

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 573**

51 Int. Cl.:

D06F 58/02 (2006.01)

D06F 35/00 (2006.01)

D06F 37/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2014 PCT/GB2014/050856**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14147391**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2014 E 14712724 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 2976453**

54 Título: **Nuevo aparato y método de limpieza**

30 Prioridad:

20.03.2013 GB 201305122

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

18.02.2021

73 Titular/es:

**XEROS LIMITED (100.0%)
Unit 14, Advanced Manufacturing Park, Whittle
Way, Catcliffe
Rotherham, South Yorkshire S60 5BL, GB**

72 Inventor/es:

**WELLS, SIMON PAUL y
JONES, GARETH EVAN LYN**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 806 573 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

Nuevo aparato y método de limpieza

5 **Campo de la invención**

[0001] La presente invención se refiere a un aparato para el tratamiento de sustratos, específicamente fibras textiles y telas, mediante el uso de un sistema que comprende material particulado sólido. Más específicamente, la invención se refiere a un aparato que proporciona el uso de dicho material particulado sólido en un sistema adaptado para optimizar la interacción mecánica entre dicho material particulado y sustratos, y para facilitar la fácil eliminación de dicho material particulado de dichos sustratos después de la finalización del tratamiento y su posterior almacenamiento dentro del aparato, lo que facilita su reutilización para operaciones posteriores. La presente invención también se refiere a un método para usar dicho aparato para tratar un sustrato.

15 **Antecedentes de la invención**

[0002] Los procesos de limpieza acuosa son un pilar del lavado de tejidos textiles tanto domésticos como industriales. Suponiendo que se alcanza el nivel deseado de limpieza, la eficacia de tales procesos generalmente se caracteriza por sus niveles de consumo de energía, agua y detergente. En general, cuanto menores son los requisitos con respecto a estos tres componentes, más eficiente se considera el proceso de lavado. El efecto corriente abajo del consumo reducido de agua y detergente también es significativo, ya que esto minimiza la necesidad de eliminar el efluente acuoso, que es extremadamente costoso y perjudicial para el medio ambiente.

[0003] Tales procesos de lavado, ya sea que involucren lavadoras domésticas o sus equivalentes industriales (generalmente denominados extractores de lavadora) implican una inmersión acuosa de telas seguida de suspensión de suciedad, eliminación de suciedad acuosa y enjuague con agua. En general, cuanto mayor sea el nivel de energía (o temperatura), agua y detergente que se utiliza, mejor será la limpieza. Sin embargo, un problema importante se refiere al consumo de agua, ya que establece los requisitos de energía (para calentar el agua de lavado) y la dosis de detergente (para lograr la concentración de detergente deseada). Además, el nivel de uso de agua define la acción mecánica del proceso en la tela, que es otro parámetro de rendimiento significativo; esta es la agitación de la superficie de la tela durante el lavado, que desempeña un papel clave en la liberación de tierra incrustada. En procesos acuosos, dicha acción mecánica es proporcionada por el nivel de uso del agua en combinación con el diseño del tambor para cualquier lavadora en particular. En términos generales, se encuentra que cuanto mayor sea el nivel de agua en el tambor, mejor será la acción mecánica. Por lo tanto, existe una dicotomía creada por el deseo de mejorar la eficiencia general del proceso (es decir, la reducción del consumo de energía, agua y detergente) y la necesidad de una acción mecánica eficiente en el lavado. Para el lavado doméstico en particular, existen estándares definidos de rendimiento de lavado específicamente diseñados para desalentar el uso de tales niveles más altos de agua en la práctica, además de las obvias penalizaciones de costos asociadas con dicho uso.

[0004] Las lavadoras domésticas eficientes actuales han hecho avances significativos para minimizar sus consumos de energía, agua y detergente. La Directiva de la UE 92/75/CEE establece un estándar que define el consumo de energía de la lavadora en kWh/ciclo (ajuste de algodón a 60°C), de tal manera que una lavadora doméstica eficiente típicamente consumirá <0,19 kWh/kg de carga de lavado para obtener una calificación 'A'. Si también se considera el consumo de agua, las máquinas con calificación 'A' usan <9,7 litros/kg de carga de lavado.

[0005] El sistema más reciente en la UE (derivado del Reglamento Delegado 1061/2010 de la Comisión, introducido a partir del 20 de diciembre de 2011), sin embargo, ha visto un cambio a un nuevo sistema de clasificación para lavadoras domésticas. Esto considera el consumo anual de energía y agua, y deriva un índice de eficiencia energética (IEE) basado en un conjunto semanal definido de ciclos de lavado (3 de 60°C a plena carga, 2 de 60°C a media carga y 2 de 40°C a media carga). El consumo total de energía de estos lavados (más los valores ponderados para los consumos de energía en modo apagado y en modo encendido) se promedia a una cifra diaria (por división por 7). La cifra resultante se multiplica por 220, el número promedio supuesto de lavados por año, para calcular el consumo anual de energía (AEc) en kWh. El IEE se calcula dividiendo el AEc por un consumo de energía anual estándar (SAEc = $[47 \times c] + 51,7$), donde c es la capacidad de carga de lavado de la máquina. Un valor de IEE < 46 da como resultado una calificación de eficiencia energética A+++ . Se toma un enfoque similar con el consumo de agua para llegar al AWC (el consumo de agua para el mismo conjunto semanal de ciclos de lavado, promediado para el consumo diario y anualizado). Sin embargo, este valor simplemente se muestra como un consumo anual en litros/año.

[0006] La dosificación de detergente se basa en las recomendaciones del fabricante, pero, de nuevo, en el mercado nacional, para una formulación líquida concentrada, una cifra de 35 ml (o 37 g) para una carga de lavado de 4-6 kg en agua de dureza suave y media, es típico aumentar a 52 ml (o 55 g) para una carga de lavado de 6-8 kg (o en agua dura o para artículos muy sucios) (ver, p. ej., las instrucciones de dosificación del paquete Unilever para Persil® Small & Mighty). Por lo tanto, para una carga de lavado de 4-6 kg en dureza de agua suave/media, esto equivale a una dosis de detergente de 7,4-9,2 g/kg mientras que, para una carga de lavado de 6-8 kg (o en agua dura o para artículos muy sucios), el rango es 6,9-9,2 g/kg.

5 **[0007]** Los consumos de energía, agua y detergentes en el proceso de lavado industrial (extractores de lavadora) son considerablemente diferentes, sin embargo, y los usos de los tres recursos están menos restringidos, ya que estos son factores principales para reducir el tiempo del ciclo, que es, por supuesto, más de consideración que en el caso de los procesos internos. Para un extractor de lavadora industrial típico (25 kg de carga de lavado nominal y superior), el consumo de energía es >0,30 kWh/kg, el uso de agua es de ~20 litros/kg y el detergente se dosifica mucho más que el lavado doméstico. El nivel exacto de detergente utilizado dependerá de la cantidad de suciedad, pero un rango de 18-70 g/kg es representativo.

10 **[0008]** Por lo tanto, se puede deducir de la discusión anterior que son los niveles de rendimiento en el sector doméstico los que establecen el estándar más alto para un proceso eficiente de lavado de telas, y que estos son: un consumo de energía de <0,19 kWh/kg o un IEE de <46, un uso de agua de <9,7 litros/kg y una dosis de detergente de aproximadamente 8,0 g/kg (8,5 ml/kg). Sin embargo, como se observó anteriormente, cada vez es más difícil reducir los niveles de agua (y, por lo tanto, de energía y detergente) en un proceso puramente acuoso, debido al requisito mínimo de humedecer completamente la tela, la necesidad de proporcionar suficiente exceso de agua para suspender la suciedad eliminada en un licor acuoso y, finalmente, la necesidad de enjuagar la tela.

15 **[0009]** El calentamiento del agua de lavado es entonces el uso principal de energía, y a menudo se hace necesario un nivel mínimo de detergente para mejorar el rendimiento de limpieza. Los medios para mejorar la acción mecánica sin aumentar el nivel de agua utilizado, por lo tanto, harían que cualquier proceso de lavado acuoso sea significativamente más eficiente (es decir, produciría mayores reducciones en el consumo de energía, agua y detergente). Cabe señalar que la acción mecánica en sí misma tiene un efecto directo sobre el nivel de detergente, ya que cuanto mayor es el nivel de eliminación de suciedad que se logra mediante la fuerza física, menos se requiere de la química del detergente. Sin embargo, aumentar la acción mecánica en un proceso de lavado puramente acuoso tiene ciertos inconvenientes asociados. El arrugamiento de la tela ocurre fácilmente en tales procesos, y esto actúa para concentrar las tensiones de la acción mecánica en cada arruga, resultando en daños localizados en la tela. La prevención de tales daños en la tela (es decir, el cuidado de la tela) es una preocupación principal para el consumidor doméstico y el usuario industrial.

20 **[0010]** A la luz de estos desafíos que están asociados con los procesos de lavado acuoso, los presentes inventores han ideado previamente un nuevo enfoque del problema, que permite superar las deficiencias demostradas por los métodos de la técnica anterior. El método que se proporciona elimina el requisito del uso de grandes volúmenes de agua, pero aún es capaz de proporcionar un medio eficiente de limpieza y eliminación de manchas, al tiempo que proporciona beneficios económicos y ambientales.

25 **[0011]** Por lo tanto, en el documento WO-A-2007/128962 se describe un método y una formulación para limpiar un sustrato sucio, comprendiendo el método el tratamiento del sustrato humedecido con una formulación que comprende una multiplicidad de partículas poliméricas, en donde la formulación es libre de disolventes orgánicos. Preferiblemente, el sustrato se humedece para lograr una relación de sustrato a agua de entre 1:0,1 a 1:5 p/p, y opcionalmente, la formulación comprende adicionalmente al menos un material de limpieza, que típicamente comprende un tensioactivo, que lo más preferiblemente tiene propiedades detergentes. En realizaciones preferidas, el sustrato comprende una fibra textil y las partículas poliméricas pueden, p. ej., comprender partículas de poliamidas, poliésteres, polialquenos, poliuretanos o sus copolímeros, pero lo más preferiblemente están en forma de perlas de nylon.

30 **[0012]** El uso de este método de limpieza a base de partículas, sin embargo, presenta un requisito para que las partículas de limpieza se separen eficientemente del sustrato limpio al final de la operación de limpieza, y este problema se aborda en el documento WO-A-2010/094959, que proporciona un diseño novedoso de aparatos de limpieza que requiere el uso de dos tambores internos capaces de rotación independiente, y que encuentra aplicación en procesos de limpieza tanto industriales como domésticos.

35 **[0013]** En el documento WO-A-2011/064581, se proporciona un aparato adicional que facilita la separación eficiente de las partículas de limpieza del sustrato limpio al final de la operación de limpieza, y que comprende un tambor perforado y un revestimiento exterior extraíble del tambor que está adaptado para evitar la entrada o salida de fluidos y partículas sólidas desde el interior del tambor, el método de limpieza requiere la fijación de la piel exterior al tambor durante un ciclo de lavado, después de lo cual se retira la piel antes de operar una separación ciclo para eliminar las partículas de limpieza, después de lo cual el sustrato limpio se retira del tambor.

40 **[0014]** En un desarrollo adicional del aparato del documento WO-A-2011/064581, se describe en el documento WO-A-2011/098815 un proceso y un aparato que proporciona la circulación continua de las partículas de limpieza durante el proceso de limpieza, y de ese modo prescinde del requisito para la provisión de una piel externa.

45 **[0015]** En el documento WO-A-2012/056252, el método de limpieza a base de partículas poliméricas, y la separación de dichas partículas de limpieza del sustrato limpio, se mejoran aún más mediante un control cuidadoso del tamaño, la forma y la densidad de las partículas poliméricas, así como parámetros de proceso. Se logra un proceso de limpieza que facilita un excelente rendimiento de limpieza a temperaturas de limpieza sorprendentemente bajas (es decir, baja energía) y con niveles reducidos de detergentes añadidos, al tiempo que mantiene el bajo consumo de agua original.

[0016] En un desarrollo adicional del método de limpieza del documento WO-A-2012/056252, se ha desarrollado un proceso que cumple con los objetivos discutidos anteriormente para ahorros en consumo de energía, uso de agua y dosificación de detergente, al tiempo que facilita el daño localizado reducido de la tela en el sustrato lavado en virtud de la mayor uniformidad de la acción mecánica de las partículas con la superficie de la tela. Por lo tanto, en el documento WO-A-2012/095677, se describe un método para la limpieza de un sustrato sucio que permite el uso de partículas de limpieza no poliméricas, y comprende tratar el sustrato con partículas no poliméricas y agua de lavado en un aparato que comprende un tambor que comprende paredes laterales perforadas, en donde el material de limpieza sólido en partículas puede comprender una multiplicidad de partículas poliméricas y no poliméricas. Por lo tanto, se ha establecido que el uso de ciertas partículas no poliméricas puede mejorar la acción mecánica en el proceso de lavado de manera que, más particularmente en combinación con partículas poliméricas, se obtenga un sorprendente beneficio en el rendimiento general de limpieza.

[0017] Los aparatos y métodos descritos en los documentos anteriores de la técnica anterior han tenido un gran éxito al proporcionar un medio eficiente de limpieza y eliminación de manchas que también produce importantes beneficios económicos y medioambientales.

[0018] Incluso en vista de los avances mencionados anteriormente, todavía existe la necesidad de mejoras adicionales. La presente invención intenta resolver, al menos en parte, uno o más de los siguientes problemas, que incluyen: (i) mantener la cantidad requerida de material sólido en partículas en la jaula durante la limpieza, (ii) separación eficiente del material sólido en partículas después del pasos de limpieza, (iii) mantenimiento o mejora del rendimiento de limpieza, (iv) mantenimiento o mejora del cuidado de la tela, (v) mantenimiento o mejora de la eficiencia de limpieza por kg de sustrato seco, (vi) almacenamiento del material sólido en partículas, (vii) uso mejorado de materiales particulados sólidos no poliméricos, (viii) permitiendo el uso de dos tipos diferentes de materiales particulados sólidos y (ix) proporcionando un aparato y método de limpieza más simple y económico. En realizaciones, la presente invención resuelve al menos parcialmente estos problemas usando un aparato que es adecuado para las demandas tanto de limpieza industrial como especialmente doméstica. Dichos aparatos (p. ej., lavadoras) pueden comprender un tambor perforado que está adaptado para permitir la entrada o salida de fluidos desde el interior del tambor, pero en donde las perforaciones son de un tamaño tal que impiden la entrada y salida de partículas sólidas. a través de eso. En consecuencia, la presente invención proporciona un aparato que comprende una jaula cilíndrica montada de forma giratoria y un medio para recoger y almacenar material de limpieza de partículas sólidas en el mismo y un método de limpieza en donde el material de limpieza de partículas sólidas se libera en la carga de lavado durante el ciclo de lavado, y posteriormente se recoge y almacena dentro de la jaula cilíndrica montada de forma giratoria.

