productos C14–C20 y C16–C18 insaturados con ácido adípico y trietanolamina, di–Me sulfato–cuaternizado y 2–propanol, disponibles en el comercio de BASF SE (Alemania).

B: Lilafлот 1590

Mezcla de un compuesto de amonio cuaternario y un etoxilato de alquilamina, disponible en el comercio de Akzo Nobel Surface Chemistry AB, (Suecia)

C: Lilafлот GS13

Mezcla de 2–ethylhexanol y petróleo hidratado, disponible en el comercio de Akzo Nobel Surface Chemistry AB, (Suecia)

2.2 Impurezas

En los ejemplos siguientes las impurezas se determinaron como el contenido insoluble de HCl (ver método en lo que precede).

2.3 Material en bruto

Mármol brillante de la región de Estiria Occidental en Austria, incluye impurezas de hasta un máximo de 5% en peso; $d_{50} = 49$ a $52 \mu\text{m}$.

3. Ejemplos

3.1 Productos gruesos después de la flotación y pulverización

3.1.1 Invención

Los ensayos de flotación y pulverización se realizaron en un molino de bolas agitador vertical con un volumen de pulverización de 50 l (escala de laboratorio) a una temperatura de alimentación de suspensión del rango de $30\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Para todos los ensayos se usó medio de pulverización con un diámetro de entre 2,5 y 4 mm con una densidad aparente de $2,5 \text{ kg/dm}^3$. Se logró una alimentación de lechada continua mediante una bomba centrífuga introducida en la parte inferior del molino. El agregado del agente recolector se realizó en el envase de alimentación equipado con un agitador. Se agregó aire presurizado a la tubería de alimentación justo antes de ingresar al molino de bolas agitador.

Luego de procesar el producto salió del molino por la parte superior mediante una pantalla de descarga circular vertical en combinación con un anillo recolector. La espuma se recolectó en un segundo anillo recolector más arriba. El contenido de sólidos de la suspensión acuosa de material en bruto agregado al molino de flotación y pulverización se encontró dentro del rango de 49 a 52% por peso seco, el agua usada provino del bucle de agua del proceso interno de la planta. La dosificación del agente de recolección se varió entre 410 y 820 ppm (ver Tabla 2).

Se introdujo un gas de flotación, que consistió de aire presurizado, en la tubería de alimentación de la lechada con tasas de dosificación de entre 0,5 y $5 \text{ m}^3/\text{h}$ (ver Tabla 1). Los mejores resultados se lograron a 1 y $2 \text{ m}^3/\text{h}$ (ver Tabla 1). De manera simultánea, la velocidad del eje del agitador se ajustó a los valores que se muestran en la Tabla 1 a continuación. La espuma que se creó en el molino se pudo separar de la suspensión mediante una pantalla circular en la parte superior del molino. La suspensión restante se recolectó y analizó de acuerdo con los métodos que se describen en lo que precede.

3.1.2 Comparación

Para la referencia actual del ensayo se usó una célula de tanque 60 l Outotec y se ejecutó en modo de operación en lote. Los resultados y las condiciones de flotación se muestran en la Tabla 2.

3.1. Comentario de los resultados

La comparación de los resultados en las Tablas 1 y 2 demuestra a las claras que el proceso de la invención permite eliminar un contenido mucho mayor de impurezas que el proceso de flotación habitual.

3.1.3 Resultados

Tabla 1: Resultados de flotación y pulverización.

		Datos de flotación y pulverización					Alimentación					Producto						
Ensayo N°	Sólidos [% en peso]	Agente recolector	Dosificación del agente recolector [ppm]	Alimentación del molino [l/h]	Tasa de dosificación de aire [m³/h]	Velocidad del eje [rpm]	Impurezas [% en peso] ^{a)}	d ₅₀ µm]	Residuos > 100 [µm]	Residuos 63 a 100 [µm]]	Brillo Tappi	Impurezas [% en peso] ^{a)}	d50 m]	Residuos > 100 [µm]	Residuos 63 a 100 [µm]]	Brillo Tappi	Reducción de HCl ^{b)} [% en peso]	Recupera-ción de contenido [% en peso] ^{c)}
1	52	A	410	350	1	175	2,71	54,7	9,7	34,8	82,2	1,2	42,7	4,2	21,5	86,2	1,51	55,7
2	49	A	820	350	1	245	1,6	45,3	6,6	29,8	n.c.	0,37	26	0,5	7,7	n.d.	1,23	76,9
3	52	A	820	350	2	210	2,3	54,6	9,7	34,8	82,2	0,9	36,1	3,4	22,7	90,5	1,40	60,9

a) Las impurezas se expresan como compuestos insolubles en HCl 8N, las impurezas son en su mayoría;

b) la diferencia entre las impurezas (expresadas como una suma de compuestos insolubles en ácido clorhídrico 8N) en el producto en bruto y en la masa de las impurezas

(expresado como la suma de los compuestos insolubles en ácido clorhídrico 8N) en el producto después de la flotación/pulverización;

c) masa de las impurezas (expresada como la suma de los compuestos insolubles en ácido clorhídrico 8N) en la espuma / masa de impurezas (expresado como la suma de los compuestos insolubles en ácido clorhídrico 8N) en el material en bruto;
n.d. = no disponible.

