

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 662**

51 Int. Cl.:

B29B 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2011 E 11749468 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2595784**

54 Título: **Preconcentración y preselección simultánea de al menos un grupo de materiales poliméricos reusables que provienen de residuos de trituración de productos duraderos en fase de fin de vida**

30 Prioridad:

19.07.2010 FR 1003023

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

30.06.2016

73 Titular/es:

**GALLOO PLASTICS (100.0%)
1 avenue du Port Fluvial
59250 Halluin, FR**

72 Inventor/es:

**DE FERAUDY, HUGUES y
SEINERA, HENRI**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 575 662 T3

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

DESCRIPCIÓN

Preconcentración y preselección simultánea de al menos un grupo de materiales poliméricos reusables que provienen de residuos de trituración de productos duraderos en fase de fin de vida

5

Campo de la invención

La invención se refiere a un procedimiento de preconcentración y de preselección simultáneas de al menos un grupo de materiales poliméricos usados de composiciones diversas, en mezcla entre sí y con materiales contaminantes, que provienen de la destrucción por trituración de productos de consumo duraderos llegados a la fase de fin de vida, que pueden reciclarse en el campo de la industria del procesamiento de plásticos o plasturgia.

10

En las industrias de reciclado de materiales poliméricos usados que provienen de la destrucción por trituración de productos de consumo duraderos en fase de fin de vida se plantea un problema importante, que es:

15

- la baja concentración de estos materiales poliméricos usados y reusables en el flujo de materiales para su tratamiento que provienen de la trituración destructiva en los que es conveniente mejorar esta concentración para hacer máxima su valorización

20

- y su gran diversidad en su naturaleza y composición como, por ejemplo, poliolefinas, poliamidas, policloruros de vinilo y otros, cargados o no cargados

Los equipos de clasificación de residuos industriales están especializados técnicamente y adaptados al tratamiento de un tipo de residuos en particular como, por ejemplo, los polímeros usados reusables, que se extraerán de los restos de trituración de productos de consumo duraderos en fase de fin de vida, tales como automóviles, material de electrodomésticos de otras procedencias cuyos metales ya han sido extraídos esencialmente pero que en esta otra etapa deben ser separados de los materiales contaminantes en gran cantidad. Por este motivo, los equipos de clasificación de residuos sólo pueden ser eficaces con la condición de que sean alimentados por un flujo de residuos adaptado a ellos.

25

Los equipos de clasificación de residuos industriales como los materiales poliméricos usados, que provienen de la destrucción por trituración de productos de consumo duraderos en fase de fin de vida, no se instalan siempre (directamente) en el lugar de destrucción por trituración de dichos productos y, en consecuencia, parece necesario en términos económicos enriquecer lo más posible en materiales usados reusables los residuos para su transporte desde el lugar de destrucción hasta el lugar de valorización.

30

Para mejorar la valorización de los residuos y hacerla máxima, es necesario alimentar los equipos de clasificación especializados para un tipo de residuo, con flujos de tratamiento ya preconcentrados en materiales para su valorización.

35

Esta etapa de preconcentración de residuos tiene, por consiguiente, al menos dos objetivos:

- ✓ uno es separar los residuos con el fin de orientarlos hacia los medios de tratamiento especializados,

40

- ✓ y el otro es preconcentrar un flujo de residuos para su tratamiento cargado de materiales reusables con el fin de mejorar el rendimiento global de la cadena de tratamiento de residuos aumentando la relación «masa de productos clasificados para su valorización con respecto a la masa total de productos que entran en la cadena de tratamiento de residuos».

45

Sin embargo, en la explotación de estos residuos parece que la preconcentración por sí misma es insuficiente y que hace falta simultáneamente durante esta operación de preconcentración, realizar una preselección por reagrupamiento de los materiales poliméricos usados para su valorización con el fin de crear flujos específicos de materiales usados reusables acompañados de materiales contaminantes, no sólo mucho más concentrados en polímeros usados reusables, sino asimismo específicos por los tipos de polímeros usados preseleccionados por reagrupamiento que permiten a la vez simplificar los equipos de valorización de cada tipo de polímero y hacerlos más económicos y recuperar casi la totalidad de los polímeros presentes en dichos residuos al mismo tiempo que se conserva mejor el medio ambiente mediante una disminución drástica de los desechos de descarga.

50

Por este motivo la invención se refiere a un procedimiento de preconcentración y de preselección simultáneas de

una fracción de materiales poliméricos de síntesis para su valorización a partir de restos obtenidos de la destrucción de productos duraderos llegados a la fase de fin de vida, conteniendo estos restos materiales orgánicos de síntesis reusables y otros materiales en los que algunos son igualmente reusables y los otros constituyen materiales contaminantes no reusables para su eliminación definitiva.

5

Más en particular, la invención se refiere a un procedimiento que permite simultáneamente extraer todos los materiales poliméricos de síntesis en un estado sólido o expandido con independencia de su composición y preseleccionar entre todos estos materiales poliméricos al menos un grupo de polímeros en particular presentes en un flujo de restos que contiene otros materiales considerados como materiales contaminantes tales como metales, minerales y otros contaminantes, con el fin de llegar a una tasa de concentración en peso de materiales poliméricos de síntesis en el grupo preseleccionado simultáneamente de al menos el 60%, preferentemente de al menos el 85%, y muy preferentemente de al menos el 90%. Estos materiales preconcentrados y preseleccionados simultáneamente están destinados a someterse a continuación a otro tratamiento de separación muy fina y de selección con el fin de recuperar diferentes fracciones de materiales poliméricos de síntesis homogéneos, así como una fracción de polímeros de espuma extraída.

Los flujos en los que se aplica el procedimiento de la invención provienen generalmente de restos de trituración de automóviles y de otros productos de consumo duraderos tales que material de electrodomésticos o material informático, llegados a la fase de fin de vida, para los cuales se considera que una multiplicidad de tipos de materiales poliméricos de síntesis son reusables y para los cuales se considera que una multiplicidad de otros materiales son contaminantes perjudiciales, tales como metales, minerales y materiales contaminantes diversos, entre ellos más en particular, vidrio, madera, caucho, arena, y que deben ser eliminados. Otros residuos, tales como residuos industriales mezclados que contienen materiales poliméricos de síntesis y residuos de embalaje provenientes de recogidas municipales y que contienen igualmente materiales poliméricos reusables mezclados pueden considerarse también como potencialmente reusables.

Estado de la técnica

El problema importante que se plantea en las industrias del reciclado conocido ya desde hace algunos años ha sido objeto de investigaciones industriales relativamente numerosas entre las cuales se han seleccionado algunas para establecer el estado de la técnica del campo de la invención, pero no parece que se haya encontrado una solución en el sentido de que cumpla simultáneamente dos objetivos importantes que son la preconcentración y la preselección de acuerdo con los grupos de materiales poliméricos usados reusables en mezcla entre sí y con materiales contaminantes en los residuos que provienen de la destrucción por trituración de productos de consumo duraderos en fase de fin de vida.

Un primer documento (US-6.024.226) describe una tecnología y un procedimiento que permiten separar y recoger de forma continua materiales obtenidos de mezclas de partículas sólidas heterogéneas que provienen esencialmente de residuos sólidos usando una pluralidad de células de separación, estando cada célula llena de un líquido de densidad particular y diferente de la de otras células.

Una primera célula de separación recibe el flujo de materiales heterogéneos para su clasificación que se ponen en contacto con un primer líquido-soporte de densidad de 1,0 aproximadamente y que permiten que una primera fracción de materiales para separar flote en el líquido-soporte y forme una fracción ligera mientras que la fracción restante de densidad superior se desliza para formar una fracción pesada. Esta fracción pesada se recupera y se introduce en una segunda célula de separación cuyo medio líquido-soporte tiene una densidad diferente a la de la primera célula, un hecho que conduce a una nueva separación en fracciones ligeras y fracciones pesadas.

El procedimiento referido parece adaptarse sobre todo al tratamiento de fracciones metálicas con el fin de recuperar las no ferrosas, así como al tratamiento de fracciones orgánicas de síntesis en su caso purificadas en cuanto a su contenido en materiales orgánicos de síntesis pesados (esencialmente, clorados) para una valorización térmica menos contaminante.

Otro documento (FR-2.860.994) describe un procedimiento de separación selectiva de materiales orgánicos de síntesis en mezcla.

Otro documento (WO-98/01.276) describe un procedimiento y un dispositivo para el tratamiento de residuos de materiales poliméricos de síntesis mezclados. Las partículas que superan un peso determinado o una densidad en concreto (descritas como fracción pesada) se separan antes de los residuos más ligeros tales como películas y

- papeles que son aspirados y tratados de forma diferente. De acuerdo con esta patente, la fracción pesada de polímeros termoplásticos rígidos en mezcla, es triturada en dos tipos de trituradoras, y después tamizada hasta dimensiones finas de unos milímetros, y a continuación separada por cribado y clasificada por medios tales como aspiración y/o separación por cargas electrostáticas. Para este fin, el dispositivo de tratamiento incluye una etapa de trituración, una etapa de tamizado y/o una etapa de separación electrostática. Los flujos de materiales en cuestión para su tratamiento son esencialmente residuos de embalaje de plástico más o menos contaminados, con lo cual se trata de extraer una fracción con el fin de realizar una valorización térmica. La trituración fina y el cribado permiten reducir el contenido de materiales clorados e inorgánicos.
- 5
- 10 La patente EP-1.534.487 describe un procedimiento de preconcentración de materiales poliméricos reusables obtenidos de un resto de trituración de artículos consumibles en fase de fin de vida, tales como automóviles, material informático, material de electrodomésticos, u otros, que consiste en tratar el desecho por etapas sucesivas que incluyen cribado, separación aeráulica, trituración y posterior separación aeráulica, para eliminar mayoritariamente los materiales contaminantes tales como metales, vidrio, caucho, arena u otros y obtener una fracción
- 15 preconcentrada de materiales poliméricos reusables por reciclado.