Sumario de la invención

[0019] Por lo tanto, de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para uso en el tratamiento de sustratos usando un material particulado sólido, comprendiendo dicho aparato:

- (a) medios de carcasa que han montado en ellos una jaula cilíndrica montada de forma giratoria;
- (b) medios de acceso, que comprenden una puerta con bisagra montada en la carcasa; y
- (c) una multiplicidad de medios de entrega, en donde al menos agua y opcionalmente agentes de limpieza pueden ser introducidos en el aparato,

caracterizado en que dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria comprende adicionalmente medios de almacenamiento, en donde los medios de almacenamiento están adaptados para facilitar el almacenamiento de dicho material particulado sólido y en donde dichos medios de almacenamiento están adaptados para que se pueda controlar el ingreso y salida de fluidos y material particulado sólido mediante la dirección de rotación de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente; en donde dichos medios de almacenamiento comprenden al menos un compartimento que comprende una vía de flujo que facilita el ingreso y la salida de fluidos y material particulado sólido.

[0020] En las realizaciones típicas de la invención, dicho material particulado sólido comprende un material de limpieza particulado sólido.

[0021] En ciertas realizaciones de la invención, dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria comprende un tambor que comprende paredes laterales perforadas, en donde dichas perforaciones comprenden agujeros que tienen un diámetro menor que el de las partículas del material particulado sólido. Típicamente, dichos agujeros tienen un diámetro no mayor de 5,0 mm. Por lo tanto, en dichas realizaciones, dichas perforaciones permiten la entrada y salida de fluidos y materiales particulados finos de menor diámetro que los agujeros, pero están adaptadas para evitar la salida de material en partículas sólidas que tienen un diámetro de partículas mayor de 5,0 mm.

[0022] En realizaciones especialmente típicas de la invención, dichas perforaciones comprenden agujeros que tienen un diámetro de menos de 5,0 mm, más típicamente menos de 3,0 mm. En tales realizaciones, se impide típicamente la entrada y salida de todo el material particulado sólido.

- 5 **[0023]** En realizaciones alternativas de la invención, dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria comprende un tambor que comprende paredes laterales sólidas que no incluyen perforaciones de modo que, en funcionamiento, la entrada y salida de cualquier material desde el interior del tambor solo sea posible a través de dichos medios de almacenamiento.
- [0024]** Dichos medios de almacenamiento comprenden al menos un compartimento que comprende una ruta de flujo que facilita la entrada y salida de fluidos y material particulado sólido.
- 10 **[0025]** En ciertas realizaciones de la invención, dichos medios de almacenamiento comprenden una pluralidad de dichos compartimentos.
- [0026]** En ciertas realizaciones de la invención, dicho compartimento o pluralidad de compartimentos pueden estar ubicados en al menos una superficie interna de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria.
- 15 **[0027]** Las realizaciones de la invención prevén una pluralidad de compartimentos ubicados, típicamente a intervalos equidistantes, en la superficie circunferencial interna de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria.
- [0028]** En realizaciones alternativas de la invención, dicha pluralidad de compartimentos puede estar ubicada en la superficie del extremo interior de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria.
- 20 **[0029]** En algunas realizaciones, dichos medios de almacenamiento están adaptados de modo que la entrada o salida de fluidos y material particulado sólido puede controlarse mediante la dirección de rotación de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria. Por lo tanto, en realizaciones de la invención en las que dichos medios de almacenamiento comprenden al menos un compartimento que comprende una ruta de flujo que facilita la entrada y salida de fluidos y material particulado sólido, dicha entrada y salida depende de dicha dirección de rotación.
- 25 **[0030]** La presente invención también prevé un aparato en donde dichos medios de almacenamiento se adaptan al aparato de la técnica anterior.
- 30 **[0031]** Dichos medios de acceso comprenden típicamente una puerta articulada montada en la carcasa, que puede abrirse para permitir el acceso al interior de la jaula cilíndrica, y que puede cerrarse para proporcionar un sistema sustancialmente sellado. Típicamente, la puerta incluye una ventana. Opcionalmente, dicha puerta también incluye al menos un puerto de adición que facilita la adición de materiales a dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente.
- 35 **[0032]** Dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente puede montarse verticalmente dentro de dichos medios de carcasa pero, más generalmente, está montada horizontalmente dentro de dichos medios de carcasa. En consecuencia, en realizaciones típicas de la invención, dichos medios de acceso están ubicados en la parte frontal del aparato, proporcionando una instalación de carga frontal. Cuando la jaula cilíndrica montada de forma giratoria se monta verticalmente dentro de los medios de carcasa, los medios de acceso se ubican en la parte superior del aparato, proporcionando una instalación de carga superior. Sin embargo, para los fines de la descripción adicional de la presente invención, se supondrá que dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente está montada horizontalmente dentro de dichos medios de carcasa.
- 40 **[0033]** La rotación de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente se efectúa mediante el uso de medios de accionamiento, que típicamente comprenden medios de accionamiento eléctricos, en forma de un motor eléctrico. El funcionamiento de dichos medios de accionamiento se realiza mediante medios de control de accionamiento que pueden ser programados por un operador.
- 45 **[0034]** Dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria es del tamaño que se encuentra en la mayoría de las lavadoras y secadoras disponibles comercialmente, y puede tener una capacidad en el área de 10 a 7000 litros. Las realizaciones particulares de la invención se refieren a lavadoras domésticas en las que una capacidad típica estaría en la región de 30 a 120 litros. Sin embargo, otras realizaciones de la invención se refieren a lavadoras-extractores industriales, en las que son posibles capacidades en cualquier lugar en el intervalo de 120 a 7000 litros. En el contexto de la limpieza de sustratos sucios, un tamaño típico en este rango es el adecuado para una carga de lavado de 50 kg, en donde el tambor tiene un volumen de 450 a 650 litros y, en tales casos, dicha jaula generalmente comprendería un cilindro con un diámetro en la región de 75 a 120 cm, típicamente de 90 a 110 cm, y una longitud de entre 40 y 100 cm, típicamente entre 60 y 90 cm. En general, la jaula tendrá 10 litros de volumen por kg de carga de lavado para limpiar.
- 50 **[0035]** En las realizaciones típicas de la invención, dicho aparato está diseñado para funcionar junto con sustratos sucios y medios de limpieza que comprenden un material particulado sólido, que es más preferiblemente en forma de una multiplicidad de partículas poliméricas o una mezcla de partículas poliméricas y no poliméricas. Preferentemente, se requiere que estas partículas circulen eficientemente para promover una limpieza eficaz y el aparato, por lo tanto, opcionalmente incluye medios de circulación. Por lo tanto, la superficie interna de las paredes laterales cilíndricas de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente comprende típicamente una multiplicidad de protuberancias alargadas
- 55
- 60
- 65

espaciadas fijadas esencialmente perpendicularmente a dicha superficie interna. Típicamente, dicho aparato comprende de 3 a 10, lo más preferiblemente 4, de dichas protuberancias, que comúnmente se denominan levantadores. En funcionamiento, la agitación de los contenidos de la jaula cilíndrica montada giratoriamente es proporcionada por la acción de dichos levantadores en la rotación de dicha jaula.

5 **[0036]** Las realizaciones particulares de la invención prevén un aparato como se definió anteriormente en donde dichos medios de almacenamiento comprenden una pluralidad de compartimentos ubicados a intervalos equidistantes en la superficie circunferencial interna de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente. En dichas realizaciones, dicha pluralidad de compartimentos funciona adicionalmente como una pluralidad de elevadores.

10 **[0037]** Por lo tanto, en dichas realizaciones, dichos levantadores están adaptados para almacenar dicho material particulado sólido y para facilitar el flujo controlado de material particulado sólido entre dicho levantador/medio de almacenamiento y el interior de la jaula cilíndrica. Más típicamente, dicho aparato comprende un compartimento de almacenamiento de longitud esencialmente igual a dicho elevador, y adaptado para proporcionar una ruta de flujo desde el compartimento a través de una abertura en dicho elevador al interior de dicha jaula. Por lo tanto, en funcionamiento, para una dirección de rotación dada de dicha jaula, el material en partículas presente en la superficie interna de dicha jaula ingresa a los levantadores a través de la abertura y se transporta al compartimento alojado en él a través de la ruta de flujo. Para la dirección opuesta de rotación de dicha jaula, el material en partículas sale del compartimento por la misma vía y entra en la jaula. Las dimensiones de las aberturas se seleccionan en línea con las dimensiones del material particulado sólido, para permitir la entrada y salida eficiente del mismo.

15 **[0038]** En realizaciones alternativas de la invención, en donde dicha pluralidad de compartimentos está ubicada en la superficie del extremo interno de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente, dichos compartimentos de almacenamiento están típicamente dispuestos en una matriz circular alrededor del eje central de dicha jaula y cada compartimento tiene áreas de sección transversal relativamente grandes y una profundidad total pequeña, de modo que la disposición de los compartimentos no afecte significativamente el volumen interno de la jaula cilíndrica montada giratoriamente.

20 **[0039]** Dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente está montada dentro de dichos medios de carcasa, que, a su vez, está conectada a características de fontanería estándar, proporcionando así una multiplicidad de medios de suministro, en virtud de los cuales al menos agua y, opcionalmente, se pueden introducir agentes de limpieza tales como tensoactivos en el aparato. Dicho aparato puede comprender adicionalmente medios para hacer circular aire dentro de dichos medios de carcasa, y para ajustar la temperatura y la humedad en el mismo. Dichos medios pueden incluir típicamente, p. ej., un ventilador de recirculación, un calentador de aire, un atomizador de agua y/o un generador de vapor. Además, también se pueden proporcionar medios de detección para determinar, entre otros, los niveles de temperatura y humedad dentro del aparato, y para comunicar esta información a los medios de control del accionamiento.

25 **[0040]** Opcionalmente, dicho aparato comprende un miembro estacionario que está ubicado adyacente a dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria y comprende una multiplicidad de medios de entrega montados sobre la misma, en donde dicha multiplicidad de medios de entrega está adaptada para facilitar la entrega de materiales en dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria.

30 **[0041]** En las realizaciones de la invención, dichos medios de suministro pueden comprender medios de pulverización, típicamente en forma de un cabezal de pulverización, que facilita una mejor distribución de los materiales entregados dentro de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente.

35 **[0042]** En ciertas realizaciones de la invención, dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente se encuentra dentro de una primera cámara superior de dichos medios de carcasa y debajo de dicha primera cámara superior se encuentra una segunda cámara inferior que funciona como un sumidero. En dichas realizaciones, dicho aparato comprende adicionalmente al menos un medio de recirculación, facilitando así la recirculación de fluidos desde dicha cámara inferior a dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente. Típicamente, dichos medios de recirculación comprenden medios de bombeo y conductos que conectan dicha cámara inferior y dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente.

40 **[0043]** En funcionamiento, durante un ciclo típico para la limpieza de un sustrato sucio en un aparato en donde dichos medios de almacenamiento están comprendidos en dichos levantadores, las prendas sucias se colocan primero en dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria. La masa apropiada de material de limpieza de partículas sólidas está contenida dentro de dichos medios de almacenamiento antes de comenzar el ciclo de lavado. Luego, la cantidad necesaria de agua, junto con cualquier agente de limpieza adicional requerido, se agrega a dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente, a través de los medios de suministro o el puerto de adición en los medios de acceso. Estos aditivos pueden, p. ej., mezclarse previamente con agua y opcionalmente calentarse a la temperatura deseada.

45 **[0044]** En ciertas realizaciones de la invención en las que el aparato comprende una cámara inferior, puede ocurrir premezcla y calentamiento en dicha cámara inferior y la introducción de la mezcla en la jaula cilíndrica montada giratoriamente se efectúa por medio de dichos medios de recirculación.

5 [0045] Simultáneamente con la adición de la cantidad necesaria de agua y agente de limpieza al aparato, la jaula cilíndrica montada giratoriamente comienza a girar en una dirección predeterminada. Por lo tanto, por medio de la rotación de la jaula y la gravedad, el material de limpieza de partículas sólidas se mueve en relación con dichos levantadores/compartimentos de almacenamiento a lo largo de las rutas de flujo de tal manera que, para cada rotación de dicha jaula cilíndrica, se dispense un volumen de material de partículas sólidas desde dichos levantadores, las aberturas en los levantadores, en las prendas sucias, hasta el momento en que los compartimentos de almacenamiento se hayan vaciado. Posteriormente, la dirección de rotación de la jaula se mantiene, en su mayor parte, durante la operación de lavado hasta que se completa la limpieza. Sin embargo, en ocasiones durante dicha operación de lavado, la dirección de rotación de la jaula puede invertirse durante cortos períodos de tiempo (típicamente menos de 1 minuto), para mejorar la eficacia del lavado, principalmente desenredando entre sí las prendas sucias.

15 [0046] Después de esto, al finalizar el ciclo de limpieza, la rotación de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente se invierte típicamente. Por lo tanto, por medio de la rotación de la jaula y la gravedad, dicho material particulado sólido se separa de las prendas y entra en los levantadores/medios de almacenamiento, a través de las aberturas en los levantadores, y fluye a lo largo de las rutas de flujo hacia los compartimentos de almacenamiento de modo que, para cada rotación dicha jaula cilíndrica, un volumen de material sólido en partículas se recoge de la jaula en los compartimentos de almacenamiento del elevador. Este proceso continúa hasta el momento en que todo el material sólido en partículas ha sido separado de las prendas y recogido por dichos medios de almacenamiento.

20 [0047] En realizaciones alternativas de la invención, dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria comprende un tambor que comprende paredes laterales perforadas, en donde dichas perforaciones comprenden agujeros que tienen un diámetro no mayor de 5,0 mm. Por lo tanto, en dichas realizaciones, dichas perforaciones permiten la entrada y salida de fluidos y materiales particulados finos, junto con materiales particulados sólidos de menor diámetro que los agujeros, pero están adaptados para evitar la salida de material particulado sólido que comprende partículas de mayor diámetro.

25 [0048] En dichas realizaciones, dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente se encuentra dentro de una primera cámara superior de dichos medios de carcasa y debajo de dicha primera cámara superior se encuentra una segunda cámara inferior que funciona como una cámara de recogida para dicho medio de partículas de mayor diámetro. Típicamente, dicha cámara inferior comprende un sumidero, que típicamente es un sumidero agrandado.

30 [0049] En dichas realizaciones, dicho aparato comprende al menos un medio de recirculación, que facilita la recirculación de dicho material particulado sólido de mayor diámetro desde dicha cámara inferior a dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente, para su reutilización en operaciones de limpieza. Típicamente, dichos primeros medios de recirculación comprenden conductos que conectan dicha segunda cámara y dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente. Más particularmente, dicho conducto comprende medios de separación para separar dicho material particulado sólido del agua y medios de control, adaptados para controlar la entrada de dicho material particulado sólido en dicha jaula cilíndrica.

35 [0050] La recirculación de partículas sólidas desde dicha cámara inferior a dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente se logra mediante el uso de medios de bombeo comprendidos en dichos primeros medios de recirculación, en los que dichos medios de bombeo están adaptados para suministrar dichas partículas sólidas a dichos medios de separación y dichos medios de control, adaptados para controlar la reentrada de dicha materia particulada sólida en dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente.

