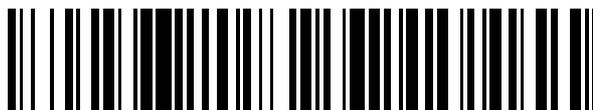


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 543**

51 Int. Cl.:

E02F 5/28 (2006.01)

E02F 3/90 (2006.01)

E02F 3/88 (2006.01)

E02F 3/92 (2006.01)

E02F 5/00 (2006.01)

E21C 45/00 (2006.01)

E21C 50/00 (2006.01)

F04D 13/08 (2006.01)

F04D 29/70 (2006.01)

F04D 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2012 E 12711216 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2015 EP 2675954**

54 Título: **Aparado y método para el dragado de sedimentos del lecho marino**

30 Prioridad:

21.01.2011 IT MI20110061

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

13.04.2016

73 Titular/es:

**DECOMAR S.P.A. (100.0%)
Via Passo della Volpe, 31, Frazione Avenza
54033 Carrara (MS), IT**

72 Inventor/es:

**BENEDETTI, DAVIDE y
BENEDETTI, MARCO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 566 543 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

Aparado y método para el dragado de sedimentos del lecho marino

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los sistemas de dragado para la extracción de sedimentos de un lecho de una extensión de agua, tal como, por ejemplo, un lecho marino, lecho de un río, lecho de un lago, lecho de un pantano, etc.

10 La presente invención se refiere, más específicamente, a un aparato de dragado para la extracción de sedimentos de un lecho de una extensión de agua, así como a un método de dragado que se puede realizar por medio del aparato antes mencionado.

15 Técnica relacionada

En el campo del dragado de sedimentos a partir un lecho marino, lecho de río o lecho de pantano, se conocen esencialmente tres tipos de aparatos de dragado: los aparatos de dragado que hacen uso de bombas (las denominadas bombas de aspiración-descarga, bombas de tornillo, bombas de paletas, bombas de diafragma), los aparatos de dragado del tipo con cucharas excavadoras y los denominados aparatos de dragado por cangilones que utilizan una pluralidad de cangilones o cubetas movidos por cadenas.

20 En los aparatos de dragado del primer tipo se utiliza generalmente una bomba, cuya función es suministrar energía a la suspensión de agua/sedimentos aspirada con el fin de empujarla en un conducto de descarga (o contraflujo) superando las pérdidas debidas a la fricción y a los efectos debido a las variaciones en la pendiente.

30 Con el fin de permitir la extracción de sedimentos que de otra manera estaría muy limitada, se utilizan diferentes tipos de dispositivos de agitación/disgregación que tienen la función de disgregar y suspender los sedimentos, creando una suspensión que se puede aspirar por la bomba.

En la actualidad, se utilizan esencialmente dos tipos de dispositivos de agitación: un primer de tipo mecánico y un segundo de tipo por chorro de agua.

35 El primer tipo de dispositivos de agitación consiste generalmente en una serie de paletas con revestimientos fabricados de un material resistente al desgaste, que se hacen girar por una extensión del eje de accionamiento del impulsor de la bomba o por medio de motores auxiliares directamente situados cerca la boca de entrada de la propia bomba cuando es necesario operar a velocidades de giro particularmente bajas.

40 El segundo tipo de dispositivos de agitación utiliza, por otro lado, una serie de boquillas dispuestas cerca de la boca de entrada de la bomba que dirigen agua a presión hacia el lecho de agua, alcanzando un efecto disgregante, llevando a los sedimentos en suspensión y realizando una pre-mezcla gracias a la turbulencia generada.

45 Los aparatos de dragado del tipo denominado cuchara con mordazas comprenden, por otro lado, una o más cucharas formadas a partir de dos cucharas opuestas articuladas centralmente, que descansan en el fondo en una posición abierta y que permiten extraer los sedimentos del lecho de agua.

50 El principio operativo de estos aparatos de dragado es el siguiente: en la superficie, las cucharas se mantienen abiertas con un gancho, y después se bajan a una velocidad baja constante. Las cucharas están equipadas con orificios que permiten que el aire salga durante la inmersión. Una vez que se toca la porción inferior, el gancho de retención se desacopla y, mientras se elevan, las cucharas recogen los sedimentos gracias a un sistema de articulación por palanca. La cantidad de material extraído depende de la compacidad del fondo y del tamaño y el peso, de las cucharas.

55 Los aparatos dragado del tipo denominado draga de cangilones comprende, por otro lado, una pluralidad de cangilones o cubetas fijadas a una cadena que, deslizándose sobre una guía que se ha hecho pivotar en la embarcación y convenientemente inclinada para descansar sobre el fondo, permite extraer los sedimentos del lecho de agua.

60 El documento GB 2080435 divulga un aparato y un método de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

Sumario de la invención

65 El Solicitante ha encontrado que los aparatos de dragado conocidos antes mencionados que hacen uso de bombas tienen una serie de inconvenientes para los que todavía no se ha encontrado una solución adecuada.

Un primer inconveniente se relaciona esencialmente con el hecho de que los dispositivos de agitación/disgregación que se utilizan permiten operar con un contenido de material sólido en la mezcla de agua/sedimentos que normalmente no exceda del 20-25 % en volumen (normalmente equivalente al 40 – 45 % en peso) y en cualquier caso con eficacia reducida al aumentar la profundidad del dragado.

5 La necesidad de suspender los sedimentos implica a su vez una baja eficiencia del aparato de dragado, es decir, la necesidad de mover caudales muy altos de agua para lograr la extracción de los sedimentos, con las consecuencias negativas indeseadas adicionales en términos del tamaño de la bomba, de su motor de accionamiento, de los conductos de descarga y, por tanto, con consecuencias negativas inevitables en términos de tiempo y coste de las operaciones de dragado.

15 Un segundo inconveniente grave se relaciona esencialmente con el hecho de que los dispositivos de agitación/disgregación que se utilizan generar una turbidez del agua que hace que los aparatos de dragado del tipo denominado aspiración-descarga no se puedan utilizar en los sitios de dragado del tipo SCI (Lugar de Importancia Comunitaria), del tipo SNI (Lugar de Importancia Nacional) o en todo caso en áreas donde por razones medioambientales, no se permite crear ningún tipo de turbidez del agua y/o ninguna dispersión de sedimentos contaminantes en el agua.