Tabla 2 Resultados de la flotación grueso.

		Datos de flotación		Alimentación				Producto		
Ensayo N°	Sólidos [% en peso]	Agente recolector	Dosificación del agente recolector [ppm]	Impurezas [% en peso] ^{a)}	d ₅₀ [µm]	Residuos > 100 [µm]	Residuos 63 a 100 [µm]	Impurezas [% en peso] ^{a)}	Reducción de HCl ^{b)}	Recuperación de contenido [% en peso] ^{c)}
1	50	A	250	1,58	45	2,5	11,3	1,31	0,28	17,4
2	50	A	250	1,73	45	2,5	11,3	1,05	0,68	39,1
3	50	A	250	1,41	45	2,5	11,3	0,76	0,65	45,9

- a) Las impurezas se expresan como compuestos insolubles en HCl 8N, las impurezas son en su mayoría;
- b) diferencia entre las impurezas (expresada como la suma de los compuestos insolubles en ácido clorhídrico 8N) en el producto en bruto y la masa de las impurezas (expresado como la suma de los compuestos insolubles en ácido clorhídrico 8N) en el producto después de la flotación/pulverización;
- c) masa de las impurezas (expresada como la suma de los compuestos insolubles en ácido clorhídrico 8N) en la espuma / masa de las impurezas (expresado como la suma de los compuestos insolubles en ácido clorhídrico 8N) en el material en bruto.

3.2 Productos finos después de la flotación y pulverización

3.2.1 Invención

Los ensayos de flotación y pulverización se realizaron en un molino de bolas
5 agitador vertical con un volumen de pulverización de 20 l (escala de laboratorio) a una temperatura de alimentación de suspensión del rango de $22\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Para todos los ensayos se usó medio de pulverización con un diámetro de entre 2,5
y 4 mm con una densidad aparente de $2,5 \text{ kg/dm}^3$. Se logró una alimentación de
10 lechada continua mediante una bomba centrífuga introducida en la parte inferior del molino. El agregado del agente recolector se realizó en el envase de alimentación equipado con un agitador. Se agregó aire presurizado a la tubería de alimentación justo antes de ingresar al molino de bolas agitador.

15 Luego de procesar el producto salió del molino por la parte superior mediante una pantalla de descarga circular vertical en combinación con un anillo recolector. La espuma se recolectó en un segundo anillo recolector más arriba. El contenido de sólidos de la suspensión acuosa de material en bruto agregado al molino de flotación y pulverización se encontró dentro del rango de 30 a 31,5% por peso seco, el agua
20 usada provino del bucle de agua del proceso interno de la planta.

Se introdujo un gas de flotación, que consistió de aire presurizado, en la tubería de alimentación de la lechada con tasas de dosificación de entre 0,3 y $0,55 \text{ m}^3/\text{h}$ (ver Tabla 3). De manera simultánea, la velocidad del eje del agitador se ajustó a 620 rpm tal como se muestra en la Tabla 3 a continuación. La espuma que se creó en el
25 molino se pudo separar de la suspensión mediante una pantalla circular en la parte superior del molino. La suspensión restante se recolectó y analizó de acuerdo con los métodos que se describen en lo que precede.

3.2.3 Comentario de los resultados

30 La comparación de la alimentación y los datos del producto en la Tabla 3 demuestra a las claras que el proceso de la invención permite reducir el contenido insoluble en HCl y aumentar también el brillo Tappi en varios puntos, lo que puede ser necesario para volver colocar a un producto de alimentación deficiente dentro del rango de especificaciones.

3.2.2 Resultados

Tabla 3 Resultados de la flotación y pulverización para obtener un producto fino.

		Datos de flotación y pulverización				Alimentación				Producto				Desechos	
Ensayo N°	Sólidos [% en peso]	Dosificación del agente recolector B [ppm]	Dosificación del agente recolector C [ppm]	Tasa de dosificación de aire [m³/h]	Velocidad del eje [rpm]	d ₅₀ µm]	Brillo Tappi	Impurezas [% en peso] ^{a)}	YI	d ₅₀ µm]	Brillo Tappi	Impurezas [% en peso] ^{a)}	YI	d ₅₀ µm]	Impurezas [% en peso] ^{a)}
1	31,3	300	25	0,5	620	10,16	94,4	0,07	1,07	1,85	95,20	0,05	0,98	n.d.	0,28
2	30,8	300	25	0,5	620	10,16	94,4	0,07	1,07	1,77	95,70	0,03	0,88	1,88	0,20
3	30,5	300	25	0,3	620	10,16	94,4	0,07	1,07	1,69	95,90	0,02	0,84	1,78	0,21

a) Las impurezas se expresan como compuestos insolubles en HCl 8 N, las impurezas son en su mayoría mica, n.d. = no determinado.