40 [0051] En las realizaciones de la invención, dicho aparato incluye adicionalmente un segundo medio de recirculación, que permite el retorno del agua separada por dicho medio de separación a dicha cámara inferior, facilitando así la reutilización de dicha agua de una manera beneficiosa para el medio ambiente.

45 [0052] Opcionalmente, dicha cámara inferior comprende medios de bombeo adicionales para promover la circulación y la mezcla de sus contenidos, además de los medios de calentamiento, permitiendo que los contenidos se eleven a una temperatura de operación preferida.

50 [0053] En ciertas realizaciones de la invención, dicho material particulado sólido retenido en dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente comprende el mismo material, pero que tiene un tamaño de partícula diferente al que cae en la cámara inferior. Como consecuencia, es posible reducir el tamaño de la cámara inferior y así simplificar el diseño de la máquina.

55 [0054] En realizaciones alternativas, el material particulado sólido retenido en dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente puede estar compuesto de un material diferente, además de tener un tamaño de partícula diferente al que cae en la cámara inferior. Al realizar operaciones de limpieza, esto tiene la ventaja de permitir el uso de diferentes materiales particulados que demuestran rendimientos de limpieza alternativos y estos pueden usarse de manera colectiva o individual de acuerdo con los tipos de sustrato.

60 [0055] Otras realizaciones de la presente invención permiten el uso de materiales particulados no poliméricos que

5 tienen una densidad que es demasiado alta para permitir la recirculación eficiente desde dicha cámara inferior a dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria, ya que estas partículas pueden retenerse dentro de dicha jaula en los medios de almacenamiento, mientras que los materiales particulados poliméricos pueden caer dentro de dicha cámara inferior desde donde, en vista de su menor densidad, pueden recircularse eficientemente a dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria. Dichas realizaciones proporcionan los beneficios combinados de permitir reducciones en el tamaño de la cámara inferior, simplificando así el diseño de la máquina, y también facilitando el uso de diferentes materiales particulados que demuestran rendimientos de limpieza alternativos, que pueden usarse colectiva o individualmente, más particularmente en operaciones de limpieza, de acuerdo con los tipos de sustrato para mejorar el rendimiento general de limpieza.

10 **[0056]** Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para tratar un sustrato, comprendiendo dicho método el tratamiento del sustrato con una formulación que comprende material particulado sólido, en donde dicho método se lleva a cabo en un aparato de acuerdo con el primer aspecto de la invención. Para métodos en los que el tratamiento es un tratamiento de limpieza, el sustrato puede comprender al menos un sustrato sucio y, en realizaciones típicas, el al menos un sustrato sucio comprende al menos una fibra textil, que preferiblemente está en forma de una prenda. Más particularmente, en ciertas realizaciones de la invención, dicho método comprende la limpieza de un sustrato sucio con una formulación que comprende material de limpieza de partículas sólidas y agua de lavado, en donde dicho método se lleva a cabo en un aparato de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

15 **[0057]** En realizaciones particulares de la invención, en donde dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente se encuentra dentro de una primera cámara superior de los medios de carcasa de dicho aparato, y debajo de dicha primera cámara superior se encuentra una segunda cámara inferior, comprendiendo dicho método los pasos de:

20 (a) introducir agua en la segunda cámara inferior de un aparato de acuerdo con el primer aspecto de la invención;

25 (b) calentar dicha agua;

30 (c) cargar al menos un sustrato sucio en dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente a través de medios de acceso;

(d) cerrar los medios de acceso para proporcionar un sistema sustancialmente sellado;

35 (e) introducir dicha agua en dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente por medios de recirculación;

(f) operar el aparato para un ciclo de lavado, en donde dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente se hace girar y dicho material de limpieza de partículas sólidas se hace dispensar desde dichos medios de almacenamiento de una manera controlada por dicha rotación de dicha jaula; y

40 (g) continuar con los pasos (f) según se requiera para efectuar la limpieza del sustrato sucio.

45 **[0058]** Normalmente, se emplean agentes de limpieza adicionales en dicho método. Dichos agentes de limpieza adicionales normalmente se mezclan previamente con agua y la mezcla se calienta opcionalmente antes de la adición a dicha jaula cilíndrica a través de medios de suministro o un puerto de adición ubicado en dichos medios de acceso. En ciertas realizaciones de la invención, dicha adición puede efectuarse mediante medios de pulverización, tales como un cabezal de pulverización, para distribuir mejor dichos agentes de limpieza en la carga de lavado.

50 **[0059]** La generación de fuerzas G adecuadas, en combinación con la acción del material de limpieza de partículas sólidas, es un factor clave para lograr un nivel apropiado de limpieza del sustrato sucio. G es una función del tamaño de la jaula y la velocidad de rotación de la jaula y, específicamente, es la relación entre la fuerza centrípeta generada en la superficie interna de la jaula y el peso estático de la carga de lavado. Por lo tanto, para una jaula de radio interno r (m), girando a R (rpm), con una carga de lavado de masa M (kg) y una velocidad tangencial instantánea de la jaula v (m/s), y tomando g como la aceleración debida a la gravedad a 9,81 m/s²:

55
$$\text{Fuerza centrípeta} = Mv^2/r$$

$$\text{Peso estático de carga de lavado} = Mg$$

60
$$v = 2\pi rR/60$$

$$\text{Por lo tanto, } G = 4\pi^2 r^2 R^2 / 3600rg = 4\pi^2 r R^2 / 3600g = 1,118 \times 10^{-3} r R^2$$

Cuando, como suele ser el caso, r se expresa en centímetros, en lugar de metros, entonces:

65
$$G = 1,118 \times 10^{-5} r R^2$$

Por lo tanto, para un tambor de radio de 49 cm que gira a 800 rpm, $G = 350,6$.

5 **[0060]** En una realización particular de la invención, un tambor cilíndrico que tiene un diámetro de 98 cm se hace girar a una velocidad de 30-800 rpm para generar fuerzas G de 0,49-350,6 en diferentes etapas durante el proceso de limpieza. En ejemplos de realizaciones alternativas de la invención, un tambor de 48 cm de diámetro que gira a 1600 rpm puede generar 687 G , mientras que un tambor de 60 cm de diámetro a la misma velocidad de rotación genera 859 G .

10 **[0061]** En realizaciones típicas de la invención, el método reivindicado proporciona adicionalmente la separación y recuperación del material de limpieza de partículas sólidas mediante recogida en los medios de almacenamiento ubicados dentro de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria. Dicho material de limpieza de partículas sólidas puede reutilizarse en lavados posteriores.

15 **[0062]** Durante el ciclo de lavado, la rotación de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente se produce preferiblemente a velocidades de rotación tales que G es <1 que, para una jaula de 98 cm de diámetro, requiere una velocidad de rotación de hasta 42 rpm, con preferencia velocidades de rotación entre 30 y 40 rpm.

20 **[0063]** Normalmente, al finalizar el ciclo de lavado, se puede hacer que la rotación de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente se produzca con una fuerza G inferior a 1 para permitir la eliminación del material de limpieza de partículas sólidas, preferiblemente a los medios de almacenamiento.. Al finalizar el ciclo de lavado, la velocidad de rotación de la jaula se puede aumentar inicialmente para efectuar una medida de secado del sustrato limpio, generando fuerzas G de entre 10 y 1000, más específicamente entre 40 y 400. Por lo general, Para una jaula de 98 cm de diámetro, la rotación es a una velocidad de hasta 800 rpm para lograr este efecto. Posteriormente, se invierte el sentido de rotación y la velocidad de rotación se reduce a la velocidad del ciclo de lavado para permitir la recogida y almacenamiento de dicho material de limpieza de partículas sólidas en dichos medios de almacenamiento ubicados en dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria.

25

30 **[0064]** Opcionalmente, después de dicha operación de recogida de material en partículas sólidas, dicho método puede comprender adicionalmente una operación de enjuague, en la que se puede añadir agua adicional a dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria, preferiblemente para efectuar la eliminación completa de cualquier agente de limpieza adicional empleado en la operación de limpieza. Se puede agregar agua a dicha jaula cilíndrica a través de dichos medios de entrega o dicho puerto de adición montado en dicha puerta de acceso. De nuevo, la adición puede realizarse opcionalmente por medio de un cabezal de pulverización para lograr una mejor distribución del agua de enjuague en la carga de lavado. Alternativamente, cuando sea apropiado, dicha adición puede lograrse llenando en exceso la segunda cámara inferior de dicho aparato con agua de modo que entre en la primera cámara superior y, por lo tanto, sumerja parcialmente dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria y entre en dicha jaula. Después de la rotación a la misma velocidad que durante el ciclo de lavado, se elimina el agua de dicha jaula permitiendo que el nivel de agua caiga según sea apropiado y, cualquiera que sea el método de adición de agua de enjuague, la velocidad de rotación de la jaula aumenta para lograr una medida de secado del sustrato. Típicamente, para una jaula de 98 cm de diámetro, la rotación es a una velocidad de hasta 800 rpm para lograr este efecto. Posteriormente, la velocidad de rotación se reduce y vuelve a la velocidad del ciclo de lavado, lo que permite la recolección final de cualquier material de limpieza de partículas sólidas restante. Dichos ciclos de enjuague y secado pueden repetirse tantas veces como se desee.

35

40

45 **[0065]** Opcionalmente, dicho ciclo de enjuague se puede usar para fines de tratamiento de sustrato, que implica la adición de agentes de tratamiento tales como aditivos anti-redeposición, abrillantadores ópticos, perfumes, suavizantes y almidón al agua de enjuague.

50 **[0066]** Dicho material de limpieza de partículas sólidas se somete opcionalmente a una operación de limpieza en dichos medios de almacenamiento ubicados en dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente introduciendo agua, opcionalmente junto con un agente de limpieza tal como un tensioactivo, en dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente, y de ese modo en dichos medios de almacenamiento y enjuagar dicho material particulado sólido. Opcionalmente, esta agua puede calentarse.

55 **[0067]** En general, cualquier material de limpieza de partículas sólidas restante en dicho al menos un sustrato puede eliminarse fácilmente agitando al menos un sustrato. Sin embargo, si es necesario, el material de limpieza de partículas sólidas restante se puede eliminar por medios de succión, que preferiblemente comprenden una varilla de vacío.

60 **[0068]** Además, en realizaciones alternativas de la invención, dicho aparato encuentra aplicación en métodos para el secado de sustratos húmedos, comprendiendo dichos métodos tratar los sustratos con un material particulado sólido a temperatura ambiente o elevada, realizándose dichos tratamientos en un aparato según un primer aspecto de la invención. En tal realización, el sustrato comprende típicamente al menos una fibra textil, más típicamente al menos una prenda de fibra textil

65 **Breve descripción de los dibujos**

[0069] La invención se ilustrará ahora adicionalmente haciendo referencia a los siguientes dibujos, en los que:

La figura 1 muestra un aparato de acuerdo con una realización de la invención en donde no se emplea la recirculación de material sólido en partículas;

La figura 2 muestra el modo de funcionamiento de una realización particular de medios de almacenamiento comprendidos en el aparato de la invención;

La figura 3 ilustra una realización adicional de medios de almacenamiento comprendidos en el aparato de la invención;

La figura 4 muestra un aparato de acuerdo con una realización de la invención en donde se emplea la recirculación de material particulado sólido; y

La figura 5 muestra los resultados de las pruebas de las tasas de recuperación de diversos materiales particulados sólidos en medios de almacenamiento de un aparato de acuerdo con la invención; y

La figura 6 es una representación esquemática de partículas que se emplean en el método de la invención.

Descripción detallada de la invención

[0070] El aparato según la invención puede usarse para el tratamiento de cualquiera de una amplia gama de sustratos que incluyen, p. ej., materiales plásticos, cuero, papel, cartón, metal, vidrio o madera. Sin embargo, en la práctica, dicho aparato está diseñado principalmente para su uso en la limpieza de sustratos, específicamente aquellos que comprenden una fibra textil, tal como prendas de fibra textil, y se ha demostrado que es particularmente exitoso en lograr una limpieza eficiente de fibras textiles que pueden, p. ej., comprender fibras naturales, tales como algodón, o fibras textiles sintéticas o artificiales, por ejemplo nylon 6,6, poliéster, acetato de celulosa o mezclas de fibras de los mismos.

[0071] Más preferiblemente, el material de limpieza sólido en partículas comprende una multiplicidad de partículas poliméricas o una mezcla de partículas poliméricas y partículas no poliméricas. Las partículas son de tal forma y tamaño que permiten una buena fluidez y un contacto íntimo con el sustrato sucio. Se puede usar una variedad de formas de partículas, tales como cilíndricas, esféricas o cuboides; se pueden emplear formas de sección transversal apropiadas que incluyen, p. ej., anillo anular, hueso de perro y circular. Las partículas no poliméricas que comprenden materiales naturales como la piedra pueden tener varias formas, dependiendo de su propensión a escindir de diferentes maneras durante la fabricación. Sin embargo, lo más preferiblemente, dichas partículas comprenden perlas cilíndricas o esféricas.

[0072] Las partículas poliméricas pueden comprender materiales poliméricos espumados o no espumados. Además, las partículas poliméricas pueden comprender polímeros que son lineales o reticulados.

[0073] Las partículas poliméricas comprenden típicamente polialquenos tales como polietileno y polipropileno, poliamidas, poliésteres o poliuretanos. Sin embargo, más particularmente, dichas partículas poliméricas comprenden partículas de poliamida o poliéster, más particularmente partículas de nylon, tereftalato de polietileno o tereftalato de polibutileno, típicamente en forma de perlas. Se encontró que dichas poliamidas y poliésteres son particularmente efectivos para la eliminación manchas acuosas/suciedad, mientras que los polialquenos son especialmente útiles para la eliminación de manchas a base de aceite.

[0074] Se pueden usar diversos homopolímeros o copolímeros de nylon o poliéster que incluyen, pero no se limitan a, Nylon 6, Nylon 6,6, tereftalato de polietileno y tereftalato de polibutileno. Preferiblemente, el nylon comprende polímero de nylon 6,6, que preferiblemente tiene un peso molecular en la región de 5.000 a 30.000 Daltons, más preferiblemente de 10.000 a 20.000 Daltons, lo más preferiblemente de 15.000 a 16.000 Daltons. El poliéster típicamente tendrá un peso molecular correspondiente a una medición de viscosidad intrínseca en el rango de 0,3-1,5 dl/g medido por una técnica de solución como ASTM D-4603.

[0075] Opcionalmente, los copolímeros de los materiales poliméricos anteriores pueden emplearse para los fines de la invención. Específicamente, las propiedades de los materiales poliméricos pueden adaptarse a requisitos específicos mediante la inclusión de unidades monoméricas que confieren propiedades particulares al copolímero. Por lo tanto, los copolímeros pueden adaptarse para atraer materiales de tinción particulares al comprender monómeros que, entre otros, están cargados iónicamente, o incluyen restos polares o grupos orgánicos insaturados.