20 En las áreas antes mencionadas, de hecho, la ausencia de turbidez es uno de los parámetros operativos que se impone generalmente a fin de evitar un posible desequilibrio del sistema ambiental (fauna y flora) con el consiguiente daño medioambiental o para evitar la dispersión de materiales contaminantes sedimentados que se dispersarían de nuevo mediante la acción disgregante de los dispositivos de agitación/disgregación con efectos totalmente nocivos para el medio ambiente y la salud de la flora y la fauna.

25 Más específicamente, los métodos de dragado en las áreas SNI de acuerdo con las normas actuales deben ser tales que se minimice el impacto en el medio ambiente circundante y se logren los siguientes objetivos:

- 30 – dragar de forma segura y precisa, reduciendo al mínimo la cantidad de agua presente en los materiales extraídos;
- hacer que la cantidad de material dispersado sea próxima a cero o, en cualquier caso mínima, adoptando sistemas cerrados cuando sea posible; y
- 35 – limitar la turbidez y la dispersión de contaminantes causadas por las operaciones de dragado.

Es evidente, sin embargo, que estos objetivos no se pueden alcanzar con cualquier aparato de dragado provisto de dispositivos de agitación/disgregación.

40 Un tercer inconveniente se relaciona esencialmente con el hecho de que la acción disgregante mecánica realizada por tales aparatos de dragado conocidos no permite la operación de estos últimos con seguridad en presencia de cables, cadenas u otros residuos voluminosos: en consecuencia, estos aparatos pueden no utilizarse en puertos o ríos utilizados para la actividad náutica o en áreas donde la presencia de artefactos explosivos remanentes puede ser posible sin antes realizar un barrido de limpieza, lo que implica una penalización adicional en términos de tiempo y coste de las operaciones de dragado.

45 El Solicitante ha encontrado también que aunque los aparatos de dragado del tipo cuchara con mordazas muestran una simplicidad en cuanto a su operación que hace que sean adecuados para realizar dragados en sitios SCI, estos aparatos de dragado presentan también una serie de inconvenientes que todavía limitan su rendimiento. En particular, los aparatos de dragado del tipo cuchara con mordazas tienen:

- 50 – una precisión de posicionamiento baja y una baja capacidad de extraer los sedimentos;
- una baja capacidad para hacer próximas a cero o, en cualquier caso minimizar las cantidades del material disperso durante las etapas de carga y movimiento de los sedimentos extraídos;
- 55 – una baja capacidad de limitar la turbidez del agua durante las etapas de operación, generando una turbulencia en ascenso;
- una capacidad de producción baja;
- 60 – una seguridad de operación pobre en ausencia de un barrido de limpieza previa para artefactos explosivos remanentes; y
- 65 – una capacidad de operación pobre o limitada en lechos de agua contaminados por la presencia de cuerpos extraños (tales como cadenas, troncos, cuerdas, anclas, u otros materiales voluminosos).

- El Solicitante ha percibido así la posibilidad de superar al menos parcialmente los inconvenientes antes mencionados y, más concretamente, la posibilidad de proporcionar un aparato de dragado para la extracción de sedimentos de un lecho de una extensión de agua que se puede utilizar sin ningún tipo de limitaciones también en sitios SCI o SNI o en cualquier caso en áreas donde por razones medioambientales no se permite tener ninguna turbidez del agua, interviniendo en las características fluidodinámicas de las operaciones de dragado, en particular, mediante la creación de una depresión adecuada aguas arriba de la bomba de aspiración capaz de determinar la aspiración de una cantidad de líquido capaz de realizar una acción de extracción efectiva de los sedimentos sin ninguna intervención de los dispositivos de disgregación "activos" de tipo mecánico o de boquilla.
- Más específicamente, de acuerdo con un primer aspecto, la presente invención se refiere a un aparato de dragado para la extracción de sedimentos de un lecho de una extensión de agua de acuerdo con la reivindicación 1. De acuerdo con un segundo aspecto de la misma, la presente invención se refiere a un método de dragado para la extracción de sedimentos de un lecho de una extensión de agua de acuerdo con la reivindicación 10.
- En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término "sedimentos", se utiliza para indicar cualquier tipo de sustancia sólida o semi-sólida depositada por gravedad en el lecho de una extensión de agua, tal como por ejemplo arena, grava, barro, lodos y escombros.
- En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, la expresión "extensión de agua", se debe interpretar en su sentido más amplio, incluyendo agua no solo sustancialmente agua confinada tal como lagos, puertos, cuencas, pantanos, etc., sino también agua abierta o libre de correr como ríos y mares.
- En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, la expresión "bomba sumergible", se utiliza para indicar una bomba provista de un impulsor y con un dispositivo de accionamiento estanco respectivo, ambos sumergidos en la extensión de agua en la que es necesaria realizar las operaciones de dragado, o en cualquier caso cualquier bomba capaz de generar una depresión en el interior del cabezal tal del tipo con un flujo pulsado, por ejemplo una peristáltica, una bomba de pistón y una bomba de membrana,.
- En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término "impulsor", se utiliza para indicar cualquier tipo de rueda con palas que permite transformar la energía suministrada por el dispositivo de accionamiento de la bomba en energía cinética. Por tanto, por ejemplo, el impulsor puede estar provisto de una serie de palas conformadas dispuestas radialmente sobre un cuerpo en forma de disco (en cuyo caso, la bomba es de tipo centrífuga), o puede estar provista de una serie de palas que se extienden radialmente a partir de una cangilón (en cuyo caso, la bomba es del tipo axial), o puede tener la forma de lóbulos o de un tornillo sin fin.
- En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, la expresión "dispositivo de accionamiento", se utilizará para indicar cualquier aparato, tal como por ejemplo un motor hidráulico o eléctrico, o cualquier mecanismo de transmisión de movimiento cinemático capaz de hacer girar el impulsor de la bomba a la velocidad deseada.
- En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, la expresión "alcance de trabajo de la bomba", se utilizará para indicar, para una bomba de tamaño y potencia determinada, la combinación del caudal y cabezal, que permite a la bomba realice las operaciones de dragado.
- En el marco de la presente descripción y en las reivindicaciones posteriores, el parámetro "velocidad de aspiración", pretende medirse en la boca de aspiración del cabezal de aspiración o inmediatamente aguas arriba del mismo. Se debe entender también que este parámetro se refiere tanto al agua como tal como a una suspensión de agua y sedimentos en función de las condiciones de operación del aparato de dragado.
- En el marco de la presente descripción y en las reivindicaciones posteriores, el parámetro "velocidad de la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración" pretende medirse en la boca de aspiración del cabezal de aspiración o inmediatamente aguas arriba del mismo.
- En el marco de la presente descripción y en las reivindicaciones posteriores, todos los números que expresan cantidades, cuantías, porcentajes, etc., se han de entender como siendo precedidos en todos los casos por la expresión "aproximadamente" salvo que se indique lo contrario. Además, todos los intervalos de entidades numéricas incluyen todas las combinaciones posibles de los valores numéricos máximos y mínimos y todos los posibles intervalos intermedios de los mismos, además de aquellos indicados específicamente a continuación.
- En la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores, finalmente, los términos "horizontal"; "vertical", "superior", "inferior" y "lateral" se utilizarán para indicar elementos geométricos y estructurales del aparato de dragado y de los componentes que constituyen el mismo según se orientan en la condición de uso de los mismos.
- De acuerdo con la invención y gracias a la presencia de:
- una bomba sumergible que incluye un impulsor y un dispositivo de accionamiento respectivo que pueden, ambos, sumergirse en la extensión de agua durante las operaciones de dragado, y