Sin embargo, este procedimiento de preconcentración está limitado a esta única función del aumento del contenido de materiales poliméricos usados reusables de diversa naturaleza y de diversas composiciones en un flujo de residuos por eliminación parcial de los diversos contaminantes presentes para reducir por ejemplo los volúmenes transportados y facilitar la clasificación final durante las operaciones de separación selectiva para la valorización.

20

Por consiguiente, el flujo resultante de este procedimiento formado mayoritariamente por materiales poliméricos usados reusables en mezcla con materiales contaminantes de bajo contenido alimenta un procedimiento de valorización que se vuelve complejo ya que este procedimiento no sólo debe eliminar todos los materiales

25 contaminantes restantes sino que también debe separar cada tipo de polímero, de acuerdo con su familia de procedencia, ya contenga o no cargas, con su estado físico de material denso o de material en forma de espuma, es decir, su factor de forma y de acuerdo con otros muchos criterios más.

Así, el estado de la técnica puede proponer al menos un procedimiento de enriquecimiento de materiales poliméricos usados reusables a partir del flujo de residuos de composiciones extremadamente diversas que contienen dichos

30 polímeros, que se limite a esta única preconcentración, que suministre un flujo de residuos muy empobrecidos en materiales contaminantes y muy enriquecidos en polímeros usados reusables pero sin que exista durante esta preconcentración un reagrupamiento de estos polímeros usados de acuerdo con criterios apropiados, es decir, que tenga un comienzo de esbozo de selección entre estos diversos polímeros usados para su valorización.

35

Objetivos de la invención

Por consiguiente, al objetivo de la invención se le asignan numerosos propósitos, de manera que se elimine al menos lo esencial de los inconvenientes perceptibles en el estado de la técnica y se resuelva el problema

40 observado.

Un primer objetivo de la invención es crear un procedimiento y su instalación industrial correspondiente que permita realizar simultáneamente una preconcentración y una preselección de materiales poliméricos de síntesis reusables de todos tipos presentes en el flujo complejo de materiales obtenidos de la trituración de productos de consumo

45 duradero en fase de fin de vida, tales como vehículos automóviles, electrodomésticos, artículos eléctricos y/o electrónicos después de un primer tratamiento rústico, mediante su separación de otros materiales contaminantes tales como materiales poliméricos expandidos, materiales metálicos, materiales minerales como por ejemplo arena, vidrio, materiales orgánicos naturales tales como, por ejemplo, la madera.

Otro objetivo de la invención es crear un procedimiento y una instalación industrial correspondiente que permita producir, a partir del flujo complejo formado por residuos obtenidos de la trituración de productos de consumo duraderos, tales como los citados anteriormente, un preconcentrado de sólo los materiales poliméricos reusables de carácter compacto, es decir, exentos de materiales poliméricos expandidos de células abiertas o cerradas, cuya

50 concentración en materiales poliméricos compactos reusables al término del tratamiento por el procedimiento se lleva a al menos el 60% en peso y preferentemente a al menos el 80% en peso, pudiendo tratarse este preconcentrado a continuación de manera eficaz en instalaciones o por tecnologías apropiadas de selección para extraer materiales poliméricos homogéneos que tengan grados de pureza cercanos a los materiales poliméricos vírgenes y así para cada familia de materiales poliméricos presentes en dicho flujo.

55

Otro objetivo de la invención es crear un procedimiento y una instalación industrial correspondiente que realice simultáneamente:

- 5 • una preconcentración de sólo los materiales poliméricos reusables de carácter compacto presentes en el flujo complejo de materiales obtenidos de la trituración de productos de consumo duraderos en fase de fin de vida y
- una preselección de estos materiales poliméricos usados reusables mediante la creación de grupos de polímeros a partir de criterios de reagrupamiento basados en intervalos de densidad mínima y máxima que delimitan cada grupo creado de polímeros usados reusables.

10

Descripción breve de la invención

De acuerdo con los diversos objetivos de la invención enunciados anteriormente, el procedimiento de tratamiento de mezcla de materiales fragmentados compuesta por materiales poliméricos usados reusables en pequeña cantidad y materiales contaminantes obtenidos de la trituración de productos de consumo duraderos en fase de fin de vida, tales como vehículos automóviles, electrodomésticos, material electrónico y otros reduce los inconvenientes manifestados durante el análisis del estado de la técnica y aporta mejoras sustanciales en los medios del estado de la técnica y soluciones a los problemas industriales planteados.

20 De acuerdo con la invención, el procedimiento de tratamiento que consiste simultáneamente en:

- la preconcentración de una mezcla de materiales poliméricos usados que pueden reciclarse en el campo de la plasturgia por eliminación parcial de los materiales contaminantes presentes en la mezcla y
- 25 • la preselección en la mezcla de al menos un grupo de materiales poliméricos usados reusables delimitado por un intervalo de densidad [d_{mini} - d_{maxi}] que se encuentra comprendido en un intervalo de densidad delimitado por los límites [0,850 - 1,900] de la mezcla de materiales fragmentados obtenidos del resto de trituración de productos de consumo duradero en fase de fin de vida que comprende:
- 30 ✓ una fracción de materiales reusables que son materiales poliméricos de síntesis, de naturaleza y/o de composiciones y/o de factores de forma diversa cuyas densidades se sitúan en el intervalo [0,850 - 1,900],
- ✓ fracciones de materiales contaminantes para su eliminación formados por materiales minerales y/o materiales metálicos y/o de materiales orgánicos distintos de los materiales poliméricos y/o materiales poliméricos de síntesis
- 35 en un estado expandido, en particular las espumas.

se caracteriza porque incluye en orden:

a) una etapa de separación en un medio hidráulico cuya densidad está ajustada a un valor d_s elegido en un intervalo de densidad, excluido el límite inferior definido por [1,100 - 1,900], donde d_s constituye el límite de densidad superior « d_{maxi} » elegido para un grupo de polímeros usados reusables para preselección, mientras que el límite de densidad inferior d_{mini} de dicho grupo está comprendido en el intervalo [0,850 - d_s], medio hidráulico en el que se introduce la mezcla de materiales poliméricos usados para su valorización y materiales contaminantes, que se separa en una fracción sobrenadante (a1) de densidad máxima d_s y una fracción de decantación (a2), que contiene materiales poliméricos usados para su valorización que forman un grupo de polímeros usados reusables de densidades superiores a d_s preconcentrados y preseleccionados y al menos en parte la fracción de materiales contaminantes de la mezcla de materiales fragmentados, extraída del procedimiento

b) una etapa de separación de la fracción sobrenadante (a1) que proviene de la etapa a) en un medio hidráulico cuya densidad está ajustada a un valor de 1,100 que produce una fracción sobrenadante (b1) de densidad igual como máximo a 1,100 que consiste en una fracción de materiales poliméricos de síntesis usados ultraligeros y/o expandidos y materiales poliméricos de síntesis usados para su valorización que se presentan en forma fragmentada así como materiales contaminantes y una fracción de decantación (b2) de densidad comprendida en el intervalo [1,100 - d_s] que contiene materiales poliméricos usados reusables y materiales contaminantes pesados, que constituye otro grupo de polímeros usados, reusables preconcentrado y preseleccionado, extraído del procedimiento para su valorización,

c) una etapa de trituración de la fracción (b1) de materiales poliméricos para su valorización que provienen de la etapa b), en la malla de liberación de materiales contaminantes incluidos, adheridos o ensamblados en los

fragmentos de la fracción de materiales poliméricos para su valorización,

5 d) una etapa de separación mecánica por un cribado dimensional y/o por factor de forma o aerúlica, de la fracción de materiales poliméricos de síntesis para su valorización que proviene de la etapa c) de trituración para eliminar al menos en parte la fracción (d2) de materiales contaminantes liberados durante la trituración y materiales poliméricos expandidos y extraer la fracción (d1) de materiales reusables que constituyen la mezcla deseada, preconcentrada y preseleccionada de acuerdo con un grupo de materiales reusables, delimitada por las densidades $d_{\text{mini}} = 0,850$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}} = 1,100$ que contiene todavía contaminantes,

10 e) una etapa de remojo de la fracción que proviene de la etapa d) por medio de agua con el fin de aumentar la densidad del contaminante de tipo «madera» presente,

15 f) una etapa de separación de la fracción que proviene de la etapa e) en un medio hidráulico cuya densidad está ajustada al valor 1,100, que produce una fracción sobrenadante (f1) de materiales poliméricos de síntesis usados para su valorización, que forma un grupo preconcentrado y preseleccionado de materiales poliméricos de síntesis usados y reusables delimitado por las densidades $d_{\text{mini}} = 0,850$, (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}} = 1,100$ que constituye una materia prima para un procedimiento de separación fina de los polímeros presentes de acuerdo con su composición para su reciclado y una fracción de decantación (f2) que contiene esencialmente el contaminante de tipo «madera».

20 Para ser consciente de todo el alcance del procedimiento de acuerdo con la invención, es importante que se definan las mezclas de materiales para valorización (que contienen materiales contaminantes para su eliminación al menos parcialmente) que constituyen el flujo de materiales entrante en el procedimiento de la invención que, a la salida de dicho procedimiento, produce la fracción de materiales reusables que forman una mezcla preconcentrada a al menos el 60% y preferentemente a al menos el 85% de materiales reusables y preseleccionada de acuerdo con los grupos cuyos límites de densidad son para el primero $[0,850 - 1,100]$, para el segundo $[1,100 - d_s]$ y para un tercero al menos $[d_s - 1,900]$, entendiéndose que entre d_s y 1,900 pueden formarse otros grupos. Así, el procedimiento de tratamiento de acuerdo con la invención de una mezcla de materiales para valorización que se presentan en forma fragmentada, para la obtención de una mezcla de materiales preconcentrados y preseleccionados en materiales poliméricos de síntesis para su valorización, termoplásticos y/o termoendurecibles, es alimentada a partir de dos flujos «I» y «II», restos de trituración de automóviles y productos de consumo duraderos tales como los de los campos de los electrodomésticos y/o la electrónica llegados a la fase de fin de vida. Estos restos de trituración tienen como mayor dimensión como máximo 250 mm y preferentemente como máximo 200 mm.