[0076] Las partículas no poliméricas pueden comprender partículas de vidrio, sílice, piedra, madera o cualquiera de una variedad de metales o materiales cerámicos. Los metales adecuados incluyen, pero no se limitan a, zinc, titanio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, tungsteno, aluminio, estaño y plomo, y sus aleaciones. Las cerámicas adecuadas incluyen, pero no se limitan a, alúmina, circonia, carburo de tungsteno, carburo de silicio y nitruro de silicio.

[0077] En otras realizaciones de la invención, dichas partículas no poliméricas pueden comprender partículas no poliméricas recubiertas. Más particularmente, dichas partículas no poliméricas pueden comprender un material de núcleo no polimérico y una cubierta que comprende un recubrimiento de un material polimérico. En una realización particular, dicho núcleo puede comprender un núcleo metálico, típicamente un núcleo de acero, y dicha cubierta puede comprender un recubrimiento de poliamida, p. ej., un recubrimiento de nylon.

[0078] Se ha establecido que la combinación de tamaño de partícula, forma y densidad es tal que se optimiza la acción mecánica de la partícula con el tejido, siendo lo suficientemente vigorosa para proporcionar una limpieza efectiva pero, al mismo tiempo, uniforme y suave suficiente para reducir el daño de la tela en comparación con los procesos acuosos convencionales. Es, en particular, la uniformidad de la acción mecánica generada por las partículas elegidas en toda la superficie de la tela lo que es el factor clave a este respecto. Los parámetros de partículas también se controlan para permitir una fácil separación de las partículas de la carga de lavado de la tela al final del proceso de lavado. Por lo tanto, el tamaño y la forma de las partículas pueden controlarse para minimizar el enredo con el tejido, y la combinación de densidad de partículas adecuada con bajo $G (<1)$ y el alto volumen libre en el proceso de volteo de la lavadora promueve la eliminación de partículas al medio de almacenamiento ubicado en la superficie interna de la jaula cilíndrica montada giratoriamente.

[0079] Todas las partículas pueden tener estructuras superficiales lisas o irregulares y pueden ser de construcción sólida o hueca. Las partículas no poliméricas típicamente tienen una densidad promedio en el rango de 3,5-12,0 g/cm³, más típicamente de 5,0-10,0 g/cm³, más típicamente de 6,0- 9,0 g/cm³. Las partículas poliméricas típicamente tienen una densidad promedio en el rango de 0,5-2,5 g/cm³, más típicamente de 0,55-2,0 g/cm³, más típicamente de 0,6-1,9 g/cm³. El volumen promedio de las partículas no poliméricas y poliméricas está típicamente en el rango de 5-275 mm³, más típicamente de 8-140 mm³, más típicamente de 10-120 mm³.

[0080] En el caso de partículas cilíndricas, tanto no poliméricas como poliméricas, de sección transversal ovalada, la longitud del eje de la sección transversal principal, a , está típicamente en el intervalo de 2,0 a 6,0 mm, más típicamente de 2,2 a 5,0 mm., más típicamente de 2,4-4,5 mm, y la longitud del eje de la sección transversal menor, b , está típicamente en el rango de 1,3-5,0 mm, más típicamente de 1,5-4,0 mm, y más típicamente de 1,7-3,5 mm ($a > b$). La longitud de tales partículas, h , es típicamente de 1,5-6,0 mm, más típicamente de 1,7-5,0 mm, y más típicamente de 2,0-4,5 mm (h/b está típicamente en el rango de 0,5-10).

[0081] Para las partículas cilíndricas, tanto no poliméricas como poliméricas, de sección transversal circular, el diámetro típico de la sección transversal, d_c , está en el rango de 1,3-6,0 mm, más típicamente de 1,5-5,0 mm, y más típicamente de 1,7-4,5 mm. La longitud típica, h_c , de tales partículas es nuevamente de 1,5-6,0 mm, más típicamente de 1,7-5,0 mm, y más típicamente de 2,0-4,5 mm (h_c/d_c está típicamente en el rango de 0,5-10).

[0082] En el caso de partículas esféricas no poliméricas y poliméricas (esferas no perfectas), el diámetro, d_s , está típicamente en el rango de 2,0-8,0 mm, más típicamente en el rango de 2,2-5,5 mm, y más típicamente de 2,4-5,0 mm.

[0083] En las realizaciones donde las partículas, ya sean no poliméricas o poliméricas, son esferas perfectas, el diámetro, d_{ps} , está típicamente en el rango de 2,0-8,0 mm, más típicamente de 3,0-7,0 mm, y más típicamente de 4,0-6,5 mm.

[0084] La selección del tipo de partícula específica (polimérica y no polimérica, cuando se usa) para una operación de limpieza dada es particularmente significativa para optimizar el cuidado de la tela. Por lo tanto, el tamaño de partículas, la forma, la masa y el material deben considerarse cuidadosamente con respecto al sustrato particular que se va a limpiar, de modo que la selección de partículas dependa de la naturaleza de las prendas que se van a limpiar, es decir, si comprenden algodón, poliéster, poliamida, seda, lana o cualquiera de las otras fibras o mezclas textiles comunes que se usan comúnmente.

[0085] Con el fin de proporcionar lubricación adicional al sistema de limpieza y mejorar así las propiedades de transporte dentro del sistema, se agrega agua al sistema. Por lo tanto, se facilita una transferencia más eficiente del al menos un material de limpieza al sustrato, y la eliminación de la suciedad y las manchas del sustrato se produce más fácilmente. Opcionalmente, el sustrato sucio puede humedecerse humedeciéndolo con agua corriente o agua corriente antes de cargarlo en el aparato de la invención. En cualquier caso, se agrega agua a la jaula cilíndrica montada de forma giratoria del aparato de acuerdo con la invención, de modo que el tratamiento de lavado se lleva a cabo para lograr una relación de agua a sustrato que está típicamente entre 2,5:1 y 0,1:1 p/w; más típicamente, la proporción está entre 2,0:1 y 0,8:1, con resultados particularmente favorables que se han logrado en proporciones tales como 1,75:1, 1,5:1, 1,2:1 y 1,1:1. Lo más conveniente es que la cantidad de agua requerida se introduzca en la jaula cilíndrica montada de forma giratoria del aparato según la invención después de cargar el sustrato sucio en dicha jaula.

[0086] Mientras que, en una realización, el método de la invención contempla la limpieza de un sustrato sucio mediante el tratamiento de un sustrato humedecido con una formulación que consiste esencialmente en una multiplicidad de

partículas poliméricas o una multiplicidad de partículas poliméricas y no poliméricas en ausencia de aditivos adicionales, opcionalmente en otras realizaciones, la formulación empleada puede comprender adicionalmente al menos un agente de limpieza. Dicho al menos un agente de limpieza puede comprender típicamente al menos una composición detergente. Opcionalmente, dicho al menos un agente de limpieza se mezcla con dichas partículas poliméricas o mezcla de partículas poliméricas y no poliméricas pero, en una realización particular, cada una de dichas partículas poliméricas está recubierta con dicho al menos un agente de limpieza.

[0087] Los componentes principales de la composición detergente comprenden componentes de limpieza y componentes de postratamiento. Típicamente, los componentes de limpieza comprenden tensioactivos, enzimas y lejía, mientras que los componentes de postratamiento incluyen, p. ej., aditivos anti-redeposición, perfumes y abrillantadores ópticos.

[0088] Sin embargo, la formulación de detergente puede incluir opcionalmente uno o más aditivos tales como, p. ej., adyuvantes, agentes quelantes, agentes inhibidores de la transferencia de colorantes, dispersantes, estabilizadores enzimáticos, materiales catalíticos, activadores de blanqueo, agentes dispersantes poliméricos, agentes de eliminación de la arcilla, supresores de espuma, colorantes, agentes elastizantes de estructuras, suavizantes de telas, almidones, vehículos, hidrótopos, auxiliares tecnológicos y/o pigmentos.

[0089] Los ejemplos de tensioactivos adecuados pueden seleccionarse de tensioactivos no iónicos y/o aniónicos y/o catiónicos y/o tensioactivos no iónicos anfóteros y/o zwitteriónicos y/o semipolares. El tensioactivo está típicamente presente en un nivel de aproximadamente 0,1%, de aproximadamente 1%, o incluso de aproximadamente 5% en peso de las composiciones de limpieza a aproximadamente 99,9%, aproximadamente 80%, aproximadamente 35%, o incluso aproximadamente 30% en peso de las composiciones de limpieza.

[0090] Las composiciones pueden incluir una o más enzimas detergentes que proporcionan un rendimiento de limpieza y/o beneficios para el cuidado de los tejidos. Los ejemplos de enzimas adecuadas incluyen, pero no se limitan a, hemicelulasas, peroxidasas, proteasas, otras celulasas, otras xilanasas, lipasas, fosfolipasas, estererasas, cutinasas, pectinasas, queratanasas, reductasas, oxidasas, fenoloxidasas, lipoxigenasas, ligninasas, pululaninas, tanasas, pentosanasas, malanasas, [beta]-glucanasas, arabinosidasas, hialuronidasa, condroitinasa, lacasa y amilasas, o mezclas de las mismas. Una combinación típica puede comprender una mezcla de enzimas tales como proteasa, lipasa, cutinasa y/o celulasa junto con amilasa.

[0091] Opcionalmente, también se pueden incluir estabilizadores enzimáticos entre los componentes de limpieza. A este respecto, las enzimas para uso en detergentes pueden estabilizarse mediante diversas técnicas, por ejemplo mediante la incorporación de fuentes solubles en agua de iones de calcio y/o magnesio en las composiciones.

[0092] Las composiciones pueden incluir uno o más compuestos blanqueadores y activadores asociados. Los ejemplos de tales compuestos de blanqueo incluyen, pero no se limitan a, compuestos de peróxido, que incluyen peróxido de hidrógeno, sales de peroxi inorgánicas, tales como perborato, percarbonato, perfosfato, persulfato y sales de mono persulfato (p. ej., perborato de sodio, tetrahidrato y percarbonato de sodio) y peroxiácidos orgánicos tales como ácido peracético, ácido monoperoxifáltico, ácido diperoxidodecanodioico, N,N'-tereftaloílo-ácido di(6-aminoperoxycaproico), ácido N,N'-ftalolaminoperoxycaproico y amidoperoxiacido. Los activadores del blanqueador incluyen, pero no se limitan a, ésteres de ácido carboxílico tales como tetraacetilendiamina y nonanoiloxibencenosulfonato de sodio.

[0093] Los coadyuvantes adecuados pueden incluirse en las formulaciones y estas incluyen, pero no se limitan a, las sales de metales alcalinos, amonio y alcanolamónio de polifosfatos, silicatos de metales alcalinos, carbonatos de alcalinotérreos y alcalinos, aluminosilicatos, compuestos de policarboxilato, éter hidroxipolicarboxilatos, copolímeros de anhídrido maleico con etileno o vinilo metilo éter, ácido 1,3,5-trihidroxibenceno-2,4,6-trisulfónico y ácido carboximetilo-oxisuccínico, varias sales de metales alcalinos, amonio y amonio sustituido de ácidos poliacéticos como la etilendiamina ácido tetraacético y ácido nitrilotriacético, así como policarboxilatos tales como ácido melítico, ácido succínico, ácido oxidisuccínico, ácido polimaleico, benceno ácido 1,3,5-tricarboxílico, ácido carboximetiloxisuccínico y sales solubles de los mismos.

[0094] Las composiciones también pueden contener opcionalmente uno o más agentes quelantes de cobre, hierro y/o manganeso y/o uno o más agentes inhibidores de la transferencia de colorantes.

[0095] Los agentes inhibidores de la transferencia de colorantes poliméricos adecuados incluyen, pero sin limitación, polímeros de polivinilpirrolidona, polímeros de N-óxido de poliamina, copolímeros de N-vinilpirrolidona y N-vinilimidazol, poliviniloxazolidonas y polivinilimidazoles o mezclas de los mismos.

[0096] Opcionalmente, las formulaciones de detergente también pueden contener dispersantes. Los materiales orgánicos solubles en agua adecuados son los ácidos homopoliméricos o copoliméricos o sus sales, en los que el ácido policarboxílico puede comprender al menos dos radicales carboxilo separados entre sí por no más de dos átomos de carbono.

[0097] Dichos aditivos anti-redeposición son fisicoquímicos en su acción e incluyen, p. ej., materiales tales como polietilenglicol, poliacrilatos y carboximetilcelulosa.

[0098] Opcionalmente, las composiciones también pueden contener perfumes. Los perfumes adecuados son generalmente formulaciones químicas orgánicas de múltiples componentes que pueden contener alcoholes, cetonas, aldehídos, ésteres, éteres y alquenos de nitrilo, y mezclas de los mismos. Los compuestos disponibles comercialmente que ofrecen suficiente sustentividad para proporcionar una fragancia residual incluyen *Galaxolida* (1,3,4,6,7,8-hexahidro-4,6,6,7,8-hexametilciclopenta(g)-2-benzopirano), *Lyrall* (3- y 4-(4-hidroxi-4-metilo-pentilo) ciclohexeno-1-carboxaldehído y *Ambroxan* ((3aR, 5aS, 9aS, 9bR)-3a,6,6,9a-tetrametilo-2,4,5,5a,7,8,9,9b-octahidro-1H-benzo[e][1]benzofuran). un ejemplo de un perfume completamente formulado comercialmente disponible es *Amour Japonais* suministrada por Symrise® AG.

[0099] Los abrillantadores ópticos adecuados se dividen en varias clases de productos químicos orgánicos, de los cuales los más populares son los derivados de estilbena, mientras que otras clases adecuadas incluyen benzoxazoles, bencimidazoles, 1,3-difenilo-2-pirazolinas, cumarinas, 1,3,5-triazina-2-ilos y naftalimidias. Los ejemplos de tales compuestos incluyen, entre otros, ácido 4,4'-bis[[6-anilino-4(metilamino)-1,3,5-triazin-2-ilo]amino]estilbena-2,2'-disulfónico, ácido 4,4'-Bis[[6-anilino-4-[(2-hidroxietilo)metilamino]-1,3,5-triazin-2-ilo]amino]estilbena-2,2'-disulfónico, sal disódica, ácido 4,4'-Bis[[2-anilino-4[bis(2-hidroxietilo)amino]-1,3,5-triazin-6-ilo]amino]estilbena-2,2'-disulfónico, sal disódica, ácido 4,4'-Bis[(4,6-dianilino-1,3,5-triazin-2-ilo)amino]estilbena-2,2'-disulfónico, sal disódica, 7-dietilamino-4-metilcumarina, ácido 4,4'-Bis[(2-anilino-4-morfolino-1,3,5-triazin-6-ilo)amino]-2,2'-estilbenodisulfónico, sal disódica y 2,5-bis(benzoxazol-2-ilo)tiófeno.

[0100] Dichos agentes pueden usarse solos o en cualquier combinación deseada y pueden agregarse al sistema de limpieza en etapas apropiadas durante el ciclo de limpieza para maximizar sus efectos.

[0101] Sin embargo, en cualquier caso, cuando el método de la invención se realiza en presencia de al menos un agente de limpieza adicional, la cantidad de dicho agente de limpieza requerida para lograr un rendimiento de limpieza satisfactorio se reduce significativamente de las cantidades requeridas con los métodos de la técnica anterior.