- un cabezal de aspiración que tiene una abertura de aspiración de sedimentos con un área en sección transversal adecuadamente dimensionada,

es ventajosamente posible tanto llevar el cabezal de aspiración de los sedimentos lo más cerca posible al lecho, como aumentar en gran medida la velocidad de aspiración en la área de trabajo de la bomba sin tener fenómenos de cavitación y generar, al mismo tiempo, una fuerte depresión en el abertura de aspiración e inmediatamente aguas arriba de la misma, tal como para extraer del perímetro exterior de la abertura de aspiración del cabezal tanto el agua como los sedimentos que son así erosionados - sin ninguna dispersión apreciable - por medio del efecto de solo la acción de extracción fluidodinámica realizada por el agua aspirada en el cabezal.

En otras palabras, y a diferencia de los aparatos de dragado denominados aspiración-descarga conocidos, el aparato de dragado de la invención carece de dispositivos de agitación/disgregación (ya sea de tipo mecánico o por chorro de agua), o de piezas o dispositivos que tienen la función de disgregante y que llevan a suspensión los sedimentos creando de ese modo una suspensión que puede de alguna manera dispersarse en agua y ya no aspirarse por la acción de extracción fluidodinámica realizada por el agua aspirada en el cabezal.

En agudo contraste, el aparato y método de dragado de la invención permiten realizar eficazmente las operaciones de dragado en la ausencia de ningún contacto con el lecho de agua por medio de una acción de aspiración/extracción fluidodinámica de los sedimentos transportados por el agua aspirada por el cabezal de aspiración como consecuencia de la depresión generada tanto en la abertura de aspiración del cabezal como cerca de dicha abertura de aspiración, en particular, por debajo y alrededor de la misma.

El aparato y método de dragado de la invención son por tanto capaces de superar todos los inconvenientes de los aparatos de dragado conocidos, tanto del tipo de aspiración-descarga como del tipo de cuchara con mordazas o del tipo de draga de cangilones, así como de los métodos de dragados realizados por medio de los mismos.

En particular, el aparato y el método de dragado de la invención permiten:

- aspirar una suspensión de agua/sedimentos que tiene un alto contenido de sólidos, hasta que se alcance un valor igual o mayor al 40 % en volumen y, por lo tanto, lograr una alta eficacia de dragado en términos de productividad;
- reducir drásticamente el impacto medioambiental, lo que permite su uso en sitios SCI o SNI o en cualquier caso en áreas donde, por razones medioambientales, la turbidez y/o dispersión de sedimentos contaminantes en el agua razones agua no son admisibles;
- recuperar y, si es necesario, tratar y/o aprovechar, los materiales sólidos dragado;
- reducir el tiempo y coste de las intervenciones.

La presente invención en al menos uno de los aspectos antes mencionados puede tener al menos una de las siguientes características preferidas.

Aparato de dragado

Para los fines de la invención, la abertura de aspiración del cabezal de aspiración se conforma preferentemente de tal manera como para permitir el paso del caudal de aspiración deseado en el alcance de trabajo de la bomba a la velocidad antes mencionada adaptada para extraer los sedimentos por medio de la acción de extracción fluidodinámica realizada por el agua aspirada en el cabezal.

La abertura de aspiración del cabezal puede ser por tanto circular, elíptica, poligonal, o de otro tipo de acuerdo con las operaciones de dragado que se van a realizar.

Preferentemente, la abertura de aspiración del cabezal de aspiración es circular o poligonal, por razones obvias de simplicidad de construcción.

Preferentemente, el tamaño mínimo (diámetro mínimo en el caso de una abertura de aspiración circular) es de 100 mm, mientras que el tamaño máximo (diámetro máximo en el caso de una abertura de aspiración circular) es de 1.500 mm. Más preferentemente, el tamaño (diámetro en el caso de una abertura de aspiración circular) de la abertura de aspiración está comprendido entre 200 mm y 1200 mm y, aún más preferentemente, entre 300 mm y 900 mm.

Preferentemente, el área en sección transversal de la abertura de aspiración está comprendida entre 0,008 y 1,76 m². Más preferentemente, el área en sección transversal de la abertura de aspiración está comprendida entre 0,03 y 1,13 m² y, aún más preferentemente, entre 0,07 y 0,63 m².

ES 2 566 543 T3

De esta manera, es ventajosamente posible impartir valores óptimos para el tamaño de la abertura de aspiración de acuerdo con las características físicas y de cohesión de los sedimentos a extraer.

5 Al operar dentro de los valores de tamaño preferidos antes mencionados de la abertura de aspiración y en función del caudal de la bomba sumergible (cuyo valor se puede determinar en la etapa de diseño), por otro lado, es ventajosamente posible generar una fuerte depresión que determina la aspiración de una suspensión de agua/sedimentos que tiene una concentración de sólidos que puede ser muy alta.

10 En una realización preferida, la abertura de aspiración del cabezal tiene un área en sección transversal más pequeña que el área en sección transversal máxima del cabezal de aspiración.

15 De esta manera, es ventajosamente posible crear, dentro del cabezal de aspiración, una sección calibrada, que genera una fuerte depresión, tanto en la abertura de aspiración del cabezal como cerca de dicha abertura de aspiración con una alta velocidad de aspiración consiguiente del agua o de la suspensión agua/sedimentos.