35 Los flujos «I» y «II» pueden implementarse por separado o en mezcla de acuerdo con la forma en que actúe el operador de trituración, por campaña o no. El flujo «I» es la fracción que en el sector recibe el nombre de «pesados no aspirados», a la salida de la trituradora de automóviles y de productos de consumo duraderos, separados o no de los metales, siendo el flujo «II» el flujo ligero aspirado conocido con la denominación «fluffs» a la salida de dicha trituradora. Los fragmentos metálicos libres pueden separarse de las partes no metálicas mediante técnicas magnéticas clásicas y por corriente de Foucault.

40 El flujo «I» o flujo «pesado» incluye cauchos y polímeros termoplásticos y termoendurecibles no aspirados, restos de metales, materiales inorgánicos, madera, etc., que se hacen pasar a través de una rejilla de separación que tiene una malla de 20 a 250 mm, preferentemente de 20 a 200 mm y muy preferentemente de 100 a 150 mm de la trituradora primaria, en el caso de la trituración de automóviles y productos de consumo duraderos.

45 El flujo «II» o flujo «ligero» o «fluff» constituido por materiales termoplásticos y termoendurecibles se presenta en forma de placas de dimensiones heterogéneas, fragmentos de espuma y/o láminas, tejidos adheridos a sustratos, hilos, residuos de películas.

50 Algunas trituradoras de vehículos y/o de productos de consumo duraderos operan con aspersión de agua para evitar los riesgos de explosión y las formaciones de polvos que constituyen riesgos adicionales para el medio ambiente. Así, los restos de trituración no tienen el mismo contenido en humedad de un lote a otro de acuerdo con las cantidades de espumas de células abiertas, de fibras y de tejidos.

55 En particular cuando las espumas flexibles de células abiertas que son esencialmente espumas de poliuretano (procedentes de los asientos de los automóviles) están impregnadas de agua, es preferible tratarlas mediante procedimientos adaptados que tienen en cuenta sus diferentes características y más en concreto su densidad aparente y parece que su separación debe efectuarse aprovechando su factor de forma.

Por el contrario, cuando los restos se encuentran en un estado seco, una primera aspiración ligera podrá ser especialmente ventajosa para extraer estas mismas espumas flexibles de células abiertas.

- 5 La recuperación de metales puede realizarse en cada etapa del procedimiento de preconcentración de la fracción de materiales orgánicos de síntesis, por medios conocidos tales como separación magnética y separación por corriente de Foucault.

10 El procedimiento de preconcentración y de preselección por grupo de densidades de las fracciones de materiales reusables que son polímeros de síntesis se adapta a cualquier sistema de trituración de vehículos o/y de productos de consumo duraderos ya en marcha, con independencia de la técnica de trituración para la destrucción de estos productos en fase de fin de vida.

15 El procedimiento, las tecnologías, los equipos y las instalaciones de preconcentración y de preselección relacionados se colocan preferentemente en el lugar de la gran trituradora de automóviles, en el caso del tratamiento de restos de trituración de automóviles.

20 Para permitir una buena comprensión de los diversos materiales reusables y contaminantes que constituyen la mezcla de materiales que se someterá al procedimiento de preconcentración de acuerdo con la invención, resultante de una trituración destructiva de productos de consumo en fase de fin de vida, tales como, por ejemplo, vehículos automóviles, en las definiciones siguientes se precisa el significado de estos diversos materiales:

25 ✓ Materiales pesados y materiales ligeros: los materiales pesados constituyen la fracción más pesada, obtenida de una etapa de separación por densidad real o densidad aparente, en el procedimiento de acuerdo con la invención, del flujo de material en tratamiento, por oposición a los materiales ligeros que constituyen la fracción ligera del mismo flujo.

30 Debe observarse que al menos una parte de los materiales pesados de una etapa de separación pueden convertirse en materiales ligeros de la etapa de separación posterior, y viceversa: una parte de los materiales ligeros de una etapa puede considerarse como materiales pesados en la etapa de separación posterior.

35 ✓ Materiales ultraligeros: la primera fracción ligera del flujo de material en tratamiento, separada por densidad o densidad aparente, se denomina fracción de ultraligeros. Esta fracción de ultraligeros está compuesta sobre todo por espuma, material textil, películas y fragmentos de hilos, donde estos materiales preferentemente en un estado seco tienen una densidad que aumenta en función de la tasa de humedad.

40 ✓ Materiales ultrapesados: la primera fracción pesada del flujo de material en tratamiento, separada por densidad o densidad aparente, se denomina fracción de ultrapesados. Esta fracción de ultrapesados está compuesta sobre todo por arenas, metales, cauchos y madera.

45 ✓ Materiales poliméricos de síntesis: corresponden a la parte del flujo de material en tratamiento de polímeros termoplásticos y termoendurecibles para su valorización que pueden extraerse de los restos de trituración y reutilizarse o reciclarse.

50 ✓ La fracción de materiales orgánicos que no son polímeros para su valorización está compuesta principalmente por madera, residuos de material textil orgánico, residuos de hilos u otros.

55 ✓ La fracción de materiales poliméricos espumas está formada esencialmente por espumas de células abiertas, así como espumas alveolares de células cerradas tales como espumas de poliuretano, materiales poliméricos elastómeros o que no han sido objeto de una acción porófora en la masa.

✓ La fracción de materiales contaminantes está formada por residuos o partículas metálicas, fragmentos de caucho, vidrio, grava, arena, madera, residuos de espumas poliméricas, películas, filamentos de tejidos de materiales poliméricos de síntesis u otros residuos que deben ser eliminados.

Descripción detallada de la invención (de acuerdo con la figura 1)

El procedimiento de preconcentración y preselección simultánea de al menos de un grupo de materiales poliméricos por tratamiento de una mezcla de materiales fragmentados obtenidos de restos de trituración de objetos en fase de

fin de vida, tales como por ejemplo automóviles, electrodomésticos, materiales electrónicos y mezclas formadas por fracciones de materiales tan diversos como materiales poliméricos, metales, materiales minerales y materiales de procedencia orgánica distintos de los materiales poliméricos citados anteriormente, excluidos los materiales poliméricos expandidos, se refiere a todos los materiales poliméricos y/o copolímeros que se buscan para su
5 valorización, de tipos termoplásticos y termoendurecibles, en concreto, polares o no polares, cargados o no cargados, ignífugos o no, adyuvantes o no, que están presentes en los objetos consumibles citados anteriormente, llegados a fase de fin de vida y que pueden reciclarse en el campo de la plasturgia.

El procedimiento de preconcentración y preselección simultánea de al menos un grupo de materiales poliméricos
10 usados de la mezcla de materiales diversos citados anteriormente, obtenidos de restos de trituración, consiste en tratar dicha mezcla para eliminar al menos parcialmente los materiales contaminantes no reusables formados por fracciones de materiales distintas que los polímeros para su valorización y simultáneamente preseleccionar al menos un grupo de dichos materiales reusables. Esta eliminación permite así un enriquecimiento de dicha mezcla de
15 materiales poliméricos reusables por un aumento de su concentración y esta preselección simultánea permite crear al menos un grupo de materiales poliméricos usados para su valorización estando delimitado cada grupo por un intervalo de densidad definido por $[d_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}}]$, que le es propio.

Una vez preconcentrada por eliminación al menos parcial de las fracciones contaminantes no reusables y
20 preseleccionada en al menos un grupo de polímeros usados reusables, la mezcla enriquecida con materiales poliméricos reusables preseleccionada puede ser tratada por medios apropiados que se sitúan fuera del campo del objetivo de la invención.

Tal como se manifiesta el procedimiento de preconcentración y preselección simultánea de al menos un grupo de
25 materiales poliméricos usados reusables, incluye de forma encadenada en orden, una etapa (a) de separación hidráulica en un medio de densidad « d_s » elegida en el intervalo de densidad $[1,100 - 1,900]$ (excluido el límite inferior) que produce una fracción sobrenadante (a1) y una fracción de decantación (a2), y después una etapa (b) de separación hidráulica de la fracción sobrenadante (a1) que proviene de la etapa (a) con una densidad de 1,100 que produce una fracción sobrenadante (b1) de densidad igual como máximo a 1,100 y una fracción de decantación (b2),
30 de densidad comprendida en el intervalo $[1,100 - d_s]$, una etapa (c) de trituración fina de la fracción sobrenadante (b1), una etapa (d) de separación mecánica por cribado del aerúlico que produce una fracción de materiales reusables (d1), una etapa (e) de remojo de la fracción (d1) y finalmente una etapa (f) de separación hidráulica en un medio de densidad 1,100 que produce una fracción sobrenadante (f1) que forma un grupo preconcentrado y
35 preseleccionado de materiales poliméricos usados para su valorización cuyas densidades se sitúan en los límites $[0,850 - 1,100]$.