[0102] La relación de material de limpieza de partículas sólidas a sustrato está generalmente en el intervalo de 0,1:1 a 10:1 p/p, más típicamente en la región de 0,5:1 a 5:1 p/p, obteniéndose resultados particularmente favorables con una relación entre 1:1 y 3:1 p/p, y especialmente en torno a 2:1 p/p. Así, p. ej., para la limpieza de 5 g de tela, se emplearían 10 g de partículas poliméricas, opcionalmente recubiertas con tensioactivo, en una realización de la invención. La relación de material de limpieza de partículas sólidas a sustrato se mantiene a un nivel sustancialmente constante durante todo el ciclo de lavado.

[0103] El aparato y el método de la presente invención pueden usarse para procesos discontinuos a pequeña o gran escala y encontrar aplicación en procesos de limpieza industriales y, más particularmente, domésticos. Por pequeña escala en este contexto, generalmente se entiende menos de o igual a 220 ciclos de lavado por año, mientras que a gran escala generalmente significa más de 220 ciclos de lavado por año.

[0104] Como se señaló anteriormente, el método de la invención encuentra una aplicación particular en la limpieza de fibras textiles. Sin embargo, las condiciones empleadas en dicho sistema de limpieza permiten el uso de temperaturas significativamente reducidas de las que se aplican típicamente a la limpieza en húmedo convencional de telas textiles y, como consecuencia, ofrecen beneficios ambientales y económicos significativos. Por lo tanto, los procedimientos y condiciones típicas para el ciclo de lavado requieren que las telas se traten generalmente de acuerdo con el método de la invención a, p. ej., temperaturas de entre 5 y 95°C, típicamente durante un período de tiempo de entre 5 y 120 minutos en un sistema sustancialmente sellado. A partir de entonces, se requiere tiempo adicional para completar las etapas de enjuague y separación del cordón del proceso general, de modo que la duración total de todo el ciclo es típicamente del orden de 1 hora. Las temperaturas de funcionamiento preferidas para el método de la invención están en el intervalo de 10 a 60°C y, más preferiblemente, de 15 a 40°C.

[0105] El ciclo para la recolección y almacenamiento de material sólido en partículas se puede realizar opcionalmente a temperatura ambiente y se ha establecido que se obtienen resultados óptimos en tiempos de ciclo de entre 2 y 30 minutos, preferiblemente entre 5 y 20 minutos.

[0106] Los resultados obtenidos están muy en línea con los observados cuando se llevan a cabo procedimientos convencionales de limpieza en húmedo (o en seco) con telas textiles. El grado de limpieza y eliminación de manchas logrado con los tejidos tratados por el método de la invención se considera muy bueno, con resultados particularmente sobresalientes con respecto a las manchas hidrofóbicas y las manchas acuosas y la suciedad, que a menudo son difíciles de eliminar. El requerimiento de energía, el volumen total de agua utilizada y el consumo de detergente del método de la invención son significativamente más bajos que los niveles asociados con el uso de procedimientos de lavado acuosos convencionales, ofreciendo nuevamente ventajas significativas en términos de costo y beneficios ambientales.

[0107] El método de la invención también muestra beneficios en términos de reducción del daño al tejido relacionado

con el lavado. Como se observó anteriormente, el arrugamiento de la tela ocurre fácilmente en el lavado acuoso convencional, y esto actúa para concentrar las tensiones de la acción mecánica del lavado en cada arruga, resultando en daño localizado de la tela. La prevención de tales daños a la tela (o cuidado de la tela) es una preocupación principal para el consumidor doméstico y el usuario industrial. El uso de partículas poliméricas, o mezclas de partículas no poliméricas y poliméricas, de acuerdo con el método de la invención, reduce efectivamente las arrugas en el lavado al actuar como una capa de fijación en la superficie de la tela para ayudar a prevenir la acción de plegado. Las partículas también inhiben la interacción entre piezas separadas de tela en el lavado al actuar como una capa de separación o separación, reduciendo así el enredo que es otra causa importante de daño localizado en la tela. En el método divulgado actualmente, la acción mecánica todavía está presente pero, críticamente, esto se distribuye mucho más uniformemente como resultado de la acción de las partículas. Es el aspecto localizado del daño que determina la vida útil de una prenda bajo lavado múltiple.

[0108] Además, se ha demostrado que es posible la reutilización de las partículas poliméricas y no poliméricas, lo que permite la realización de múltiples lavados con el mismo material sólido de limpieza de partículas. La reutilización de las partículas de esta manera para repetir los procedimientos de limpieza proporciona beneficios económicos significativos y se logran resultados satisfactorios después de múltiples lavados, aunque en general se encontró que eventualmente se observa cierto deterioro en el rendimiento.

[0109] Además, en realizaciones alternativas de la invención, dicho aparato encuentra aplicación en métodos para el secado de sustratos húmedos, comprendiendo dichos métodos tratar los sustratos con un material particulado sólido a temperatura ambiente o elevada, realizándose dichos tratamientos en un aparato según un primer aspecto de la invención.

[0110] En dichas realizaciones, el método encuentra una aplicación particular en el secado de telas textiles. Las condiciones empleadas en tales sistemas permiten el uso de temperaturas significativamente reducidas de las que se aplican típicamente al secado en tambor convencional de telas textiles y, como consecuencia, ofrecen beneficios ambientales y económicos significativos. Por lo tanto, los procedimientos y condiciones típicas para el ciclo de secado requieren que los tejidos se traten generalmente de acuerdo con el método de la invención a, p. ej., temperaturas de entre 20 y 80°C durante un período de tiempo de entre 5 y 55 minutos. Posteriormente, se requiere tiempo adicional para completar la etapa de separación de partículas del proceso general, de modo que la duración total de todo el ciclo es típicamente del orden de 1 hora.

[0111] Los procedimientos de secado adecuados se describen completamente en la solicitud de patente en trámite WO-A-2012/098408, cuyo contenido se incorpora aquí como referencia.

[0112] Los resultados obtenidos en tales operaciones de secado están muy en línea con los observados cuando se llevan a cabo procedimientos convencionales de secado en tambor con telas textiles. El grado de eliminación de agua logrado con los tejidos tratados por el método de la presente invención se considera muy bueno. El requisito de temperatura es significativamente más bajo que los niveles asociados con el uso de los procedimientos convencionales de secado en tambor, ofreciendo nuevamente ventajas significativas en términos de costo y beneficios ambientales.

[0113] El método de la invención también muestra beneficios en términos de reducción del daño al tejido relacionado con el secado. Como se observó anteriormente, el arrugamiento de la tela ocurre fácilmente en el secado convencional, y esto actúa para concentrar las tensiones de la acción mecánica del proceso de secado en cada arruga, lo que da como resultado daños localizados en la tela. La prevención de tales daños a la tela (o cuidado de la tela) es una preocupación principal para el consumidor doméstico y el usuario industrial. La adición de partículas según el método de la invención reduce efectivamente las arrugas en el proceso al actuar como una capa de fijación sobre la superficie de la tela para ayudar a prevenir la acción de plegado. Las partículas también inhiben la interacción entre piezas separadas de tela en el proceso de secado al actuar como una capa de separación o de espaciado, reduciendo así el enredo que es otra causa importante de daño localizado en la tela. En el método divulgado actualmente, la acción mecánica todavía está presente pero, críticamente, esto se distribuye mucho más uniformemente como resultado de la acción de las partículas. Es el aspecto localizado del daño el que determina la vida útil de una prenda bajo múltiples procesos de secado.

[0114] Como se describió previamente, ciertas realizaciones de la invención proporcionan un aparato en donde dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria comprende un tambor que comprende paredes laterales perforadas, en donde las paredes laterales comprenden perforaciones que comprenden agujeros que tienen un diámetro no mayor de 3,0 mm, en donde dichas perforaciones permiten la entrada y salida de fluidos y materiales particulados finos de menor diámetro que los agujeros, pero están adaptadas para evitar la salida de dicho material en partículas sólidas.

[0115] Dichas realizaciones muestran beneficios sobre los sistemas de la técnica anterior al requerir una menor masa de material de limpieza de partículas sólidas. Por lo tanto, en un aparato que se basa únicamente en la recirculación de material sólido en partículas durante las operaciones de limpieza, como se describe en el documento WO-A-2011/098815, una proporción de la masa total de material de limpieza sólido en partículas no interactúa con el sustrato sucio en el tambor, como está en los respectivos medios de recirculación. Sin embargo, en el caso de las realizaciones divulgadas de la presente invención, el material de limpieza sólido en partículas se retiene en el tambor en todo

momento, de modo que se puede usar una masa relativamente menor de material de limpieza. Además, estas realizaciones del aparato de la presente invención, que tienen un medio de almacenamiento de material de limpieza en el tambor, prescinden del requisito para la provisión de un medio de recirculación, y esto tiene los beneficios correspondientes de reducir el conteo y el costo del componente, y de simplificar el diseño y embalaje de componente dentro de las limitaciones del sobre de la máquina. Esto es de particular relevancia para una lavadora doméstica de la UE, donde el envasado de un medio de recirculación presenta desafíos técnicos difíciles.

[0116] Una vez más, como se desvela previamente, las realizaciones alternativas de la presente invención proporcionan un aparato en donde dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria comprende un tambor que comprende paredes laterales perforadas, en donde las perforaciones comprenden agujeros que tienen un diámetro no mayor de 5,0 mm, en donde dichas perforaciones permiten la entrada y salida de fluidos y materiales particulados finos, junto con materiales particulados sólidos de menor diámetro que los agujeros, pero están adaptados para evitar la salida de material particulado sólido que comprende partículas de mayor diámetro. Dichas realizaciones comprenden adicionalmente medios de recirculación.

[0117] Dichas realizaciones muestran beneficios sobre los sistemas de la técnica anterior al, en primera instancia, proporcionar medios de almacenamiento de material de limpieza en el tambor, reduciendo así el volumen de almacenamiento requerido en la cámara inferior y, como tal, simplificando el diseño posterior de los componentes de la máquina dentro del sobre de máquina dado. Además, la provisión de almacenamiento separado de material de limpieza de diferente especificación permite el uso individual o colectivo de dichas partículas para optimizar el rendimiento de limpieza en términos de masa del cordón y propiedades de limpieza para adaptarse a niveles particulares de suciedad o tipos de tela. En otro caso, tener medios de almacenamiento de material de limpieza en el tambor para usar con partículas no poliméricas proporciona una solución al problema de encontrar un almacenamiento efectivo, ya que su alta densidad potencialmente causa dificultades en su uso en un aparato que comprende medios de recirculación.

[0118] Además, se cree que los beneficios adicionales en términos de cuidado de la tela están asociados con el uso de un aparato en donde la jaula cilíndrica montada giratoriamente tiene perforaciones que no exceden los 5,0 mm de diámetro y que, en ciertas realizaciones, son de 3,0 mm o menos de diámetro, o no están presentes en absoluto.

[0119] En un ejemplo típico de un ciclo operativo de acuerdo con el método de la invención, la rotación de la jaula comienza en una sola dirección a aproximadamente 40 rpm, liberando material de limpieza de partículas sólidas (aproximadamente 12,6 kg) de los medios de almacenamiento comprendidos en una serie de levantadores ubicados en la superficie interna de las paredes cilíndricas de la jaula a una carga de lavado de sustrato sucio (7 kg) en una jaula cilíndrica montada de forma giratoria de 48 cm de diámetro. Por lo tanto, durante el ciclo de lavado, el material de limpieza de partículas sólidas se retiene dentro de la jaula cilíndrica montada de forma giratoria, donde interactúa con la carga de lavado del sustrato sucio. La tasa de interacción del material de limpieza de partículas sólidas con la carga de lavado se controla esencialmente mediante el diseño y la rotación de la jaula cilíndrica montada de forma giratoria. Los parámetros clave a este respecto incluyen el tamaño y el número de levantadores, y la velocidad y dirección de la rotación de la jaula cilíndrica.

[0120] En un aparato diseñado para su uso en un método que no requiere recirculación del material sólido en partículas, las perforaciones generalmente se dimensionan con un diámetro de alrededor de 2-3 veces menos que el diámetro medio de partículas del material sólido en partículas que, en un ejemplo típico, da como resultado perforaciones que tienen un diámetro no mayor de 3,0 mm.

[0121] Al finalizar el ciclo de lavado, la rotación de la jaula cilíndrica montada giratoriamente cesa, y la jaula gira en la dirección opuesta durante un período (típicamente 20 minutos) a las mismas rpm bajas de la carga de lavado (40 rpm; $G < 1$) para permitir que la mayor parte del material de limpieza de partículas sólidas salga del sustrato hacia la pared exterior de la jaula y se recoja en los medios de almacenamiento. La velocidad de rotación del material de limpieza de partículas sólidas desde el sustrato hacia los medios de almacenamiento se ve afectada por la velocidad de rotación de dicha jaula, con velocidades de rotación más altas que aumentan la fuerza centrípeta, para aumentar la tendencia a empujar el material de limpieza de partículas sólidas fuera del sustrato y sobre las paredes exteriores de la jaula. Sin embargo, los valores más altos de rpm de la jaula también comprimen el sustrato que se limpia, para atrapar el material de limpieza dentro de los pliegues del mismo. Por lo tanto, las velocidades de rotación más adecuadas se encuentran generalmente entre 40 y 50 rpm para una jaula de 48 cm de diámetro. Además, se observa que el nivel de humedad en el lavado también es significativo en el control de la salida del cordón.

[0122] Se ha demostrado que el método de la invención es particularmente exitoso en la eliminación del material de limpieza del sustrato limpio después del lavado durante las pruebas con perlas de nylon que comprenden polímero esférico Nylon 6,6.

[0123] Después de dicha operación de eliminación de perlas, se lleva a cabo típicamente una serie de enjuagues, en los que se rocía agua adicional en la jaula cilíndrica montada de forma giratoria, preferiblemente para efectuar la eliminación completa de cualquier agente de limpieza adicional empleado en la operación de limpieza. Más ventajosamente, se usa un cabezal rociador, y este se puede montar en un puerto adicional en la puerta de acceso.

Se ha demostrado que el uso de un cabezal de pulverización de este tipo distribuye mejor el agua de enjuague en la carga de lavado y, de este modo, el consumo total de agua durante la operación de enjuague también puede minimizarse (tela de agua de enjuague 3:1, típicamente, por enjuague).

5 **[0124]** La jaula se gira nuevamente a bajas velocidades durante la adición de agua de enjuague (30-40 rpm, $G = 0,49-0,88$ para una jaula de 98 cm de diámetro) pero, después de que esta operación ha cesado, la velocidad de la jaula se incrementa nuevamente para lograr una medida de secado del sustrato (300-800 rpm, $G = 49,3-350,6$). Posteriormente, la velocidad de rotación se reduce y vuelve a la velocidad del ciclo de lavado para permitir la eliminación final de cualquier material de limpieza de partículas sólidas restante. Dichos ciclos de enjuague y secado pueden repetirse tantas veces como se desee, siendo típicas tres repeticiones.