20 Preferentemente, y como se verá más claro en lo sucesivo, la velocidad media de aspiración, medida en la abertura de aspiración del cabezal de aspiración, puede variar entre 0,3 m/s y 30 m/s esencialmente en función de las características de tamaño y cohesión de las partículas de los sedimentos.

Más específicamente, la velocidad media de aspiración es una función de los siguientes parámetros:

- tamaño de partícula y características de cohesión del material a aspirar;
- grado de contaminación por cuerpos extraños y tamaño de los mismos;
- 25 – profundidad de aspiración; y
- porcentaje de sólidos en la suspensión de agua/sedimentos a obtener.

30 Por otra parte, es ventajosamente posible, gracias al aumento del área en sección transversal aguas abajo de la abertura de aspiración, lograr una reducción adecuada en la velocidad media de la suspensión agua/sedimentos aspirada en el cabezal a fin de permitir una disminución adecuada del material sólido (sedimentos, pero también piedra rota, o escombros de diversos tipos) aspirado.

35 Preferentemente, la velocidad media en el área en sección transversal máxima del cabezal de aspiración está comprendida entre 0,1 m/s y 25 m/s.

40 Como consecuencia de tales velocidades medias de aspiración, el valor de presión absoluta en la boca de entrada del cuerpo de alojamiento de la bomba se mantiene preferentemente en valores no inferiores a 0,1 bar a fin de no provocar fenómenos de cavitación indeseados.

45 Evidentemente y en función de la profundidad de dragado, es decir, del valor de la carga de líquido que se encuentra por encima del cabezal de aspiración y de la bomba asociada a la misma, es posible tener una depresión dentro del cabezal de aspiración y, en particular, en la boca de entrada del cuerpo de alojamiento de la bomba, incluso con valores de presión absoluta superiores a 1 bar, por ejemplo, cuando las operaciones de dragado se realizan a profundidades superiores a 10 m.

50 En este caso, el cabezal de líquido facilita aún más las operaciones de dragado realizadas por medio del aparato y del método de la invención puesto que el cabezal de líquido hace que sea posible, si se desea, aumentar la velocidad de aspiración sin acercarse significativamente a las condiciones de cavitación de la bomba.

Para los fines de la invención, el cabezal de aspiración puede tener diversas formas diferentes.

55 En una realización preferida y con independencia de la forma específica del cabezal de aspiración, este último comprende un tabique perforado soportada en el cabezal aguas abajo de la abertura de aspiración y adaptada para sujetar el material sólido que tiene un tamaño inferior o igual a la sección de paso de los orificios realizados en el tabique perforado.

60 Preferentemente, el tabique perforado se monta estacionaria dentro del cabezal de aspiración.

65 Para los fines de la invención, la forma, el tamaño, la distribución y el número de orificios se pueden seleccionar por un experto en la materia de acuerdo con las características de tamaño de partículas de los sedimentos a aspirarse con el fin de optimizar la eficacia de las etapas de separación y de descontaminación posteriores del material sólido aspirado.

ES 2 566 543 T3

Por tanto, por ejemplo, la forma de los orificios realizados en el tabique perforado puede ser circular, elíptica o poligonal de acuerdo con las características de tamaño de partículas de los sedimentos.

5 Preferentemente, los orificios realizados en el tabique perforado se distribuyen de manera uniforme en la porción del tabique expuesta al paso de la suspensión de agua/sedimentos.

Preferentemente, el tamaño mínimo (diámetro mínimo en el caso de orificios circulares) de los orificios es de 15 mm, mientras que el tamaño máximo (diámetro máximo en el caso de orificios circulares,) es de 300 mm.

10 Preferentemente, los orificios realizados en el tabique perforado son circulares y tienen un área de paso en sección transversal comprendida entre 175 y 75.000 mm².

15 Ventajosamente, el posicionamiento del tabique perforado dentro del cabezal de aspiración permite obtener, con respecto a los aparatos de dragado conocidos, no solo una mayor flexibilidad de operación del aparato de dragado puesto que ningún residuo sólido de gran tamaño puede interferir con la operación del cabezal de aspiración, sino también la posibilidad de separar el material sólido que tiene un tamaño que excede la sección de paso de los orificios realizados en el tabique perforado del resto de los sedimentos, conteniendo tal material en el área del cabezal aguas arriba del tabique perforado para su posterior recuperación y extracción.

20 En otras palabras, el tabique perforado realiza ventajosamente la función de una partición de clasificación que realiza una primera selección del tamaño de partícula de los sedimentos aspirados por el cabezal de aspiración.

25 Las condiciones de depresión generadas dentro del cabezal de aspiración durante las operaciones de dragado permiten ventajosamente, por otro lado, mantener el material sólido grueso separado por el tabique perforado dentro del cabezal de aspiración durante las operaciones de dragado y permitir, de este modo, la recuperación de dicho material extrayéndolo del área dragada con el fin de disponer adecuadamente de la misma.

30 En particular, en el caso de dragado en sitios contaminados esta característica permite que el cabezal de aspiración realice un lavado enérgico de los sedimentos de dimensiones superiores a las dimensiones de los orificios del tabique perforado, a fin de eliminar todas sus impurezas contaminantes y permitir la recuperación o extracción de sedimentos a costes más bajos.

35 En el caso en el que una tabique perforado se soporta en el cabezal de aspiración, la característica preferida de acuerdo con la que la abertura de aspiración del cabezal tiene un área en sección transversal más pequeña que el área en sección transversal máxima del cabezal de aspiración, permite para obtener los efectos técnicos ventajosos e importantes adicionales de:

- limitar las tensiones mecánicas en el tabique perforado;
- 40 – limitar los fenómenos de desgaste debido a impactos en el tabique perforado;
- permitir una autonomía de operación suficiente entre una operación de limpieza del área aguas arriba del tabique perforado y la siguiente; y
- 45 – realizar una clasificación previa de los sedimentos aspirados a fin de optimizar las etapas posteriores de separación y/o descontaminación.

50 En una realización preferida, el cabezal de aspiración puede tener una forma cilíndrica y tener un área en sección transversal sustancialmente constante (por lo tanto, igual al área en sección transversal máxima del cabezal).

55 En una realización preferida adicional, el cabezal de aspiración comprende al menos una primera porción proximal a la abertura de aspiración con un área en sección transversal progresivamente creciente que se aleja de dicha abertura y una segunda porción distal con respecto a la abertura de aspiración con un área en sección transversal sustancialmente constante.