- en relación con la fracción (a1) sobrenadante de la etapa (a) cuya densidad está comprendida en el intervalo $[0,850 - d_s]$, esta fracción encadena sistemáticamente las etapas (b), (c), (d), (e), (f), tratando las fracciones sobrenadantes (b1), (d1), (f1);

40 Esta fracción (a1) proporciona una mezcla de «n» grupos de materiales poliméricos homogéneos separables, teniendo cada grupo una densidad $[d_{\text{mini}(n)} - d_{\text{maxi}(n)}]$, donde «n» toma valores enteros comprendidos entre 1 y el número de tipo de materiales poliméricos para recuperar,

- en relación con la fracción (a2) de decantación de la etapa (a) cuyas densidades están comprendidas en el
45 intervalo $[d_s - 1,900]$, puede eliminarse definitivamente de acuerdo con el valor tomado inicialmente por d_s en la etapa (a) o bien se somete, independientemente de la fracción (a1), a un tratamiento de valorización por etapas, por ejemplo, de separación hidráulica por densidad para recoger los materiales poliméricos usados reusables presentes en dicha fracción cuyas densidades están comprendidas en el intervalo $[d_s - 1,900]$; de acuerdo con los grupos de densidad $[d_{\text{mini}(n)} - d_{\text{maxi}(n)}]$, donde «n» toma valores enteros comprendidos entre 1 y el número de tipo de materiales
50 poliméricos para recuperar,

- en relación con la fracción (b2) de decantación de la etapa (b) cuyas densidades se sitúan en el intervalo $[1,1 - d_s]$, puede eliminarse definitivamente o bien se somete, independientemente de la fracción (b1), a un tratamiento de valorización por etapas de separación hidráulica por densidad para recoger los materiales poliméricos usados
55 reusables presentes en dicha fracción cuyas densidades están comprendidas en el intervalo $[1,1 - d_s]$, de acuerdo con los grupos de densidad $[d_{\text{mini}(n)} - d_{\text{maxi}(n)}]$, donde «n» toma valores enteros comprendidos entre 1 y el número de tipo de materiales poliméricos para recuperar,

Preferentemente, la elección de la densidad d_s proporcionada al medio hidráulico de separación de la etapa (a) se

realiza en el intervalo [1,100 - 1,500].

Así, de acuerdo con el procedimiento de la invención, es posible preconcentrar y extraer al menos un grupo seleccionado formado por materiales poliméricos reusables que se presentan bajo el aspecto de una mezcla de materiales poliméricos fragmentados cuyo criterio de reagrupamiento es el intervalo de densidad « $d_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}}$ » elegido para un grupo, donde este grupo está formado por una mezcla de polímeros usados que contiene todavía fracciones de materiales contaminantes que serán eliminadas posteriormente.

De acuerdo con este mismo procedimiento de la invención, es posible igualmente extraer la fracción de polímeros expandidos, en particular la formada por espumas de células abiertas, que constituye uno de los contaminantes perjudiciales.

Etapa a) del procedimiento de acuerdo con la invención

De acuerdo con el procedimiento de tratamiento de una mezcla de materiales, objetivo de la invención, la etapa a) recibe la totalidad del flujo de los materiales diversos fragmentados que se presentan en forma de una mezcla que proviene de restos de trituración de objetos en fase de fin de vida tal como se ha definido anteriormente. Esta etapa a) del procedimiento de acuerdo con la invención es una etapa de separación por densidad en un medio hidráulico cuya densidad está ajustada a un valor « d_s » elegida en un intervalo de densidad [$d_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}}$] como criterio de reunión en grupo de dichos materiales poliméricos usados, teniendo cada grupo formado su propio intervalo de densidad [$d_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}}$] que lo caracteriza.

Por consiguiente, d_s se elige en el intervalo de densidad definido de acuerdo con la invención que (excluido el límite inferior) está comprendido entre 1,100 y 1,900.

El valor de densidad elegido d_s para el medio de separación hidráulica de la etapa (a) constituye entonces el límite superior del intervalo [$d_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}}$] de un primer grupo de materiales poliméricos usados reusables para preselección, estando d_s integrado entonces en el valor d_{maxi} de dicho grupo mientras que el límite inferior d_{mini} se elige entre [$0,850$ y d_s] para asegurar esta preselección, de acuerdo con la importancia proporcionada al intervalo de densidad de este primer grupo. Este primer grupo de materiales poliméricos usados reusables para preselección y para preconcentrar forma la fracción sobrenadante (a1) de densidad máxima d_s .

En un caso particular, por ejemplo, en el que se desea la realización simultánea de la preconcentración en materiales poliméricos usados reusables presentes en la mezcla y de la preselección de dos grupos, cada uno de los cuales está identificado por límites de densidades precisas [$d_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}}$] para cada grupo, la densidad d_s del medio hidráulico de separación se elige igual a 1,100 (en la práctica industrial) que permiten así la preselección de un grupo de intervalo de densidades comprendido entre $d_{\text{mini}(1)} = 0,850$ y $d_{\text{maxi}(1)} = 1,100$ (excluido el límite inferior) y de otro grupo de densidades comprendido entre $d_{\text{mini}(2)} = 1,100$ y $d_{\text{maxi}(2)} = 1,900$ (excluido el límite inferior).

Así, un primer grupo de límites de densidades comprendidas entre $d_{\text{mini}(1)}$ y $d_{\text{maxi}(1)}$ (excluido el límite inferior) incluye, por ejemplo, la totalidad de poliestireno no cargado (PS: 1,05), polipropileno (PP: 0,900-0,910), polietileno de baja densidad (PEBD: 0,91 - 0,94), polietileno de alta densidad (PEHD: 0,94 - 0,96), espumas de polietilenos, espumas de polipropileno, una parte de las poliamidas (PA: 1,02 a 1,15), cargadas o no cargadas, una mayor parte de los ABS (aproximadamente el 66% de ABS: de 1,06 a 1,12), la totalidad de polipropileno cargado con el 10% de talco (PP: 10% talco: 0,97), polipropileno cargado con el 20% de talco (PP: 20% talco: 1,04), copolímeros.

El otro grupo de límites de densidad $d_{\text{mini}(2)} - d_{\text{maxi}(2)}$ (excluido el límite inferior) incluye, por ejemplo, el resto de las poliamidas (1,13-1,15), resto de los ABS, la totalidad de los aminoplastos (1,4), policarbonato (1,20), PET amorfos, cristalinos (1,30-1,40), fenoplastos (1,25-1,40), PVC plastificado (1,20-1,35), PVC rígidos (1,38-1,40), PVC cargados (1,4 -1,7), PP cargado con talco al 30% (1,13) y cargado con talco al 40% (1,24), copolímeros.

Cada uno de los grupos preconcentrados y preseleccionados en mezclas de materiales poliméricos fragmentados contiene todavía fracciones de materiales contaminantes eliminadas posteriormente durante el tratamiento de cada grupo para extraer por separación selectiva cada material de polímero usado reusable.

En otro caso en particular, por ejemplo, cuando se desea la realización simultánea de la preconcentración en materiales poliméricos usados reusables presentes en la mezcla y la preselección de tres grupos, cada uno de los cuales se identifica por límites de densidades precisos $d_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}}$ para cada grupo, la densidad d_s del medio hidráulico de separación se elige, por ejemplo, igual a 1,250 lo que permite la preconcentración y la preselección de

un primer grupo de límites de densidad comprendidos entre $d_{\text{mini}(1)} = 0,850$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}(1)} = 1,100$, un segundo grupo de límites de densidad comprendido entre $d_{\text{mini}(2)} = 1,100$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}(2)} = 1,250$ y un tercer grupo de límites de densidad comprendido entre $d_{\text{mini}(3)} = 1,250$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}(3)} = 1,900$.

5

En otro caso en particular, por ejemplo, en el que se desea la realización simultánea de la preconcentración de materiales poliméricos usados reusables presentes en la mezcla y la preselección de cuatro grupos, cada uno de los cuales se identifica por límites de densidades d_{mini} - d_{maxi} para cada grupo, la densidad d_s del medio hidráulico de separación se elige, por ejemplo, a 1,350 lo que permite la preconcentración y la preselección de un primer grupo de límites de densidad comprendida entre $d_{\text{mini}(1)} = 0,850$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}(1)} = 1,100$, de un segundo grupo de límites de densidad comprendida entre $d_{\text{mini}(2)} = 1,100$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}(2)} = 1,250$, de un tercer grupo de límites de densidad comprendida entre $d_{\text{mini}(3)} = 1,250$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}(3)} = 1,350$ y de un cuarto grupo de límites de densidad comprendida entre $d_{\text{mini}(4)} = 1,350$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}(4)} = 1,900$.

10

15

De forma general, la elección del valor de d_s entre 1,100 y 1,900 (excluido el límite inferior) se realiza en función de los grupos de polímeros usados reusables, en mezcla, para crear por preselección de acuerdo con los límites de densidad $d_{\text{mini}(n)}$ - $d_{\text{maxi}(n)}$ para cada grupo y simultáneamente para preconcentrar, de acuerdo con los tipos de materiales poliméricos de reciclado deseados por los usuarios, es decir, por los mercados.

20

El medio hidráulico de separación, de densidad d_s elegida como umbral de separación de acuerdo con la invención en un intervalo de densidad, incluidos los límites, comprendida en el intervalo [1,1 - 1,9] está formado por agua y compuestos minerales solubles en agua, tales como sales minerales (preferentemente sales de sodio, potasio, magnesio), y/o compuestos minerales insolubles o débilmente solubles en agua, de muy baja dimensión granulométrica tales como arcillas, carbonato de calcio pulverulento puesto en suspensión en agua en cantidad controlada exactamente para alcanzar exactamente el valor elegido como umbral de separación para la densidad d_s .

25

Preferentemente, la curva granulométrica de las partículas de los compuestos minerales insolubles o muy poco solubles, que se refiere al 100% de las partículas de dichos compuestos es como máximo de 5 μm , lo que quiere decir que todas estas partículas tienen un diámetro equivalente comprendido en el intervalo [0 μm - 5 μm], estando excluido el límite inferior.