10 **[0125]** Con referencia ahora a las Figuras, en la Figura 1 se observa un aparato según la invención que comprende medios de carcasa (1) que tienen una primera cámara superior que tiene montada en ella una jaula cilíndrica montada de forma giratoria en forma de tambor (2) (perforaciones no mostradas) y una segunda cámara inferior que comprende el sumidero (3) ubicado debajo de dicha jaula cilíndrica. El aparato comprende adicionalmente medios de circulación de agua que incluyen un tubo ascendente de agua (4) que se alimenta desde la cámara inferior a un punto de entrada (5) en la parte superior de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria. El medio de circulación de agua es accionado por una bomba (6). El aparato también comprende, a modo de ejemplo, una multiplicidad de elevadores (7) que comprenden medios de almacenamiento para material sólido en partículas.

15 **[0126]** Por lo tanto, la figura 1 ilustra una realización de la invención en la que el material de limpieza sólido en forma de partículas se almacena en los elevadores (7) hasta que se impone la rotación en la jaula cilíndrica montada de forma giratoria (2), en donde las perlas son liberadas de los levantadores (7) y dentro de la jaula (2). En dicha realización, la jaula cilíndrica montada de forma giratoria comprende un tambor que comprende paredes laterales perforadas, en donde las perforaciones permiten la entrada y salida de fluidos y materiales particulados finos de menor diámetro que los agujeros, pero están adaptadas para evitar la salida de dicho sólido material particulado. En consecuencia, dicha realización no proporciona la recirculación de dicho material particulado sólido.

20 **[0127]** Volviendo ahora a la Figura 2, se observa una ilustración de las 6 etapas del ciclo de liberación de perlas, en las que:

30 1. Las perlas (8) en el elevador (7) giran dentro de una jaula cilíndrica montada giratoriamente, para una revolución en la dirección de las flechas A. En la primera etapa, las perlas (8) se encuentran en el compartimiento de almacenamiento (9).

35 2. Después de 90 grados de rotación de la jaula cilíndrica, una proporción de perlas (8) ha pasado a través del puerto de salida desde el volumen de almacenamiento (11) hacia la ruta de flujo (10), en virtud de la gravedad que actúa sobre ellas en relación con el levantador.

40 3. En la etapa 3, una proporción de perlas (8) ha entrado en el primer lado de la ruta de flujo (10), con las perlas restantes almacenadas en el compartimiento de almacenamiento (9).

45 4. Después de otros 90 grados de rotación, una proporción de perlas (8) ha entrado en el segundo lado de la ruta de flujo (10), separándose de las perlas restantes almacenadas en el compartimiento de almacenamiento (9).

50 5. En la etapa 5, el levantador ha vuelto a su posición original, con la proporción de perlas (8) ahora ubicadas en el lado final de la ruta de flujo (10).

6. La etapa 6 ilustra la proporción de perlas (8) que salen del levantador a través de un puerto de salida, mientras que el ciclo comienza nuevamente con otra proporción de las perlas restantes en el compartimiento de almacenamiento (9) que pasa a través del puerto de salida (11) en la ruta de flujo (10)

Posteriormente, el ciclo de recolección de perlas repite las etapas como se describió anteriormente pero a la inversa.

55 **[0128]** Con referencia ahora a la Figura 3, se muestra una realización alternativa de los medios de almacenamiento en el tambor, en donde el compartimiento de almacenamiento (13) y la ruta de flujo asociada (14) están dispuestos en una matriz circular alrededor del eje central del tambor, formando un medio de almacenamiento de disco de baja profundidad, adecuado para su ubicación en la cara posterior trasera del tambor. En esta realización particular, se muestra una matriz de ocho compartimientos de almacenamiento. Los cordones (8) salen o ingresan a la ruta de flujo a través de múltiples puertos (15) dispuestos alrededor de la circunferencia de las rutas de flujo. Se recomienda que las perlas (8) se acumulen en el perímetro de la parte posterior del tambor al disponer la jaula cilíndrica montada de forma giratoria y los medios de carcasa con una pequeña inclinación de atrás hacia adelante (típicamente 5 grados). El ciclo de liberación y el ciclo de recolección correspondiente de las perlas sigue el descrito anteriormente en relación con la Figura 2.

60

65

[0129] Por lo tanto, el sistema proporciona un medio para agregar perlas poliméricas o mezclas de perlas poliméricas y no poliméricas a una carga de lavado, realizar el ciclo de lavado y luego separar las perlas de la carga de lavado una vez que se completa el ciclo de lavado. El proceso de lavado puede ilustrarse convenientemente describiendo un ciclo de lavado completo con referencia a las Figuras 1, 2 y 3.

[0130] Por lo tanto, las perlas poliméricas o mezclas de perlas poliméricas y no poliméricas de la masa total apropiada para afectar el rendimiento de lavado deseado se almacenan en levantadores (7) que se han recogido durante un ciclo de limpieza anterior. Se coloca una carga de lavado en la jaula (2) a través de una puerta de carga que se puede abrir (no se muestra), que posteriormente se cierra. Se agrega agua fría, junto con un agente de limpieza opcional, al sistema a través de un puerto en la cámara inferior (3). La cámara inferior (3), junto con su contenido (agua y agente de limpieza), puede calentarse mediante medios de calentamiento contenidos dentro de la cámara inferior (3). La temperatura del sistema se controla mediante una sonda de temperatura, preferiblemente montada en la cámara inferior (3). Una vez que se alcanza la temperatura requerida, la bomba (6) bombea el agua y el agente de limpieza a través del tubo ascendente (4) y la entrada de la jaula (5) en la jaula (2). Al mismo tiempo, se impone la rotación en la jaula (2) para agitar la carga de lavado y dispersar suavemente el agua y el agente de limpieza de manera uniforme entre la carga y humedecer completamente la tela. Como consecuencia de esta rotación del tambor, las perlas se liberan gradualmente de los levantadores (7) en la jaula (2) con cada revolución. Se pueden agregar agentes de limpieza adicionales con más agua en etapas posteriores durante el ciclo de lavado por el mismo medio. Un ejemplo típico de dicho agente de limpieza es un blanqueador a base de oxígeno o cloro. Este aditivo adicional se puede calentar opcionalmente.

[0131] Al finalizar el ciclo de lavado, se invierte la rotación de la jaula (2) y se recogen las perlas y se almacenan en los levantadores (7).

[0132] El sistema realiza un ciclo de lavado de manera similar a una lavadora estándar con la jaula (2) girando a 40 rpm (para una jaula cilíndrica de 48 cm). La jaula (2) gira durante la mayor parte del ciclo en una dirección para garantizar la liberación total de todas las cuentas, deteniéndose ocasionalmente para girar un pequeño número de rotaciones en la dirección opuesta para minimizar el enredo de la carga de lavado. Esta secuencia se repite hasta por 60 minutos. Durante este tiempo, las perlas interactúan continuamente con el sustrato sucio, con solo una pequeña proporción de perlas recogidas por los levantadores (7) cuando se invierte la dirección de rotación de la jaula (2).

[0133] Al finalizar el ciclo de lavado, cesa la rotación de la jaula (2). Después de una rotación corta a alta velocidad para eliminar un poco de licor de la jaula y secar parcialmente el sustrato limpio, la dirección de rotación de la jaula (2) se invierte a baja velocidad para alentar que las perlas caigan de la tela a las paredes exteriores de la jaula (2), desde donde se recogen y almacenan dentro de los levantadores (7) con cada revolución del tambor. Este proceso continúa hasta que prácticamente todas las perlas se hayan eliminado del interior de la jaula (2). En cualquier momento durante estas operaciones, se puede soplar aire en el tambor para interrumpir y hacer que la tela se hinche para ayudar a quitar el cordón. La carga de lavado se puede quitar de la jaula (2) a través de la puerta de carga (no se muestra).

[0134] En una secuencia preferida de eliminación de perlas, la jaula (2) se gira durante 20 minutos a entre 40 y 50 rpm ($G < 1$), tiempo durante el cual el sentido de rotación se invierte aproximadamente cada 3 minutos durante 30 segundos en orden para reorientar el sustrato y permitir que las perlas caigan del sustrato, efectuando así una eliminación eficiente de las perlas.

[0135] En un paso opcional separado, la carga de lavado puede enjuagarse con agua después del ciclo de lavado. En otras etapas opcionales, después de su recolección en los medios de almacenamiento en el tambor, las perlas se pueden limpiar llenando el sumidero con agua limpia en presencia o ausencia de un agente de limpieza, como un surfactante, a un nivel tal que, en rotación del tambor, los levantadores y las perlas que contiene están sumergidos. Alternativamente, la limpieza de las perlas puede llevarse a cabo lavándolas solas en el tambor después de retirar la carga de lavado.

[0136] En la Figura 4, se muestra una realización alternativa del aparato según la invención, comprendiendo el aparato medios de carcasa que tienen una primera cámara superior (16) que tiene montada en ella una jaula cilíndrica montada de forma giratoria en forma de tambor (17) (no se muestran perforaciones) y una segunda cámara inferior que comprende un sumidero (18) ubicado debajo de dicha jaula cilíndrica. El aparato también comprende, a modo de ejemplo, una multiplicidad de elevadores (19) que comprenden medios de almacenamiento para material sólido en partículas. Además, el aparato comprende adicionalmente, como primer medio de recirculación, una tubería (20) de bolas y tubo ascendente de agua que se alimenta a un recipiente de separación de perlas (21), que incluye material de filtro, típicamente en forma de una malla de alambre, y un tubo de suministro de perlas (22). El primer medio de recirculación es accionado por una bomba de perla (23). Medios de recirculación adicionales comprenden una tubería de retorno de agua (24), que permite que el agua regrese del recipiente de separación de perlas (21) al sumidero (18) bajo la influencia de la gravedad. El aparato también comprende medios de acceso, a través de los cuales se puede cargar material para limpieza en el tambor (17).

[0137] En dicha realización, la jaula cilíndrica montada de forma giratoria comprende un tambor que comprende paredes laterales perforadas, en donde las perforaciones permiten la entrada y salida de fluidos y materiales

particulados finos, junto con materiales particulados sólidos de menor diámetro que los agujeros, pero están adaptados para evitar la salida de material particulado sólido que comprende partículas de mayor diámetro. Dicho aparato comprende adicionalmente medios de recirculación y, en consecuencia, dicha realización proporciona la recirculación de dicho material particulado sólido.

[0138] En operación de acuerdo con el método de la invención, la operación de recolección y liberación de los medios de almacenamiento de perlas en el tambor continúa de acuerdo con el método descrito previamente en relación con las Figuras 1, 2 y 3, y este proceso opera en conjunto con la cuenta operación de recirculación que se describe completamente en relación con la operación del aparato descrito en el documento WO-A-2011/098815.

[0139] Con referencia ahora a la Figura 5, se proporciona una representación gráfica de los resultados de las pruebas detalladas a continuación en los Ejemplos 1, 2 y 3, que muestran la eficacia relativa de la eliminación de la recolección de diferentes tipos de perlas en los levantadores de un aparato de acuerdo con a la invención, a partir de la cual se observa que se logran resultados particularmente favorables en el caso de material particulado sólido que comprende nylon 6,6.

[0140] Pasando finalmente a la Figura 6, se proporciona una representación esquemática de diferentes partículas cilíndricas y esféricas que pueden utilizarse en el método de la invención.

[0141] El funcionamiento del aparato y método de la invención, y la eficacia de la recolección y almacenamiento de material de limpieza de partículas sólidas durante dicho método, se ilustrarán ahora adicionalmente, aunque sin limitar de ninguna manera el alcance de la invención, mediante referencia a los siguientes ejemplos.

Ejemplos

Ejemplo 1

[0142] Perlas secas cilíndricas (dimensiones medias: diámetro de eje largo de 4,22 mm, diámetro de eje corto de 3,5 mm, altura de 3,97 mm) de SABIC® PP (polipropileno) de grado 575P se añadieron al tambor de una máquina lavadora de acuerdo con la invención que incorpora compartimentos de almacenamiento en los levantadores en la superficie interna del tambor. El tambor se hizo girar en sentido horario hasta que los levantadores no recogieron más perlas. Se extrajeron las perlas sobrantes en el tambor, y luego se hizo rotar el tambor en sentido antihorario hasta que todas las perlas se hubieran vaciado de los levantadores. Las perlas liberadas de esta manera por los levantadores se recogieron al vacío y se pesaron, y se definió el volumen total.

[0143] Una carga de lavado se aclaró y se centrifugó en una lavadora doméstica BEKO® (Modelo WM5120W), después se pesó para comprobar su contenido de agua. Las perlas se mezclaron luego con la carga de lavado húmedo en un recipiente grande, y la carga de lavado y las perlas se cargaron en el tambor del aparato de la invención, que luego se hizo funcionar durante un ciclo de 11 minutos que comprendía un ciclo de 3 minutos en sentido horario, un ciclo de 1 minuto en sentido antihorario, otro ciclo de 3 minutos en sentido horario, un ciclo de 1 minuto en sentido antihorario y un ciclo final de 3 minutos en sentido horario. La carga de lavado se retiró del tambor y las perlas se separaron de la tela y se agregaron a las perlas que se encuentran en el tambor. Todas las perlas donde luego pesaron.

[0144] Finalmente, el tambor vacío se ejecutó en un ciclo en sentido antihorario para vaciar los levantadores de perlas, y estas perlas se aspiraron y pesaron.

[0145] Los resultados del experimento fueron los siguientes:

Masa de carga de lavado en seco	3 kg
Masa de carga de lavado después de enjuagar y centrifugar	4,52 kg
Masa de perlas	3 kg
Volumen de perlas	5,3 L
Masa de perlas en la ropa/tambor después del ciclo	0,08 kg
Masa de perlas recuperada de los levantadores después del ciclo	2,89 kg
Masa de perlas atrapada debajo de los levantadores	0,03 kg
% de perlas capturadas en levantadores durante el ciclo	96,3%
Masa de perlas no capturada por levantadores	0,08 kg
Cantidad de perlas por kg	32849
Número de perlas no capturadas por levantadores	2628

Ejemplo 2

[0146] Se repitió el procedimiento del Ejemplo 1 usando perlas esféricas de nylon 6,6 de 4,5 mm de diámetro (como las suministradas por Hoover® Precision Products), y se observaron los siguientes resultados:

	Masa de carga de lavado en seco	3 kg
	Masa de carga de lavado después de enjuagar y centrifugar	4,57 kg
	Masa de perlas	3,6 kg
5	Volumen de grano	5,3 L
	Masa de perlas en la ropa/tambor después del ciclo	0,02 kg
	Masa de perlas recuperada de los levantadores después del ciclo	3,58 kg
	Masa de perlas atrapada debajo de los levantadores	0 kg
	% de perlas capturadas en levantadores durante el ciclo	99,4%
10	Masa de perlas no capturada por levantadores	0,02 kg
	Número de perlas por kg	18140
	Número de perlas no capturadas por levantadores	363

Ejemplo 3

15 **[0147]** El procedimiento del Ejemplo 1 se repitió usando perlas cilíndricas PET 1101 (dimensiones medias: diámetro de eje largo de 3,01 mm, diámetro de eje corto de 2,23 mm, altura de 2,11 mm - suministrada por INVISTA® Polymer & Resins) y se observaron los siguientes resultados:

	Masa de carga de lavado en seco	3,08 kg
20	Masa de carga de lavado después de enjuagar y centrifugar	4,65 kg
	Masa de perlas	4,86 kg
	Volumen de perlas	5,3 L
	Masa de perlas en la ropa/tambor después del ciclo	0,097 kg
25	Masa de perlas recuperada de los levantadores después del ciclo	4,67 kg
	Masa de perlas atrapada debajo de los levantadores	0 kg
	% de perlas capturadas en levantadores durante el ciclo	96,1%
	Masa de perlas no capturada por levantadores	0,12 kg
	Número de perlas por kg	63261
30	Número de perlas no capturadas por levantadores	7465

[0148] A partir de estos estudios, es evidente que el aparato y el método de la presente invención proporcionan una eficacia muy alta tanto para la eliminación de las perlas de la carga de lavado como para la recolección de estas perlas en los compartimentos de almacenamiento de los levantadores.