De esta manera, es ventajosamente posible tanto ralentizar progresivamente la velocidad de la suspensión de agua/sedimentos aspirada en el cabezal como facilitar el vaciado del cabezal de aspiración de los escombros retenidos aguas arriba del tabique perforado posiblemente presente en el propio cabezal.

60 De esta manera, es por tanto ventajosamente posible optimizar desde el punto geométrico y fluidodinámico el área del cabezal de aspiración proximal a la abertura de aspiración (aguas arriba del tabique perforado, si está presente).

65 Preferentemente, el cabezal de aspiración comprende, en la primera porción antes mencionada proximal a la abertura de aspiración, una pared inferior que tiene una inclinación con respecto a un eje longitudinal de la abertura de aspiración comprendida entre 5° y 85° y, aún más preferentemente, entre 25° y 70°.

En el marco de la presente descripción y en las reivindicaciones posteriores, los valores de inclinación angulares pretenden medirse en la dirección en sentido horario a partir del eje longitudinal de la abertura de aspiración y teniendo en cuenta las porciones a la derecha de un eje de este tipo en la condición de uso vertical del cabezal.

5 Es evidente que, por razones de simetría, tales valores de inclinación angular son idénticos a los medidos en la dirección en sentido antihorario comenzando desde el eje longitudinal de la abertura de aspiración y teniendo en cuenta las porciones a la izquierda de un eje de este tipo.

10 En una realización preferida adicional, el cabezal de aspiración comprende una primera porción proximal a la abertura de aspiración con un área en sección transversal sustancialmente constante y una segunda porción distal con respecto a la abertura de aspiración con un área en sección transversal progresivamente decreciente que se aleja de dicha primera porción.

15 De esta manera, es ventajosamente posible optimizar desde el punto de vista geométrico y fluidodinámico el área del cabezal de aspiración distal con respecto a la abertura de aspiración (aguas abajo del tabique perforado, si está presente), en particular, mejorando la eficacia fluidodinámica del cabezal cerca de la boca de entrada del cuerpo de la bomba, optimizando la operación de esta última.

20 En una realización preferida adicional, el cabezal de aspiración comprende al menos una primera porción proximal a la abertura de aspiración con un área en sección transversal progresivamente creciente que se aleja de dicha abertura y una segunda porción distal con respecto a la abertura de aspiración con un área en sección transversal progresivamente decreciente que se aleja de dicha primera porción.

25 De esta manera, también es ventajosamente posible optimizar desde el punto de vista geométrico y fluidodinámico tanto el área del cabezal de aspiración proximal a la abertura de aspiración, como la distal con respecto a dicha abertura (respectivamente aguas arriba y aguas abajo del tabique perforado, si está presente).

30 Preferentemente, el cabezal de aspiración comprende, en la segunda porción antes mencionada distal con respecto a la abertura de aspiración, una pared superior que tiene una inclinación con respecto a un eje longitudinal de la abertura de aspiración comprendida entre 95° y 175° y, aún más preferentemente, entre 120° y 150° .

35 En una realización preferida, el cabezal de aspiración comprende un par de porciones proximales a la abertura de aspiración con un área en sección transversal progresivamente creciente que se aleja de dicha abertura y una inclinación diferente con respecto al eje longitudinal de la abertura de aspiración.

40 Más específicamente, el cabezal de aspiración comprende preferentemente una primera porción de su pared inferior más estrecha con respecto a la abertura de aspiración que tiene una inclinación con respecto al eje longitudinal de la abertura de aspiración comprendida entre 0° y 85° y, aún más preferentemente, entre 5° y 70° y una segunda porción de su pared inferior que tiene una inclinación con respecto a un eje longitudinal de este tipo comprendida entre 5° y 80° y, aún más preferentemente, entre 25° y 65° .

45 De esta manera, es ventajosamente posible proporcionar el cabezal de aspiración con un elemento que reduce su sección transversal y que, en el caso de sedimentos particularmente cohesivos (por ejemplo, arcilla compacto), permita obtener un área en sección transversal adecuadamente reducida de la abertura de aspiración con el fin de aumentar la velocidad de aspiración y, por lo tanto, la capacidad de extracción de sedimentos por el cabezal.

50 En una realización preferida, este elemento reductor puede comprender una pluralidad de escotaduras formadas en el borde periférico de la abertura de aspiración a fin de evitar la activación de posibles fenómenos de cavitación en el caso de contacto accidental con el lecho de agua.

55 En una realización preferida adicional, el cabezal de aspiración comprende además una porción intermedia interpuesta entre dicha primera y segunda porciones del cabezal de aspiración.

En una primera realización preferida, esta porción intermedia tiene un área en sección transversal sustancialmente constante.

60 En una segunda realización preferida, la porción intermedia comprende una porción inferior proximal a la abertura de aspiración y tiene un área en sección transversal progresivamente creciente que se aleja de dicha abertura y una porción distal superior con respecto a la abertura de aspiración y tiene un área en sección transversal progresivamente decreciente que se aleja de la porción inferior.

65 En este caso, la porción intermedia se forma preferentemente de dos porciones de extremo mutuamente adyacentes de la primera y segunda porciones antes mencionadas del cabezal de aspiración y tiene una inclinación más baja con respecto al eje longitudinal de la abertura de aspiración que la porción restante de la primera y segunda porciones, respectivamente.

5 Como consecuencia de esto, la porción intermedia tiene por tanto, en la parte inferior, un área en sección transversal progresivamente creciente que se aleja de la abertura de aspiración (aunque en menor medida con respecto a lo que ocurre en la porción inferior del cabezal debido a la mayor inclinación de la primera porción del cabezal de aspiración) y, en la parte superior, un área en sección transversal progresivamente decreciente que se aleja de la porción de extremo de la primera porción del cabezal de aspiración (aunque en menor medida con respecto a lo que ocurre en la porción superior del cabezal debido a la mayor inclinación de la segunda porción del cabezal de aspiración).

10 Preferentemente, la porción inferior de la porción intermedia (que consiste preferentemente en el extremo superior de la primera porción del cabezal de aspiración) tiene una inclinación con respecto al eje longitudinal de la abertura de aspiración comprendida entre 0° y 80° y, todavía más preferentemente, entre 20° y 65°.

15 Preferentemente, la porción superior de la porción intermedia (que consiste preferentemente en el extremo inferior de la segunda porción del cabezal de aspiración) tiene una inclinación con respecto al eje longitudinal de la abertura de aspiración comprendida entre 100° y 180° y, todavía más preferentemente, entre 115° y 160°.