30

Preferentemente, el diámetro medio de las partículas de los compuestos minerales insolubles o muy poco solubles, está comprendido en el intervalo [0 μm - 1 μm], estando excluido el límite inferior.

35

La fracción (a2) de decantación resultante de la primera etapa (a) de separación hidráulica, que contiene al menos en parte la fracción de materiales contaminantes de la mezcla de materiales fragmentados puede contener una fracción de materiales poliméricos usados para su valorización, que es más importante cuantitativamente a medida que el valor elegido para d_s se acerca a 1,1.

40

Etapa b) del procedimiento de acuerdo con la invención

Esta etapa consiste en la separación de la fracción sobrenadante (a1) que proviene de la etapa a) en un medio hidráulico cuya densidad está ajustada exactamente al valor de 1,1.

45

Esta fracción (a1) proporciona una fracción sobrenadante (b1) de densidad igual como máximo a 1,1 formada por materiales poliméricos de síntesis usados ultraligeros y/o expandidos, materiales poliméricos de síntesis usados para su valorización que se presentan en forma fragmentada así como materiales contaminantes y una fracción de decantación (2) de densidad comprendida en el intervalo [1,1 - d_s] que contiene materiales poliméricos usados reusables y materiales contaminantes pesados.

50

El medio hidráulico de separación de la etapa b) está formado por los mismos medios que los implementados en la preparación del medio hidráulico de la etapa a).

55 Etapa c) del procedimiento de acuerdo con la invención

La fracción (b1) de materiales poliméricos para su valorización de densidad igual como máximo a 1,1 que proviene de la etapa b) de separación en un medio hidráulico del procedimiento de acuerdo con la invención, que contiene materiales contaminantes incluidos, adheridos o ensamblados a los materiales poliméricos usados para su

valorización, se introduce en la etapa c) del procedimiento de acuerdo con la invención. Esta etapa c) consiste en una trituración fina de dicha fracción (b1) para su valorización para alcanzar al menos la malla de liberación de materiales contaminantes incluidos en los materiales poliméricos usados para su valorización con el fin de liberar dichos materiales poliméricos reusables de todos los materiales contaminantes, adheridos, ensamblados o incluidos.

- 5 Esta etapa de trituración, en al menos la malla de liberación de materiales contaminantes, conduce a la realización y a la obtención de una fragmentación fina necesaria que produce partículas de polímeros para su valorización que tienen su mayor dimensión comprendida generalmente entre 5 y 50 mm y comprendida preferentemente entre 20 mm y 30 mm.
- 10 La fracción (b2) de materiales poliméricos para su valorización, de densidad comprendida entre 1,1 (excluido el límite inferior) y d_s somete por separado a la fracción (b1) a un tratamiento de trituración fina en la etapa c), equivalente a la experimentada por la fracción (b1) con los mismos medios de trituración para producir los resultados de separación de los materiales poliméricos usados para su valorización y los materiales contaminantes adheridos, ensamblados o incluidos y de dimensionamiento de las partículas de polímeros usados para su valorización.
- 15 La trituración de la etapa c) del procedimiento de acuerdo con la invención puede efectuarse de forma continua en trituradoras apropiadas, conocidas para el experto en la materia.

Etapa d) del procedimiento de acuerdo con la invención

- 20 A la salida de la etapa c) de trituración fina, el flujo (b1) de materiales triturados en (c) formado por materiales poliméricos reusables y materiales contaminantes liberados por la trituración y que deben ser eliminados, entra en una etapa d) de separación mecánica por cribado y/o de separación aeráulica por flujo gaseoso. Sin embargo, si bien la liberación por trituración de materiales contaminantes rígidos no crea una situación de separación posterior
- 25 delicada, no sucede lo mismo con los materiales flexibles, en particular las espumas poliméricas que, durante la trituración, se someten a un fenómeno de compresión, es decir, de reducción de volumen. A la salida de la etapa c) de trituración fina, las partículas de espumas comprimidas tienen tendencia a recuperar su volumen inicial por reposo, y desde que se liberan, toman un factor de forma diferente al de los materiales rígidos reusables que son los fragmentos de polímeros finamente pulverizados.
- 30 Además, el flujo de materiales finamente triturados que proviene de la etapa c) del procedimiento de acuerdo con la invención puede manifestar un estado de sequedad variable que, según el flujo de materiales que proviene de la etapa c) sea seco o húmedo, puede tener una incidencia en la etapa d) final del procedimiento de acuerdo con la invención, donde el valor umbral de la tasa de humedad umbral entre el estado seco y el estado húmedo es como
- 35 máximo del 20% en peso.

- En el caso en que el flujo de materiales finamente triturados que proviene de la etapa c) sea relativamente seco, la separación de las diversas fracciones ultraligeras, ligeras y pesadas de este flujo puede ser de tipo aeráulico y puede llevarse a cabo por aspiración y/o soplado en una zona de separación aeráulica que comprende al menos un
- 40 medio de separación aeráulico que funciona por insuflado y/o por aspiración de un flujo gaseoso, incluyendo esta zona una entrada de la mezcla de materiales para separar y tres salidas que permiten la extracción de una fracción de materiales poliméricos ultraligeros y/o expandidos para eliminar, de una fracción que consiste en materiales pesados contaminantes para su eliminación y de una fracción formada por materiales poliméricos para su valorización. Esta última fracción constituye el flujo de materiales reusables preconcentrado y preseleccionado
- 45 resultante del procedimiento de acuerdo con la invención, que contiene preferentemente aproximadamente al menos el 85% en peso de materiales reusables y como máximo el 15% en peso de materiales contaminantes.

- En el caso en que la zona de separación aeráulica de la etapa d) del procedimiento de acuerdo con la invención incluye un único medio de separación aeráulico, este medio de separación incluye en sí mismo al menos dos zonas
- 50 específicas de separación de los materiales para separar. Una de las zonas específicas de separación aeráulica es la zona que permite simultáneamente la alimentación con materiales para separar cuyo flujo de entrada se somete en el curso de su introducción en dicha zona a una separación aeráulica precoz y a una salida inmediata del medio de separación por flujo gaseoso de la fracción de materiales ultraligeros para eliminar. La otra zona específica de separación aeráulica, provista de una superficie de cribado y sometida igualmente a un flujo gaseoso, trata la mezcla
- 55 de fracciones de materiales pesados y contaminantes y materiales reusables que provienen de la primera zona específica, donde el flujo gaseoso separa y arrastra hacia una salida del separador aeráulico la fracción de materiales reusables, mientras que la fracción de materiales pesados contaminantes se separa de la fracción reusable por gravedad y es eliminada del medio de separación aeráulico por una salida apropiada. Dicho medio de separación aeráulico o separador aeráulico de dos zonas específicas de separación puede seleccionarse de entre el

grupo constituido por los separadores-limpiadores-calibradores modulares que incluye cribas y una doble aspiración: un separador aeráulico de este tipo es el comercializado, por ejemplo, por la empresa WESTRUP.

5 En el caso en que la zona de separación aeráulica de la etapa d) del procedimiento de acuerdo con la invención está compuesta por dos medios de separación aeráulicos, dichos medios de separación son montados en serie a continuación de tal manera que una salida de al menos las fracciones de materiales contaminantes ultraligeros y/o expandidos y pesados se encuentra en el primer medio de separación aeráulico.

10 De acuerdo con una variante relativa a la presencia de dos medios de separación aeráulicos por flujo gaseoso en la zona de separación aeráulica, el primer medio de separación aeráulico que recibe el flujo de entrada de materiales para separar en fracciones de materiales contaminantes y reusables que provienen de la etapa c) trata este flujo en dos fracciones, de manera que la fracción de materiales ultraligeros es extraída por la parte superior del primer medio de separación aeráulico, mientras que una mezcla de fracciones de materiales pesados contaminantes y materiales para valorización es extraída por la parte baja de dicho medio de separación aeráulico. Esta mezcla de
15 fracciones de materiales pesados contaminantes y materiales para valorización se introduce en el segundo medio de separación aeráulico, siendo la fracción de materiales pesados contaminantes eliminada por la parte baja del segundo medio de separación aeráulico mientras que la fracción de materiales para valorización se extrae de la etapa d) y puede someterse todavía a una etapa suplementaria de eliminación de materiales contaminantes.

20 De acuerdo con otra variante relativa a la presencia de dos medios de separación aeráulicos con flujo gaseoso en la zona de separación aeráulica, el primer medio de separación que recibe el flujo de entrada de materiales para separar en fracciones de materiales contaminantes y reusables que provienen de la etapa c) trata el flujo en dos fracciones de manera que la fracción de materiales pesados contaminantes es extraída por la parte baja de dicho medio de separación aeráulico mientras que una mezcla de fracciones de materiales ultraligeros contaminantes y
25 materiales reusables es extraída por la parte superior del primer medio de separación aeráulico. Esta mezcla de fracciones de materiales ultraligeros contaminantes y de materiales reusables se introduce en el segundo medio de separación aeráulico, siendo la fracción de materiales ultraligeros contaminantes eliminada por la parte superior del segundo medio de separación aeráulico, mientras que la fracción de materiales reusables se extrae por la parte inferior de dicho medio de separación.

30 Ya se usen uno o varios medios de separación aeráulicos, en la etapa d) del procedimiento de acuerdo con la invención, la fracción de materiales ultraligeros contaminantes extraída de la zona de separación aeráulica puede someterse a una etapa suplementaria de separación por cribado de acuerdo con su mayor dimensión y/o su factor de forma para realizar la separación de una fracción formada por materiales de dimensiones inferiores a la de la
35 malla de la criba tales como polvos de polímeros, residuos de hilos y/o de películas y/o de tejidos, pequeños volúmenes de espumas y para recuperar todos los copos de espumas que no pueden pasar a través de las mallas de la criba y valorizarlos por una operación apropiada tal como una glucólisis, aglomeración mecánica con adición de un ligador o una trituración criogénica para producir cargas (relleno) orgánicas destinadas a ser introducidas en artículos preparados por medio de polímeros termoplásticos o termoendurecibles.