35 **[0149]** A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta especificación, las palabras "comprenden" y "contienen" y sus variaciones significan "incluyendo pero no limitado a", y no pretenden excluir (y no) otros restos, aditivos, componentes, números enteros o pasos. A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta especificación, el singular abarca el plural a menos que el contexto requiera lo contrario. En particular, cuando se usa el artículo indefinido, la especificación debe entenderse como contemplar la pluralidad y la singularidad, a menos que
40 el contexto requiera lo contrario.

[0150] Debe entenderse que las características, números enteros, características, compuestos, restos químicos o grupos descritos en conjunción con un aspecto particular, realización o ejemplo de la invención son aplicables a cualquier otro aspecto, realización o ejemplo descrito aquí a menos que sea incompatible con ellos. Todas las
45 características divulgadas en esta especificación (incluidas las reivindicaciones, el resumen y los dibujos adjuntos), y/o todos los pasos de cualquier método o proceso así divulgado, se pueden combinar en cualquier combinación, excepto combinaciones donde al menos algunas de dichas características y/o los pasos son mutuamente excluyentes. La invención no está restringida a los detalles de ninguna de las realizaciones anteriores.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un aparato para su uso en el tratamiento de sustratos utilizando un material sólido en partículas, comprendiendo dicho aparato:
- (a) medios de carcasa (1) que tienen montado en ellos una jaula cilíndrica montada de forma giratoria (2, 17);
- (b) medios de acceso que comprenden una puerta con bisagras montada en la carcasa; y
- 10 (c) una multiplicidad de medios de entrega en virtud de los cuales se pueden introducir al menos agua y opcionalmente agentes de limpieza en el aparato,
- caracterizado porque** dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria (2, 17) comprende adicionalmente medios de almacenamiento, en los que los medios de almacenamiento están adaptados para facilitar el almacenamiento de dicho material particulado sólido, y en donde dichos medios de almacenamiento están adaptados de tal manera que se pueda controlar la entrada o salida de fluidos y material particulado sólido por la dirección de rotación de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente, en donde dichos medios de almacenamiento comprenden al menos un compartimento (9, 13) que comprende una ruta de flujo (10, 14) que facilita dicho ingreso y salida de fluidos y material particulado sólido.
- 15
- 20 **2.** Aparato según la reivindicación 1, en donde dicho medio de almacenamiento comprende una pluralidad de dichos compartimentos (9, 13).
- 3.** Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho compartimento (9, 13) o la pluralidad de compartimentos (9, 13) está ubicada en al menos una superficie interna de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria (2, 17).
- 25 **4.** Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una pluralidad de compartimentos (9, 13) se ubica a intervalos equidistantes en la superficie circunferencial interna de dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente (2, 17) o en la superficie del extremo interno de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria (2, 17).
- 30 **5.** Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichos medios de almacenamiento están comprendidos en levantadores separados (7, 19) fijados a la superficie interna de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria (2, 17).
- 35 **6.** Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha jaula cilíndrica (2,17) montada giratoriamente comprende un tambor que comprende paredes laterales sólidas sin perforaciones.
- 7.** Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria (2, 17) está situada dentro de una primera cámara superior (16) de dichos medios de carcasa (1) y dicho aparato comprende adicionalmente una segunda cámara inferior que comprende un sumidero (3, 18).
- 40 **8.** Un aparato según la reivindicación 7, en donde dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria comprende paredes laterales perforadas en las que las perforaciones comprenden agujeros que tienen un diámetro menor que el de las partículas de dicho material particulado sólido.
- 45 **9.** Un aparato según la reivindicación 7, en donde dicha jaula cilíndrica (2, 17) montada giratoriamente comprende un tambor que comprende paredes laterales perforadas con perforaciones que tienen un diámetro no mayor de 5,0 mm.
- 50 **10.** Un método para tratar un sustrato, comprendiendo dicho método el tratamiento del sustrato con una formulación que comprende material particulado sólido, en donde dicho método se lleva a cabo en un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
- 55 **11.** Un método según la reivindicación 10, comprendiendo dicho método limpiar al menos un sustrato que comprende al menos un sustrato sucio y opcionalmente en donde dicho al menos un sustrato sucio comprende al menos una prenda de fibra textil.
- 60 **12.** Un método según la reivindicación 10 o la reivindicación 11 en donde dicho método se lleva a cabo en un aparato según la reivindicación 1 en donde dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente (2, 17) se encuentra dentro de una primera cámara superior (16) de los medios de carcasa (1) de dicho aparato, y debajo de dicha primera cámara superior (16) se encuentra una segunda cámara inferior, teniendo dicho aparato un medio de recirculación, en donde dicho método comprende los pasos de:
- (a) introducir agua en la segunda cámara inferior de dicho aparato;
- (b) calentar dicha agua;
- (c) cargar al menos un sustrato sucio en dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente (2, 17) a través de medios de acceso;
- 65 (d) cerrar los medios de acceso para proporcionar un sistema sustancialmente sellado;

- (e) introducir dicha agua en dicha jaula cilíndrica montada giratoriamente (2, 17) por medios de recirculación;
- (f) operar el aparato para un ciclo de lavado, en donde dicha jaula cilíndrica (2, 17) montada giratoriamente se hace girar y dicho material de limpieza de partículas sólidas se hace dispensar desde dichos medios de almacenamiento de una manera controlada por dicha rotación de dicha jaula (2, 17); y
- (g) continuar con los pasos (f) según sea necesario para efectuar la limpieza del sustrato sucio.

13. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 10, 11 o 12, en el que, al finalizar el ciclo de lavado, se causa la rotación de dicha jaula cilíndrica montada de forma giratoria (2, 17) con una fuerza G de menos de 1 para permitir la eliminación de dicho material de limpieza de partículas sólidas a dichos medios de almacenamiento.

14. Un método según la reivindicación 10, comprendiendo dicho método secar al menos un sustrato húmedo y opcionalmente en donde dicho al menos un sustrato húmedo comprende al menos un prendas de fibra textil.

15. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en donde la relación de material particulado sólido a sustrato está en el intervalo de 0,1:1 a 10:1 p/p y/o el ciclo de lavado se realiza a temperaturas de entre 5 y 95°C para un período de entre 5 y 120 minutos.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

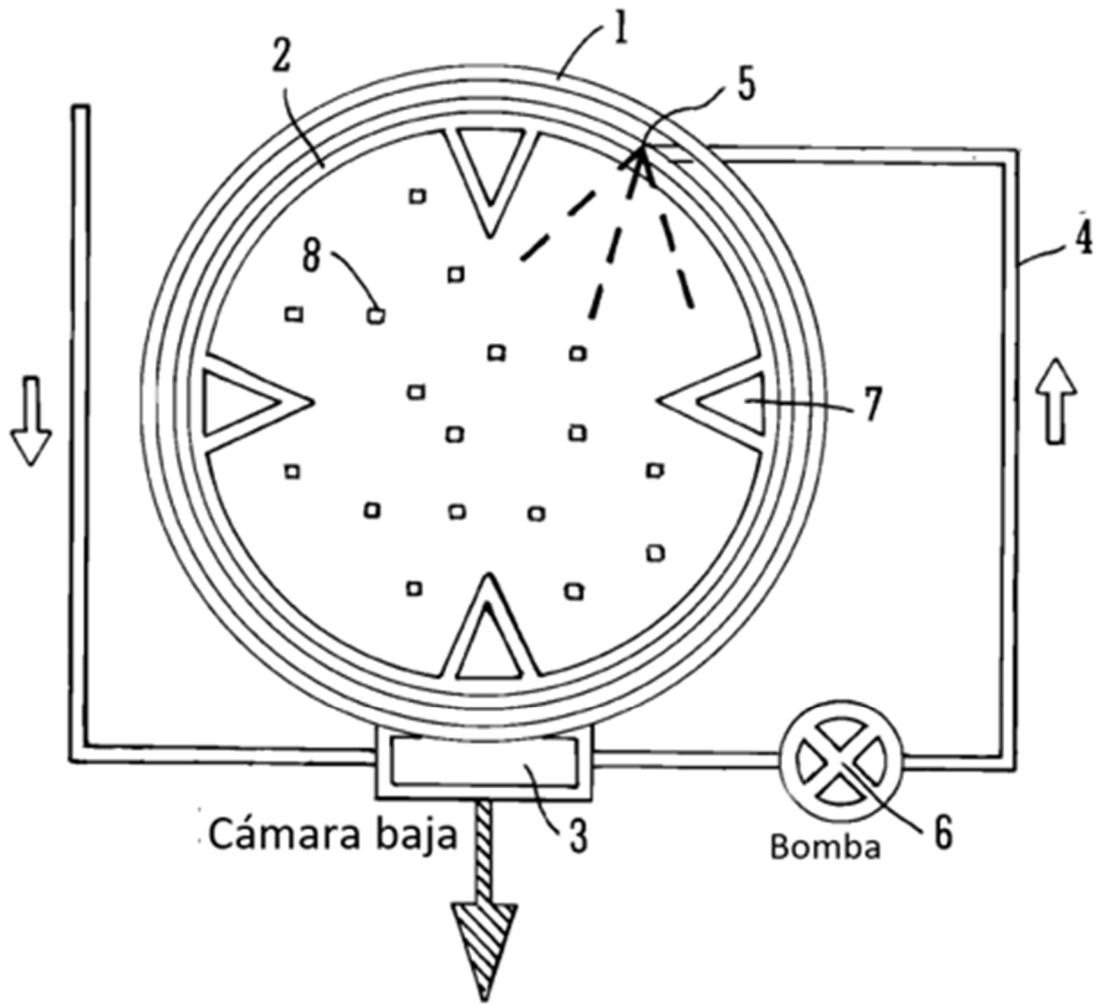
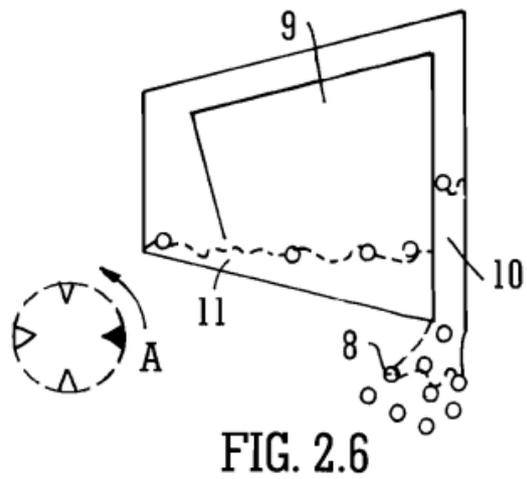
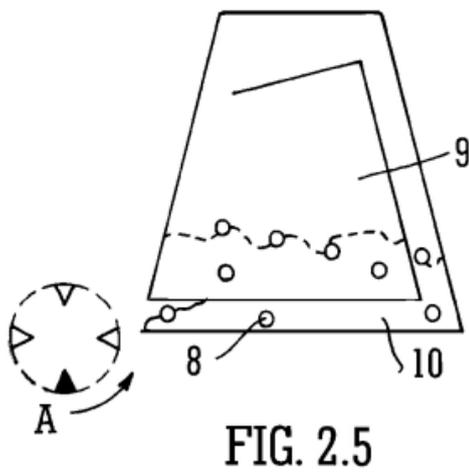
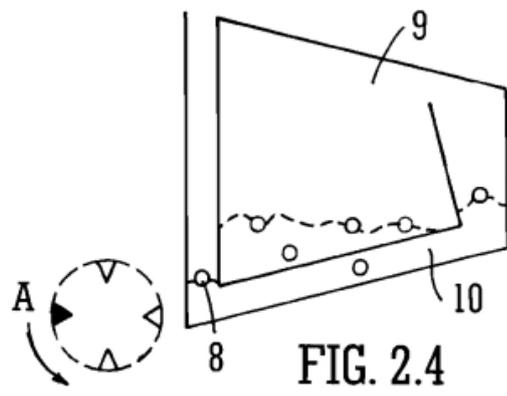
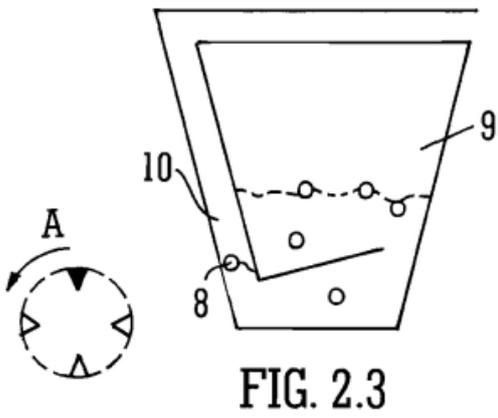
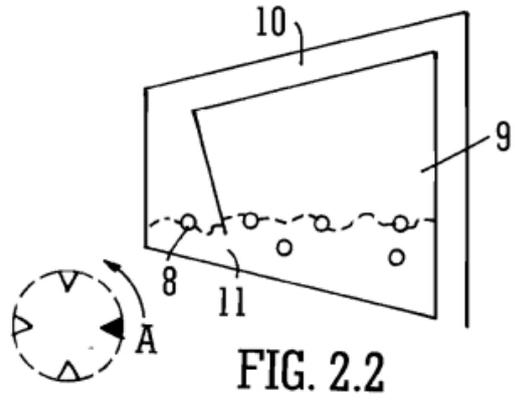
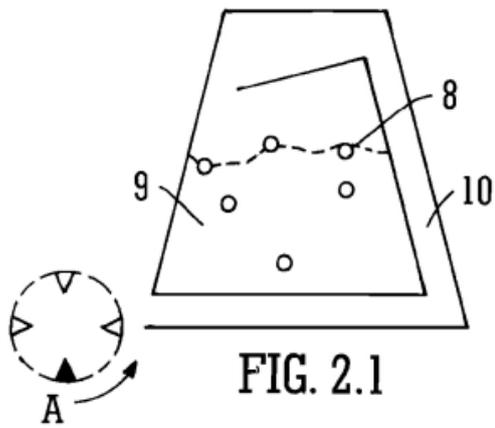