20 En el marco de la realización preferida en la que el cabezal de aspiración comprende una porción intermedia interpuesta entre la primera y segunda porciones del cabezal de aspiración, es particularmente preferible y ventajoso que el tabique perforado antes mencionada, si está presente, se soporte en el cabezal de aspiración en dicha porción intermedia del cabezal de aspiración.

Gracias a la configuración de la porción intermedia del cabezal de aspiración y, en particular cuando el cabezal tiene una inclinación doble, es posible conseguir los siguientes efectos técnicos ventajosos:

- 25 – evitar que el material sólido que tiene un tamaño más pequeño que la sección de paso de los orificios realizados en el tabique perforado quede atrapado entre la pared inferior del cabezal y el tabique perforado y, por tanto, no pase más allá de este último;
- 30 – evitar que el material sólido que tiene un tamaño más grande que la sección de paso de los orificios realizados en el tabique perforado quede atrapado entre la pared inferior del cabezal y el tabique perforado, por lo que es difícil realizar la operación de vaciar el área del cabezal aguas arriba del tabique perforado (la porción proximal a la abertura de aspiración); y
- 35 – evitar que el material sólido que tiene un tamaño más pequeño que la sección de paso de los orificios realizados en el tabique perforado quede atrapado entre la pared superior del cabezal y el tabique perforado evitando de este modo que sea arrastrado por la bomba.

40 Preferentemente, la primera y/o segunda porciones y/o la porción intermedia antes mencionadas del cabezal de aspiración tienen una forma sustancialmente troncocónica a fin de facilitar las operaciones de fabricación de las mismas.

45 En una realización preferida alternativa, la primera y/o segunda porciones antes mencionadas del cabezal de aspiración (incluyendo la porción de extremo opcional que tiene una inclinación diferente y/o porción intermedia, si está presente) pueden consistir en paredes facetadas que comprenden una pluralidad de segmentos planos inclinados adecuadamente con respecto al eje longitudinal de la abertura de aspiración y conectados de lado a lado.

50 Para los fines de la invención, el cabezal de aspiración se puede hacer integralmente como una sola pieza o, como alternativa, puede consistir en dos o más porciones estructuralmente independientes (por ejemplo una porción inferior, una porción superior y, opcionalmente, una porción intermedia) asociadas de forma separable entre sí a través de medios de fijación convencionales, tales como, por ejemplo, una pluralidad de pernos insertados en una brida o en aletas radialmente exteriores adecuadas que se perforan adecuadamente.

55 En este caso, es ventajosamente posible montar de forma separable el tabique perforado entre las porciones de cabezal y desmontar el cabezal de aspiración (tabique perforado incluido) facilitando de este modo las operaciones de limpieza y de mantenimiento del mismo.

60 En una realización preferida adicional, la porción del cabezal de aspiración distal con respecto a la abertura de aspiración puede estar provista de uno o más puertos de inspección a fin de ser capaz de inspeccionar el espacio interior del cabezal de aspiración y verificar la necesidad de una posible intervención para extraer los materiales sólidos contenidos en el tabique perforado y/o realizar intervenciones de mantenimiento o de reparación.

En una realización preferida adicional, el aparato de dragado comprende una pluralidad de elementos de desviación de flujo asociados al cabezal de aspiración cerca de dicha abertura de aspiración.

65 De esta manera, es ventajosamente posible impartir orientaciones particulares y ventajosas al flujo de agua aspirado tanto aguas arriba como aguas abajo de la abertura de aspiración del cabezal en función de la posición interior y/o

exterior, de los elementos de desviación de flujo en el propio cabezal de aspiración.

Por tanto, en una primera realización preferida, los elementos de desviación de flujo se pueden situar externamente en el cabezal de aspiración cerca de la abertura de aspiración: de esta manera, es ventajosamente posible facilitar la erosión de los sedimentos por el flujo de agua aspirado hacia la abertura de aspiración, de acuerdo con un movimiento radial o giratorio altamente dirigido de tipo centrífugo, en particular cuando los sedimentos tienen una naturaleza compacta.

En una realización preferida adicional, los elementos de desviación de flujo se pueden situar internamente en el cabezal de aspiración cerca de la abertura de aspiración: de esta manera, es ventajosamente posible impartir a la suspensión de agua/sedimentos aspirada un movimiento radial o giratorio altamente dirigido de tipo centrífugo que facilita su transporte hacia la boca de entrada de la bomba.

Evidentemente, también es posible tener tanto una configuración interior como exterior de los elementos de desviación de flujo consiguiendo de esta manera una combinación ventajosa de los efectos técnicos antes mencionados.

En el marco de estas realizaciones preferidas, los elementos de desviación de flujo consisten preferentemente en una pluralidad de aletas con una forma sustancialmente rectilínea o curvilínea que se extienden a lo largo de una dirección radial o a lo largo de una dirección inclinada con respecto a dicha dirección radial.

De esta manera, es ventajosamente posible conseguir el efecto de desviación deseado del flujo de líquido en una forma mecánicamente simple, impartiendo al mismo un movimiento sustancialmente rectilíneo altamente dirigido o un movimiento sustancialmente giratorio de tipo centrífugo.

En una realización preferida, el aparato de dragado comprende además un dispositivo de separación para separar la suspensión de agua y sedimentos descargada del aparato de aspiración en una fase líquida y una fase sólida que incluye los sedimentos.

Para los fines de la invención, cualquier dispositivo de separación sólido-líquido adecuado se puede utilizar, tal como por ejemplo un separador de ciclón centrífugo, un filtro de membrana, un filtro por vibración o roto-vibración o un sistema de flotación.

De esta manera, es ventajosamente posible tanto recuperar los sedimentos para un tratamiento posterior, almacenamiento o reutilización de los mismos, como tener un flujo de agua sustancialmente libre de sedimentos que se puede hacer recircular al cabezal de aspiración como se ilustrará más adelante.

Preferentemente, el dispositivo de separación está en la superficie y se instala en un casco del aparato de dragado en el que se instalan los elementos de control y posicionamiento del cabezal de aspiración y la bomba sumergible.

En el marco de esta realización preferida, el aparato de dragado comprende preferentemente un sistema de recirculación en el cabezal de aspiración, particularmente hacia su abertura de aspiración, de al menos una parte de la fase líquida separada por dicho dispositivo de separación.