40 En el caso en que el flujo de materiales finamente triturados que proviene de la etapa c) es relativamente húmedo, es decir, que contiene más del 20% en peso de agua, la separación mecánica por cribado dimensional y/o factor de forma puede realizarse por medio de un dispositivo que incluye un medio de cribado tal como una rejilla de malla calibrada de separación, adaptada a los materiales de los que se pretende su separación y más en particular a la
45 forma de los fragmentos reusables.

Un medio de cribado adaptado a la realización de la etapa de separación puede seleccionarse de entre los dispositivos provistos de un tambor rotatorio de mallas calibradas o provistos de una rejilla vibrante de mallas calibradas o de cualquier otro dispositivo provisto de un medio de separación calibrado: la mayor dimensión de la
50 malla calibrada es generalmente de 30 mm como máximo y está comprendida preferentemente entre 1 mm y 10 mm.

Durante la realización de la etapa d), una separación mecánica por cribado calibrado puede realizarse por medio de un dispositivo de mallas calibradas, por ejemplo, de rejilla vibrante o de superficie de separación cilíndrica tal como
55 un «trómel» (tambor) en rotación, de eje de revolución ligeramente inclinado, estando formada la malla calibrada de la superficie destinada a la separación por barras dispuestas de acuerdo con generatrices y que se apoyan en estructuras circulares coaxiales en el eje de revolución de dicha superficie: la malla calibrada se define por el espacio libre delimitado por dos barras y dos estructuras circulares contiguas de manera que:

✓ sólo las fracciones de polímeros reusables que se presentan en forma de plaquetas pasan a este espacio libre arrastrando el mínimo de materiales contaminantes cuya mayor dimensión es inferior a la distancia de dos barras, donde estos materiales contaminantes son espumas, fragmentos de madera y otros,

5 ✓ las fracciones de materiales contaminantes de factor de forma diferente del o de los de las fracciones poliméricas reusables o incluso cuya mayor dimensión es al menos igual a la distancia entre dos barras, son retenidas por la malla de clasificación que constituye las barras y las estructuras anulares citadas anteriormente: estos materiales contaminantes así eliminados son esencialmente espumas, residuos de madera, caucho alveolar y otros materiales.

10 Esta etapa de separación mecánica por cribado y/o factor de forma permite la eliminación de una fracción importante de espumas poliméricas y otros materiales contaminantes tales como películas e hilos de polímeros y fragmentos de madera, al menos en parte.

A la salida de esta separación mecánica por cribado y/o aerúlica (d), la fracción (b1) de materiales poliméricos reusables preconcentrados y preseleccionados extraída de la etapa (d) entra en la etapa (e) del procedimiento de acuerdo con la invención.

La fracción (b2) de densidad comprendida entre 1,1 y d_s (excluido el límite inferior) que proviene de la etapa (b), que contiene materiales poliméricos usados reusables y materiales contaminantes que constituye otro grupo de polímeros usados reusables preconcentrado y preseleccionado para su valorización, puede someterse a la misma trituración fina de la etapa (c) que la fracción (b1) y después a la salida de la etapa (c) al mismo tratamiento de separación de materiales poliméricos reusables y materiales contaminantes liberados por la trituración, en la etapa (d) de separación mecánica por cribado y/o separación aerúlica, entendiéndose que esta fracción (b2) exenta de materiales poliméricos ultraligeros y/o expandidos para eliminar es tratada preferentemente por una separación mecánica por cribado.

A la salida de esta separación mecánica por cribado y/o aerúlica (d), la fracción (b2) de materiales poliméricos reusables preconcentrados y preseleccionados extraída de la etapa (d) puede pasar a la etapa (e) del procedimiento de acuerdo con la invención o entrar directamente en la etapa (f) en razón del intervalo de densidad 1,1 a d_s de dichos materiales.

Etapa e) del procedimiento de acuerdo con la invención

El flujo (b1) de materiales de densidad $d_{(b1)} \leq 1,1$, después de la trituración en la etapa (c) y separación mecánica y/o aerúlica en la etapa (d), que se ha desprovisto de las espumas poliméricas y al menos en parte de otros materiales contaminantes, se somete en la etapa (e) a un remojo con agua, por aspersion o por inmersión en baños fuertemente mezclados o no o por cualquier otro medio, con el fin de aumentar la densidad del contaminante de tipo «madera» y poder eliminarlo en la etapa (f) siguiente.

40 El flujo (b2) de materiales de densidad $d_{(b2)}$ comprendida en el intervalo $[1,100 - d_s]$ después de trituración en la etapa (c) y separación mecánica o aerúlica en la etapa (d) puede someterse a la etapa (e) de remojo si bien puede pasar, en su caso, directamente de la etapa (d) a la etapa (f) en la que dicho flujo se libera de la presencia del contaminante de tipo «madera».

45 Etapa f) del procedimiento de acuerdo con la invención

La etapa (f) recibe la totalidad del flujo de materiales que proviene de la etapa (e).

Esta etapa (f) del procedimiento de acuerdo con la invención es una etapa de separación por densidad en un medio hidráulico cuya densidad está ajustada en el valor de 1,100 que asegura la separación de una fracción (f1) sobrenadante que contiene materiales poliméricos preconcentrados y preseleccionados y materiales contaminantes cuyas densidades están comprendidas en el intervalo $[0,850 < d_{(f1)} \leq 1,100]$ y una fracción (f2) de decantación que contiene el contaminante de tipo «madera» densificada.

55 A la salida de esta etapa de separación (f) en medio hidráulico, la fracción de materiales poliméricos reusables (f) extraída del procedimiento de tratamiento de acuerdo con la invención constituye una fracción preconcentrada y preseleccionada de materiales reusables que alcanza preferentemente al menos el 85% en peso de polímeros de síntesis reciclados para su valorización.

El procedimiento de acuerdo con la invención se usa para actuar simultáneamente en una mezcla de materiales resultante de la destrucción por trituración de productos de consumo duraderos en fase de fin de vida con una preconcentración y una preselección de materiales poliméricos usados reusables por reciclado.

5 El procedimiento de preconcentración y de preselección simultáneas de acuerdo con la invención de al menos un grupo de materiales poliméricos usados, de composiciones diversas, en mezcla entre sí y con materiales contaminantes está adaptado absolutamente a todos los sistemas de destrucción por trituración de productos de consumo duraderos llegados a la fase de fin de vida tales como, por ejemplo, automóviles, material de electrodomésticos y material informático.

10 Finalmente, el procedimiento de acuerdo con la invención puede usarse en primer lugar en la preconcentración y la preselección de materiales poliméricos usados para reciclar en el campo de la plásturgia, pero también para la alimentación de procedimientos de separación muy selectivos que conducen a la extracción de flujo de materiales poliméricos que pueden reciclarse, convertidos en homogéneos por su composición.

15 La invención se comprenderá mejor a través de un ejemplo citado a título ilustrativo y al esquema representativo (de acuerdo con la figura) de la preconcentración y la preselección simultáneas de polímeros usados que pueden reciclarse.

20 **Ejemplo (de acuerdo con la figura)**

De acuerdo con el procedimiento de la invención se ha tratado un flujo de entrada fragmentado de un resto de trituración de automóviles en fase de fin de vida cuyas partes de metales ferrosos se han eliminado con anterioridad.

25 Este flujo de alimentación del procedimiento de acuerdo con la invención cuya velocidad es de 20 T/h contiene materiales poliméricos, minerales arenosos, metales no ferrosos, madera, que se criba en la malla de 10/12 mm y se somete a aspiración para eliminar los materiales muy ligeros tales como las espumas y los minerales arenosos.

Este flujo constituye el flujo de entrada en el procedimiento de acuerdo con la invención.

30 De acuerdo con la etapa (a) del procedimiento, el flujo de alimentación entra en un medio hidráulico de separación, cuya densidad d_s está ajustada a 1,400. Esta densidad $d_s = 1,400$ constituye el límite de densidad superior « d_{\max} » elegido para un grupo de polímeros usados reusables que comprende poliolefinas, algunas de ellas cargadas con talco, poliestireno, ABS, poliamidas, PVC y otros polímeros y copolímeros y materiales contaminantes.

35 La fracción sobrenadante (a1) de densidad máxima 1,400, está formada por poliolefinas cargadas o no (PP, PEBD, PEHD), de poliestireno (PS), ABS, poliamidas (PA) aminoplastos, policarbonato (PC), PET amorfos y cristalinos, fenoplastos, PVC plastificados y PVC rígidos de etileno-acetato de vinilo (EVA), copolímeros de etileno-propileno, caucho de etileno-propileno (EPR), monómero de etileno-propileno-dieno (EPDM), polimetilos-metacrilatos (PMMA)
40 de $d = 1,18$, poliuretanos (PU) cargados o no. Esta fracción sobrenadante (a1) representa una masa del orden de 8 T/h.

La fracción de decantación (a2) de densidad superior a 1,400 contiene igualmente materiales poliméricos, entre ellos esencialmente PVC cargados y materiales contaminantes para eliminar. Una vez recogida esta fracción de
45 decantación (a2) puede someterse a un tratamiento de separación que permite recuperar materiales poliméricos presentes en esta fracción, es decir, PVC cargado. Esta fracción de decantación (a2) representa una masa del orden de 12 T/h.

De acuerdo con la etapa (b) del procedimiento:

50 La fracción sobrenadante (a1) que proviene de la etapa (a) entra en esta etapa de separación (b) donde se trata por medio de un medio de separación hidráulica de densidad ajustada a 1,100 en la que produce una fracción sobrenadante (b1) de densidad igual como máximo a 1,100 y una fracción de decantación (b2) de densidad comprendida en [1,100 - 1,400].