FIG. 1



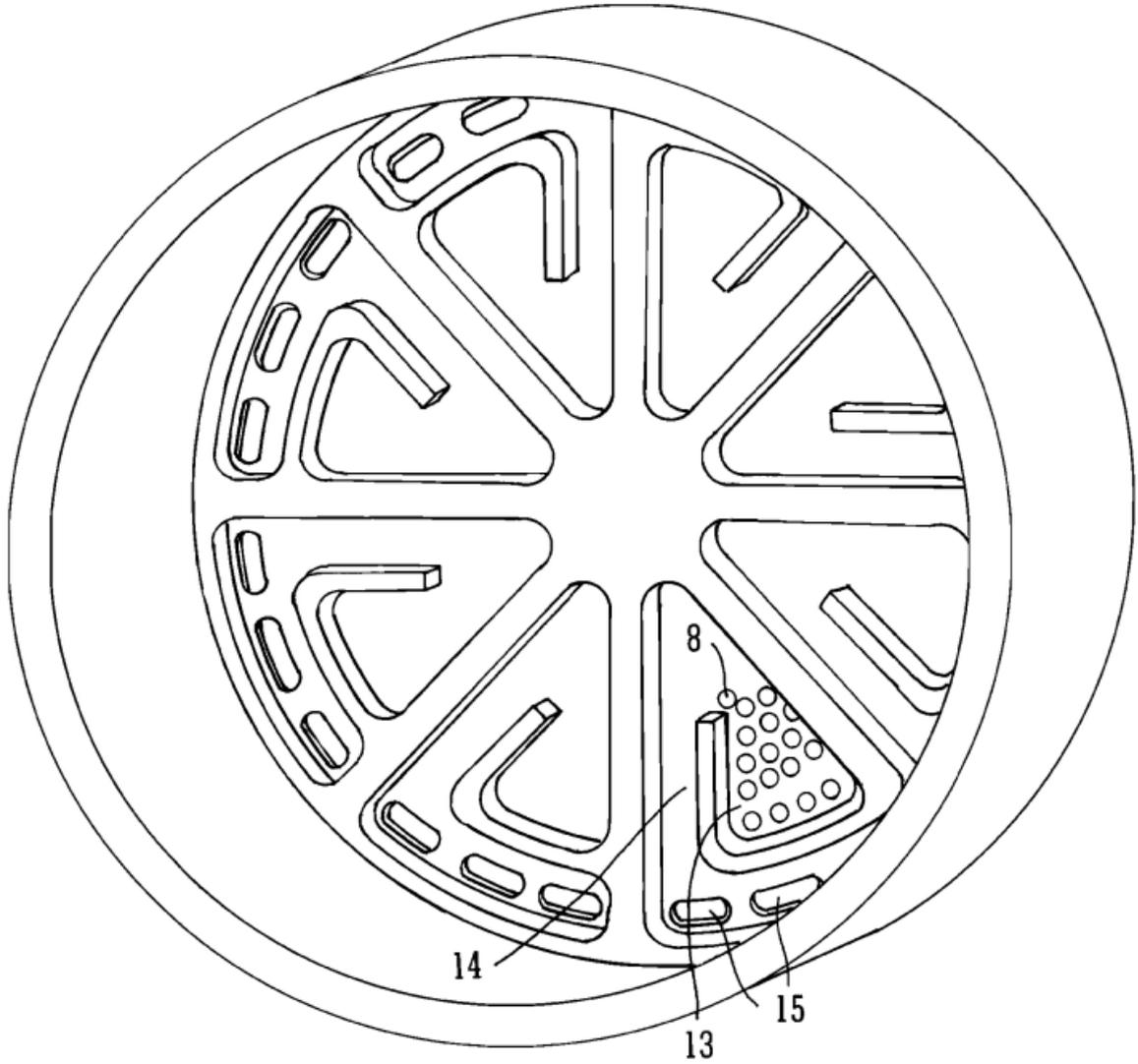


FIG. 3

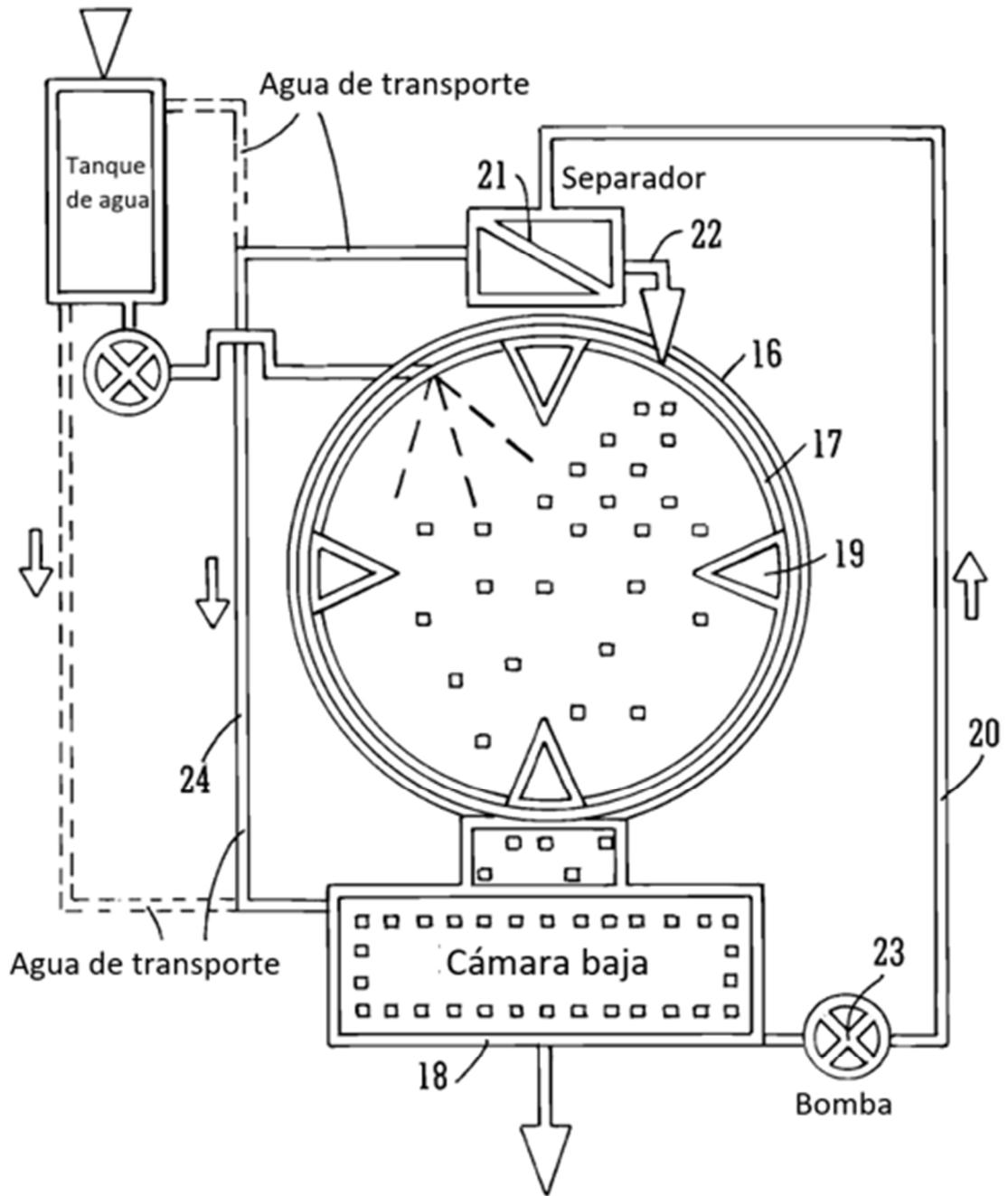


FIG. 4

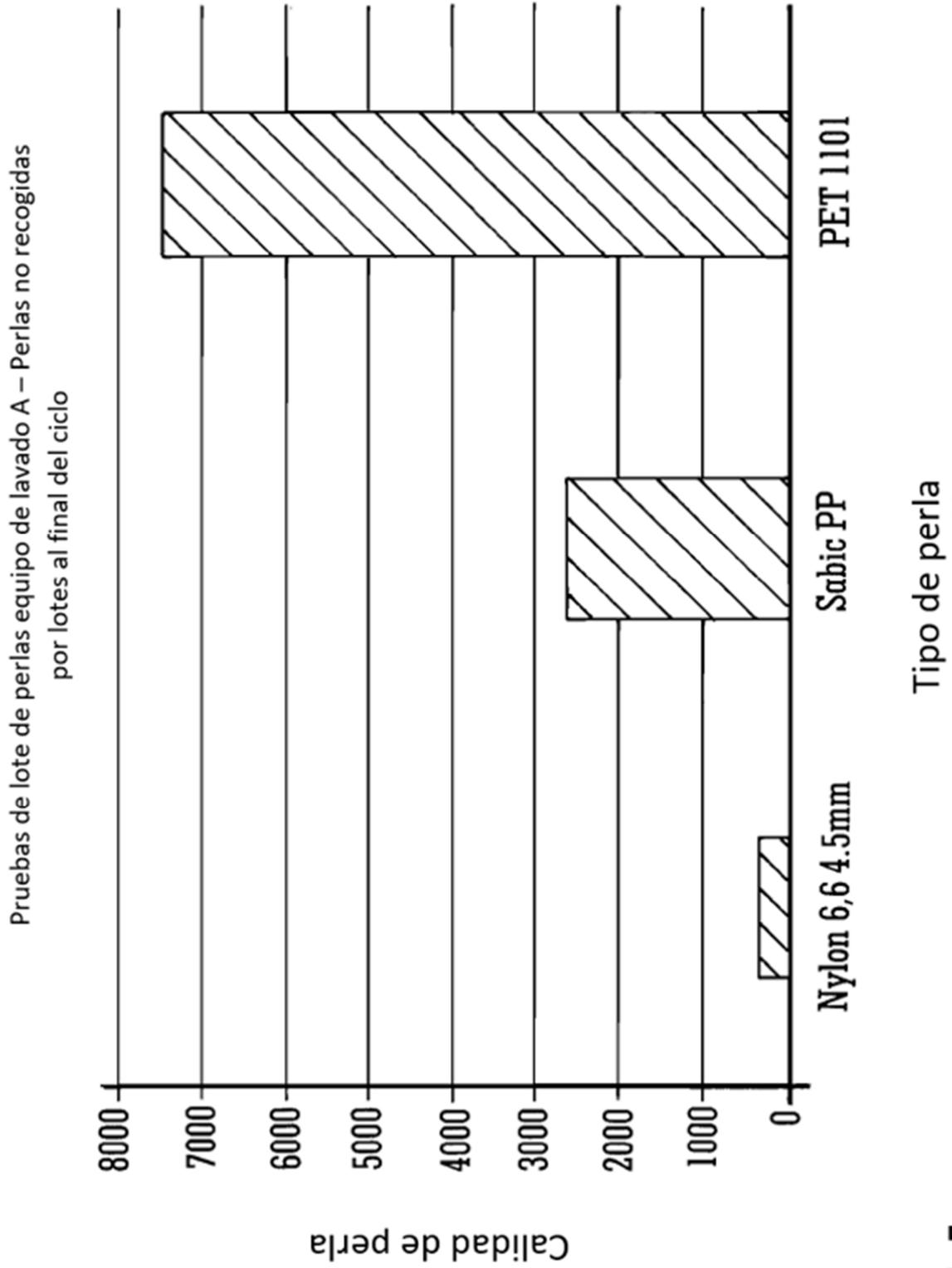


FIG. 5

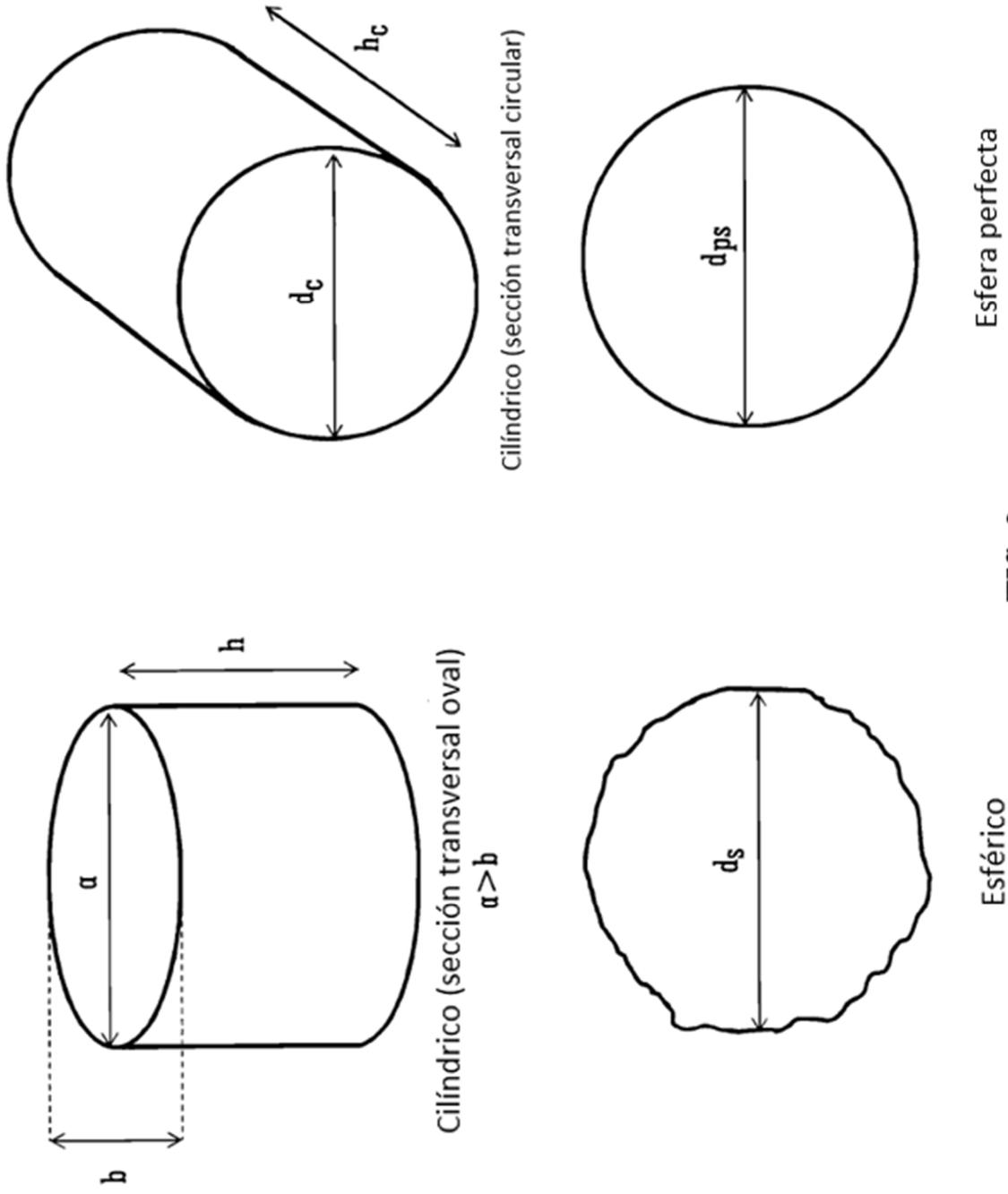


FIG. 6