Preferentemente, el sistema de recirculación es de tipo "pasivo", en otras palabras, no se proporciona con ningún aparato adicional, por ejemplo una bomba, para la presurización y hacer recircular activamente la fase líquida hacia el cabezal de aspiración, sino que simplemente comprende uno o más conductos para el transporte de la fase líquida recirculada hacia el cabezal de aspiración, particularmente, hacia su abertura de aspiración.

En esta realización preferida de la invención, la fase líquida se hace recircular por tanto hacia la abertura de aspiración del cabezal de aspiración de manera "pasiva"; más específicamente, la fase líquida se extrae hacia la abertura del cabezal de aspiración gracias a la depresión que se crea en y cerca de una abertura de este tipo por la bomba sumergible proporcionada aguas abajo del cabezal de aspiración y que constituye el único miembro de movimiento de líquido en el aparato de dragado.

De esta manera, es ventajosamente posible hacer recircular hacia la abertura de aspiración del cabezal de aspiración al menos una parte de la fase líquida separada por el dispositivo de separación, preferentemente toda la fase líquida separada excepto por la parte que permanece en el forma de humedad residual en los sedimentos separado y/o limpios, sin ningún elemento de accionamiento adicional, sino simplemente aprovechando la acción de la bomba sumergible, que cualquier caso ya se ha proporcionado para aspirar los sedimentos en el aparato de dragado.

El sistema de recirculación define también un circuito hidráulico cerrado real, es decir, significando con este término que la recirculación de fluido en el circuito no entra sustancialmente en contacto con el medio ambiente fuera del cabezal.

5 El fluido de recirculación que recircula continuamente en el circuito hidráulico cerrado antes mencionado sin intercambios sustanciales de materia con el ambiente exterior realiza ventajosamente una función de dilución de la suspensión de agua/sedimentos aspirada por el cabezal de aspiración ajustando su densidad (dada por la concentración de sólidos) en valores compatibles con la correcta operación del circuito de aguas abajo de la bomba sumergible, optimizando de este modo la eficacia de todo el sistema para la aspiración y descarga de la suspensión, así como del dispositivo de separación sólido/líquido que se alimenta con una suspensión que tiene características de densidad que son constantes, controladas y ajustables según se desee.

10 Preferentemente, el cabezal de aspiración se proporciona en esta realización preferida con un espacio hueco interior que define una porción anular exterior de dicha abertura de aspiración y en comunicación líquida con el sistema de recirculación para la alimentación de la fase líquida separada por el dispositivo de separación hacia la abertura de aspiración y dentro del cabezal de aspiración.

15 Preferentemente, la primera porción que se ha descrito anteriormente del cabezal de aspiración está provista de una camisa que forma una porción de pared doble (interior y exterior) del cabezal de aspiración en el que se define el espacio hueco antes mencionado, que se ubica por tanto dentro del cabezal.

20 Por lo tanto, en esta realización preferida una camisa de este tipo define la pared exterior de la primera porción del cabezal de aspiración (o una parte de la misma), así como el perímetro más exterior de la abertura de aspiración del cabezal.

25 Por lo tanto, en esta realización preferida, el tamaño mínimo de la abertura definida por la pared interior de la primera porción del cabezal de aspiración (diámetro mínimo en el caso de una abertura circular) en presencia del espacio hueco mencionado es de 70 mm, mientras que el tamaño máximo (diámetro máximo en el caso de una abertura circular) es de 1.100 mm. Más preferentemente, el tamaño de la abertura definida por la pared interior de la primera porción del cabezal de aspiración (diámetro en el caso de una abertura circular) está comprendido entre 135 mm y 850 mm y, aún más preferentemente, entre 210 mm y 650 mm.

30 Preferentemente, el área en sección transversal de la abertura definida por la pared interior de la primera porción del cabezal de aspiración está, en este caso, comprendida entre 0,004 y 0,90 m² a fin de tener en cuenta la sección del espacio de recirculación hueco. Más preferentemente, el área en sección transversal de la abertura definida por la pared interior de la primera porción del cabezal de aspiración está comprendida entre 0,015 y 0,56 m² y, aún más preferentemente entre 0,035 y 0,32 m².

35 De esta manera, es posible realizar la aspiración de los sedimentos mediante la optimización del porcentaje de sólidos en la suspensión aspirada y dando al sistema de recirculación la tarea de mantener el sistema de dragado en equilibrio y, en consecuencia, asegurar una continuidad de alimentación para las siguientes etapas de separación y/o descontaminación.

40 Esta realización preferida adicional del aparato de dragado permite obtener una serie de efectos técnicos ventajosos pertinentes, que incluyen:

45 – el aumento de la acción de erosión de los sedimentos y, en consecuencia, la eficacia de las operaciones de dragado gracias a la alimentación de un caudal predeterminado de la fase líquida separada por el dispositivo de separación hacia la abertura de aspiración del cabezal de acuerdo con un flujo altamente dirigido;

50 – el confinamiento eficaz del área de aspiración de los sedimentos dentro del perímetro de la abertura de aspiración (en este caso incluyendo también el espacio hueco definido dentro del cabezal de aspiración y que define una porción anular exterior de la abertura de aspiración) evitando la aparición de cualquier posible fenómeno de turbidez en el agua;

55 – la posibilidad de mantener el agua aspirada en un circuito sustancialmente cerrado, circuito que se puede cerrar posiblemente de forma estanca al final de las operaciones de dragado, lo que es una opción particularmente útil en el caso de lugares contaminados en los que no es posible o deseable descargar la fase líquida separada en tierra o en el agua;

60 – la posibilidad de utilizar y recircular una cantidad limitada de agua de recirculación, cantidad que el sistema de recirculación, que define preferentemente un circuito hidráulico cerrado, mantiene "automáticamente" a valores sustancialmente constantes mediante la extracción de agua del ambiente circundante, con evidentes beneficios en términos de costes de instalación y de operación de todo el sistema de dragado.

En el marco de esta realización preferida, es preferible y ventajoso disponer una pluralidad de elementos de desviación de flujo en el espacio hueco mencionado cerca de dicha abertura de aspiración.

65 De manera similar a lo que se ha descrito anteriormente, los elementos de desviación de flujo comprenden preferentemente una pluralidad de aletas que tienen una forma sustancialmente rectilínea o curvilínea que se

5 extiende a lo largo de una dirección radial o a lo largo de una dirección inclinada con respecto a dicha dirección radial y los mismos consiguen los mismos efectos técnicos ventajoso de impartir también al flujo de la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración un movimiento sustancialmente radial altamente dirigido o un movimiento sustancialmente giratorio de tipo centrífugo que aumenta la eficacia de la acción de extracción fluidodinámica de los sedimentos.