55 La fracción sobrenadante (b1) contiene polipropileno (PP: $d = 0,900 - 0,910$), polietileno de baja densidad (PEBD: $d = 0,910 - 0,940$), polietileno de alta densidad (PEHD: $d = 0,940 - 0,960$), poliestireno (PE: 1,040), una parte de poliamidas (1,040 a 1,150), para que la fracción alcance la densidad de 1,100, una parte de ABS (1,060 a 1,120), para que la fracción alcance la densidad 1,100 con la totalidad del polipropileno cargado con el 10% de talco (PP:

10% de talco: 0,970) y la totalidad del polipropileno cargado con el 20% de talco (PP: 20% de talco: 1,040). Esta fracción sobrenadante representa una masa del orden de 4 T/h.

La fracción de decantación (b2) de densidad comprendida en [1,100 - 1,400] contiene igualmente materiales
 5 poliméricos usados reusables que son esencialmente el resto de poliamidas (PA: 1,040 - 1,150) para la fracción de densidad superior a 1,100, teniendo el resto de ABS (d: 1,06 a 1,12) una densidad superior a 1,100, la totalidad de aminoplastos (1,40), policarbonato (1,20), PET amorfos o cristalinos (1,300 a 1,400), fenoplastos (1,25 - 1,40), PVC plastificados (1,20 - 1,35), PVC rígidos (1,38 - 1,40), polipropilenos cargados de talco al 30% (1,13) y al 40% (1,24) y materiales contaminantes para eliminar. Una vez recogida esta fracción de decantación (b2) puede someterse a un
 10 tratamiento de separación que permite recuperar los materiales poliméricos usados reusables presentes en esta fracción para obtener tanto un flujo de composición homogéneo como tipos de materiales poliméricos presentes reusables. Esta fracción de decantación (b2) representa una masa del orden de 4 T/h.

De acuerdo con la etapa (c) del procedimiento: la fracción sobrenadante (b1) que proviene de la etapa (b) entra en
 15 esta etapa de trituración (c) para alcanzar al menos la malla de liberación de materiales contaminantes incluidos en los materiales poliméricos usados para su valorización o incluso ensamblados con o adheridos a dichos materiales. La malla de liberación realizada con respecto a la fracción (b1) ha sido de 20 mm a 30 mm.

De acuerdo con la etapa (d) del procedimiento: la fracción (b1) que sale de la etapa de trituración (c) después de
 20 haber sido fragmentada en la malla de liberación entra en esta etapa de separación mecánica donde experimenta primero una separación aeráulica que permite la eliminación de una fracción formada por materiales ligeros de dimensión inferior a la de la malla de liberación realizada durante la etapa de trituración que permite eliminar los polvos de polímeros, los residuos de hilos, películas, tejidos, copos de espumas poliméricas y otros, y después un cribado de factor de forma, de acuerdo con la mayor dimensión de los materiales rígidos reusables que son los
 25 fragmentos de polímeros usados triturados en la malla de liberación citada anteriormente para asegurar la separación de dichos fragmentos de materiales poliméricos reusables que forman una fracción (d1) para su recogida, rica en materiales poliméricos y materiales contaminantes para su eliminación que son espumas poliméricas, residuos de madera, cauchos alveolares y otros. La fracción recogida (d1) después de cribado por clasificación de factor de forma, rica en materiales poliméricos usados reusables, representa una masa del orden de
 30 5 T/h.

La fracción recogida (d2) que comprende en mezcla los materiales ligeros eliminados por separación aeráulica y los materiales contaminantes de factor de forma, diferente de la o las fracciones poliméricas reusables eliminadas durante el cribado, por factor de forma, es eliminada a la salida de la etapa (d): esta fracción (d2) representa una
 35 masa del orden de 0,5 T/h.

De acuerdo con la etapa (e) del procedimiento: la fracción (d1) recogida a la salida de la etapa (d) se somete en esta etapa a remojo con agua para aumentar la densidad del contaminante de tipo «madera» presente todavía en dicha fracción (d1) y poder eliminarlo en la última etapa (f) del procedimiento.
 40

De acuerdo con la etapa (f) del procedimiento: la totalidad de la fracción (d1) que sale de la etapa (e) entra en esta etapa (f) donde es tratada con un medio de separación hidráulica de densidad ajustada a 1,100 en la que produce una fracción sobrenadante (f1) de densidad igual como máximo a 1,100, muy rica en materiales poliméricos usados que pueden reciclarse cuyas densidades están comprendidas en el intervalo [0,850 - 1,100] y una fracción (f2) de
 45 decantación que contiene los restos del contaminante de tipo «madera» densificada que se elimina. La fracción (f1) representa una masa del orden de 4 T/h.

Por consiguiente, de acuerdo con el procedimiento de la invención, a la salida de estas separaciones, ha sido posible formar tres grupos de materiales poliméricos usados de composiciones diversas en mezcla entre si y con
 50 contaminantes por preconcentración y preselección simultáneas, que provienen de la destrucción por trituración de productos de consumo duraderos llegados a la fase de fin de vida, susceptibles de ser reciclados en el campo de la platurgia.

El primer grupo preconcentrado y preseleccionado está formado por la fracción de decantación (a2) cuyas
 55 densidades de componentes reusables son superiores a 1,400 y cuyos componentes esenciales son PVC cargados reusables.

El segundo grupo preconcentrado y preseleccionado está formado por la fracción de decantación (b2) cuyas densidades de componentes reusables están comprendidas en el intervalo [1,100 - 1,400] y cuyos componentes

esenciales son ABS, aminoplastos, policarbonatos, PET amorfos y cristalinos, PVC plastificados y rígidos, polipropilenos cargados con talco (30% - 40%).

5 El tercer grupo preconcentrado y preseleccionado está formado por la fracción sobrenadante (f1) cuyas densidades de componentes reusables están comprendidas en [0,850 - 1,100] y cuyos componentes esenciales son polipropilenos, polietilenos, poliestirenos, poliamidas, ABS, poliolefinas cargadas.

10 Cada uno de los componentes poliméricos de cada grupo puede ser extraído de su grupo, de acuerdo con las fracciones de polímeros usados reciclables homogéneos en composición por el tratamiento de estos grupos por medio de un procedimiento de separación selectivo tal como, por ejemplo, el descrito en la patente europea n° 0.918.606.

15 Así, gracias al procedimiento de acuerdo con la invención, es posible preconcentrar y preseleccionar simultáneamente al menos un grupo de materiales poliméricos usados reusables de composiciones diversas, en mezcla entre sí y con materiales contaminantes, que proviene de la destrucción por trituración de productos de consumo duraderos llegados a la fase de fin de vida, que pueden reciclarse en el campo de la plasturgia.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento de una mezcla de materiales fragmentados compuesta por materiales poliméricos usados reusables que pueden reciclarse en pequeñas cantidades, en el campo de la industria del procesamiento de plásticos y de los materiales contaminantes obtenidos de la trituración de productos de consumo duraderos al final de su vida útil, que consiste simultáneamente en:

- preconcentrar una mezcla de materiales poliméricos usados reusables por eliminación parcial de los materiales contaminantes presentes en la mezcla y
- 10 • preseleccionar en la mezcla de al menos un grupo de materiales poliméricos usados reusables delimitado por un intervalo de densidad $[d_{\text{mini}} - d_{\text{maxi}}]$ que se encuentra comprendido en un intervalo de densidad delimitado por los límites $[0,850 \text{ a } 1,900]$ de la mezcla de materiales fragmentados obtenidos de la trituración de productos de consumo duraderos al final de su vida útil que comprende:

- 15 → una fracción de materiales reusables que son materiales poliméricos sintéticos, de naturaleza y/o de composiciones y/o de factores de forma diversos cuyas densidades se sitúan en el intervalo $[0,850 - 1,900]$,
- fracciones de materiales contaminantes formados por materiales minerales y/o materiales metálicos y/o materiales orgánicos distintos de los materiales poliméricos y/o los materiales poliméricos sintéticos en un estado expandido, en particular espumas,
- 20

incluyendo el procedimiento:

- a) una etapa de separación en un medio hidráulico cuya densidad está ajustada a un valor d_s elegido en un intervalo de densidad, excluido el límite inferior, comprendido entre $[1,100 \text{ y } 1,900]$, donde d_s constituye el límite de densidad superior d_{maxi} elegido para un grupo de polímeros usados reusables para ser preseleccionados, mientras que el límite de densidad inferior d_{mini} de dicho grupo está comprendido entre $[0,850 \text{ y } d_s]$, medio hidráulico en el que se introduce la mezcla de materiales contaminantes y de materiales poliméricos usados reusables preconcentrados y preseleccionados que forman un grupo de polímeros reusables de densidades superiores a d_s , que se separa en una fracción sobrenadante (a1) de densidad máxima d_s y una fracción de decantación (a2), que contiene materiales poliméricos usados reusables y al menos en parte la fracción de materiales contaminantes de la mezcla de materiales fragmentados de densidad superior a d_s , extraída del procedimiento
- 25
- 30

y **caracterizado por que** incluye, en orden:

- 35 b) una etapa de separación de la fracción sobrenadante (a1) que proviene de la etapa a) en un medio hidráulico cuya densidad está ajustada a un valor de 1,100 que produce una fracción sobrenadante (b1) de densidad igual como máximo a 1,100 que consiste en una fracción de materiales poliméricos sintéticos usados ultraligeros y/o expandidos y materiales poliméricos sintéticos usados reusables que se presentan en forma fragmentada así como
- 40 materiales contaminantes y una fracción de decantación (b2) de densidad comprendida entre $[1,100 \text{ y } d_s]$ que contiene materiales poliméricos usados reusables y materiales contaminantes pesados, constituyendo otro grupo de polímeros usados, reusables preconcentrado y preseleccionado, extraído del procedimiento,
- c) una etapa de trituración de la fracción (b1) de los materiales poliméricos reusables que proviene de la etapa b), en la malla de liberación de los materiales contaminantes incluidos, adheridos o ensamblados en los fragmentos de la
- 45 fracción de materiales poliméricos reusables,
- d) una etapa de separación mecánica por un cribado dimensional y/o por factor de forma, o aeráulica de la fracción de materiales poliméricos sintéticos reusables que proviene de la etapa c) de trituración con el fin de eliminar al menos en parte la fracción (d2) de materiales contaminantes liberados durante la trituración y los materiales poliméricos expandidos y extraer la fracción (d1) de materiales reusables que constituye la mezcla deseada,
- 50 preconcentrada y preseleccionada de acuerdo con un grupo de materiales reusables, delimitado por las densidades $d_{\text{mini}} = 0,850$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}} = 1,100$ que contiene todavía contaminantes,
- e) una etapa de remojo de la fracción que proviene de la etapa d) por medio de agua con el fin de aumentar la densidad del contaminante de tipo «madera» presente,
- f) una etapa de separación de la fracción que proviene de la etapa e) en un medio hidráulico cuya densidad está
- 55 ajustada al valor 1,100, que produce una fracción sobrenadante (f1) de materiales poliméricos de síntesis usados reusables, que forma un grupo preconcentrado y preseleccionado de materiales poliméricos de síntesis usados y reusables delimitado por las densidades $d_{\text{mini}} = 0,850$ (excluido el límite inferior) y $d_{\text{maxi}} = 1,100$ que constituye una materia prima para un procedimiento de separación fina de los polímeros presentes de acuerdo con su composición con vistas a su reciclado y una fracción de decantación (f2) destinada a su eliminación que contiene esencialmente

el contaminante de tipo «madera».

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** la fracción (a1) de densidad máxima d_s está formada por una mezcla de «n» grupos de materiales poliméricos homogéneos separables, teniendo cada grupo una densidad propia $[d_{\text{mini}}(n) - d_{\text{maxi}}(n)]$, donde «n» toma valores enteros comprendidos entre 1 y el número de tipo de polímero destinado a su recuperación.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** la fracción (a2) de decantación de la etapa (a) cuyas densidades están comprendidas en el intervalo $[d_s - 1,900]$, se elimina definitivamente.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** la fracción (a2) de decantación de la etapa (a) se somete, independientemente de la fracción (a1), a un tratamiento de valorización por etapas de separación por densidad para recoger los materiales poliméricos usados reusables presentes en dicha fracción cuyas densidades están comprendidas en el intervalo $[d_s - 1,900]$, de acuerdo con los grupos de densidad $[d_{\text{mini}}(n) - d_{\text{maxi}}(n)]$, donde «n» toma valores enteros comprendidos entre 1 y el número de tipo de polímero destinado a su recuperación.
5. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 4 **caracterizado por que** la fracción (b2) de decantación de la etapa (b) cuyas densidades se sitúan en el intervalo $[1,1 - d_s]$ es eliminada.
6. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 4 **caracterizado por que** la fracción (b2) de decantación se somete, independientemente de la fracción (b1), a un tratamiento de valorización por etapas de separación por densidad para recoger los materiales poliméricos usados reusables presentes en dicha fracción cuyas densidades están comprendidas en el intervalo $[1,1 - d_s]$, de acuerdo con los grupos de densidad $[d_{\text{mini}}(n) - d_{\text{maxi}}(n)]$, donde «n» toma valores enteros comprendidos entre 1 y el número de tipo de polímero destinado a su recuperación.
7. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 6 **caracterizado por que** la densidad d_s proporcionada al medio hidráulico de separación de la etapa (a) se elige preferentemente en el intervalo $[1,100 - 1,500]$.
8. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 7 **caracterizado por que** el medio hidráulico de separación, para una densidad d_s elegida como umbral de separación en un intervalo de densidad comprendido en $[1,1 - 1,9]$ está formado por agua y compuestos minerales solubles en agua y/o compuestos minerales insolubles o débilmente solubles en agua, de muy baja dimensión granulométrica, puestos en suspensión en cantidad exactamente controlada para alcanzar exactamente el valor elegido como umbral de separación para la densidad d_s .
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 **caracterizado por que** los compuestos minerales solubles son preferentemente sales de sodio, de potasio o de magnesio.
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 **caracterizado por que** los compuestos minerales insolubles o débilmente solubles en agua son arcillas pulverulentas o carbonato de calcio pulverulento.
11. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 8 y 10 **caracterizado por que** la curva granulométrica de las partículas de los compuestos minerales insolubles o muy poco solubles está comprendida en el intervalo $[0 \mu\text{m} - 5 \mu\text{m}]$.
12. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 8, 10 y 11 **caracterizado por que** el diámetro medio de las partículas de los compuestos minerales insolubles o muy poco solubles, está comprendido en el intervalo $[0 \mu\text{m} - 1 \mu\text{m}]$.
13. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 12 **caracterizado por que** la malla de liberación de materiales contaminantes por fragmentación fina se elige de manera que produzca partículas de polímeros reusables que tengan su mayor dimensión entre 5 y 50 mm y comprendida preferentemente entre 20 mm y 30 mm.
14. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 13 **caracterizado por que** la

separación mecánica por cribado y/o factor de forma se realiza de acuerdo con una malla de cribado cuya mayor dimensión es como máximo de 30 mm y está comprendida preferentemente entre 1 mm y 10 mm.

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14 **caracterizado por que** la separación mecánica por 5 cribado y/o factor de forma se realiza en un dispositivo de mallas calibradas de separación elegido en el grupo constituido por los dispositivos de rejillas vibratorias o de superficie de separación cilíndrica en rotación, con un eje de revolución ligeramente inclinado.

16. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 13 **caracterizado por que** la 10 separación aerúlica se efectúa por aspiración y/o soplado en una zona de separación que incluye un único medio de separación aerúlico, comprendiendo este medio de separación en sí al menos dos zonas específicas de separación de materiales para separar, siendo la primera de las zonas específicas de separación aerúlica la zona que permite simultáneamente la alimentación de materiales para separar cuyo flujo de entrada está sometido en el curso de su introducción en dicha zona a una separación aerúlica precoz y a una salida inmediata del medio de 15 separación por flujo gaseoso de la fracción de materiales ultraligeros para eliminar, y donde la otra zona específica de separación aerúlica, provista de una superficie de cribado y sometida igualmente a un flujo gaseoso, trata la mezcla de fracciones de materiales pesados y contaminantes y materiales reusables que provienen de la primera zona específica, separando el flujo gaseoso y arrastrando hacia una salida del separador aerúlico la fracción de materiales reusables, mientras que la fracción de materiales pesados contaminantes se separa de la fracción 20 reusable por gravedad y es eliminada del medio de separación aerúlico a través de una salida apropiada.

17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado por que** el medio de separación aerúlico de dos zonas específicas de separación se selecciona de entre el grupo constituido por los separadores- 25 limpiadores-calibradores modulares que incluyen cribas y una doble aspiración.

18. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 16 **caracterizado por que** los 30 materiales reusables que provienen de la etapa c) se someten a una separación aerúlica, por aspiración o soplado en dos medios de separación aerúlicos montados en serie.

19. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18, **caracterizado por que** el primer medio de 35 separación aerúlico recibe el flujo de entrada de materiales para separar en fracciones de materiales contaminantes y reusables que provienen de la etapa c) trata este flujo en dos fracciones, de manera que la fracción de materiales ultraligeros es extraída por la parte superior del primer medio de separación aerúlico, mientras una mezcla de las fracciones de materiales pesados contaminantes y de materiales reusables se extrae por la parte baja de dicho medio de separación aerúlico y porque dicha mezcla se introduce en el segundo medio de separación aerúlico, eliminándose la fracción de materiales pesados contaminantes por la parte baja del segundo medio de separación aerúlico mientras que la fracción de materiales para valorización se extrae de la etapa d).

20. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18, **caracterizado por que** el primer medio de 40 separación aerúlico recibe el flujo de entrada de materiales para separar en fracciones de materiales contaminantes y reusables que provienen de la etapa c) trata el flujo en dos fracciones de manera que la fracción de materiales pesados contaminantes es extraída por la parte baja de dicho medio de separación aerúlico mientras que una mezcla de las fracciones de materiales ultraligeros contaminantes y de materiales reusables se extrae por la parte superior del primer medio de separación aerúlico, introduciéndose dicha mezcla en el segundo medio de 45 separación aerúlico, eliminándose la fracción de materiales ultraligeros contaminantes por la parte superior del segundo medio de separación aerúlico, mientras que la fracción de materiales reusables se extrae por la parte inferior de dicho medio de separación aerúlico.

21. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 20 **caracterizado por que** la 50 fracción de materiales ultraligeros contaminantes extraída de la zona de separación aerúlica se somete a una etapa adicional de separación por cribado de acuerdo con su mayor dimensión y/o su factor de forma para realizar la separación de una fracción formada por materiales de dimensiones inferiores a la de la malla de la criba de manera que los polvos de polímeros, los residuos de hilos y/o de películas y/o de tejidos y los pequeños volúmenes de espumas y para recuperar todos los copos de espumas no pueden pasar a través de las mallas de la criba y 55 valorizarlos por medio de una operación apropiada.

22. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado por que** las fracciones preconcentradas y preseleccionadas de materiales poliméricos usados para reciclar en el campo de la industria del procesamiento de plásticos se usan para alimentar procedimientos de separación selectivos que

permiten la extracción de flujo de materiales poliméricos que pueden reciclarse, convertidos en homogéneos por su composición.