10 Por otra parte, la posibilidad de impartir un movimiento altamente dirigido al flujo de fase líquida recirculado hacia la abertura de aspiración es extremadamente ventajosa cuando se dragan lugares contaminados, puesto que permite evitar cualquier tipo de reintroducción en el medio ambiente de las sustancias contaminantes depositadas en los sedimentos contenidos dentro del tabique perforado y la misma determina, dentro de la porción inferior del cabezal de aspiración, una limpieza y lavado preciso de los sedimentos contenidos dentro del tabique perforado eliminando sustancialmente cualquier posible riesgo de contaminación debido a una liberación de sedimentos del cabezal al final de las operaciones de dragado.

15 En este caso, por otra parte, los elementos de desviación de flujo constituyen ventajosamente al mismo tiempo respectivos elementos de rigidización mecánicos que contribuyen a reforzar el espacio hueco definido en el cabezal de aspiración.

20 En una realización preferida adicional, el aparato de dragado puede comprender una o más válvulas de cierre adecuadas que se pueden operar en las etapas de arranque y/o parada de la bomba sumergible y que tienen la función de evitar un contraflujo indeseado de la suspensión aspirada por el cabezal de aspiración y de cerrar herméticamente el sistema de recirculación "pasiva" (como se ha indicado consiste esencialmente en uno o más conductos) evitando de este modo la fuga del sistema de recirculación de la parte recirculada de la fase líquida que contiene posiblemente sustancias contaminantes.

25 Preferentemente, el aparato de dragado comprende una primera válvula de cierre, por ejemplo una válvula de retención de tipo oscilante, montada en un conducto de descarga de la suspensión de agua y sedimentos aspirada por el cabezal de aspiración y que se extiende aguas abajo de la abertura de descarga del cuerpo de alojamiento de la bomba sumergible.

30 Preferentemente, y en la realización preferida en la que el aparato de dragado comprende el sistema de recirculación anteriormente mencionado, la primera válvula de cierre se monta en un conducto de descarga que se extiende entre la abertura de descarga del cuerpo del alojamiento de la bomba sumergible y el dispositivo de separación.

35 Preferentemente, el aparato de dragado comprende también una segunda válvula de cierre, por ejemplo una válvula de mariposa, montada en un conducto de recirculación de la fase líquida separada por el dispositivo de separación de la abertura de aspiración del cabezal de aspiración.

40 La presencia de estas válvulas de cierre es extremadamente ventajosa cuando se dragan lugares contaminados, puesto que permite evitar cualquier tipo de reintroducción de contaminantes en el medio ambiente, ya estén presentes en fase sólida o en fase líquida, en el caso de fallo de la bomba sumergible o de otros elementos del sistema de recirculación o en caso de parada de las operaciones de dragado.

45 En el marco de la realización preferida en la que se proporciona el dispositivo de separación antes mencionado, el aparato de dragado comprende preferentemente una unidad para el tratamiento químico de la fase líquida separada por el dispositivo de separación.

50 De esta manera, es ventajosamente posible realizar un tratamiento de inertización o neutralización de las sustancias contaminantes disueltas o suspendidas presentes en los lugares contaminados, lo que permite no solo realizar las operaciones de dragado, sino también una descontaminación real del sitio.

55 Para los fines de la invención, esta unidad de tratamiento químico comprende dispositivos adecuados (tales como por ejemplo depósitos de recogida de la fase líquida dragada y/o reactores para su tratamiento, intercambio iónico o columnas de carbón activo, depósitos para la recogida y dosificación de reactivos adecuada, filtros o aparatos para la separación sólido-líquido, y así sucesivamente) adaptados para realizar una inertización y/o tratamiento de neutralización de sustancias contaminantes presentes en solución o suspensión en la fase líquida.

60 Preferentemente, la unidad de tratamiento químico se encuentra en la superficie y se instala en el casco del aparato de dragado en el que se instalan el dispositivo de separación y los elementos de control y posicionamiento del cabezal de aspiración y de la bomba sumergible.

Método de dragado

65 En una realización preferida del método de dragado de la invención y como se ha indicado anteriormente, la velocidad de aspiración se comprende entre 0,3 y 30 m/s en función de las características de tamaño y cohesión de

las partículas de sedimentos y, más específicamente, como se una función de las características de tamaño y cohesión de las partículas del material a ser aspirado; del grado de contaminación por cuerpos extraños y del tamaño de los mismos; de la profundidad de aspiración y del porcentaje de sólidos en la suspensión de agua/sedimentos que se debe obtener.

5 Preferentemente, la velocidad de aspiración está comprendida entre 1 y 25 m/s y, todavía más preferentemente, entre 2 y 20 m/s en función de las características de tamaño y cohesión de las partículas de los sedimentos.

10 Incluso valores más preferidos de la velocidad de aspiración en función del tamaño de partícula y de las características de los sedimentos son los siguientes:

– limos (cohesión que varía entre 10 kPa y 0,5 MPa medida de acuerdo con SPT (Prueba de Penetración Estándar)) con un tamaño de partícula medio Wentworth $\leq 60 \mu\text{m}$: 0,4 - 10 m/s;

15 – arenas que tienen un tamaño de partícula medio Wentworth comprendido entre 60 μm y 3 mm: 0,4 - 20 m/s;

– gravas que tienen un tamaño de partícula medio Wentworth comprendidos entre 3 mm y 100 mm: 0,8 - 15 m/s;

20 – guijarros que tienen un tamaño de partícula medio Wentworth $\geq 100 \text{ mm}$: 0,8 10 m/s.

En una realización preferida, el método de dragado comprende además la etapa de reducir la velocidad media de la suspensión de agua/sedimentos aspirada dentro del cabezal de aspiración aguas abajo de la abertura de aspiración.

25 Preferentemente, esta etapa de reducción de velocidad se realiza por medio del incremento mencionado en el área en sección transversal de la porción inferior del cabezal de aspiración proximal a la abertura de aspiración y permite una ralentización adecuada del material sólido aspirado (sedimentos, pero también la piedra rota o diversos tipos de residuos).

30 Preferentemente, y como se ha indicado anteriormente, la velocidad media de la suspensión en el área máxima en sección transversal del cabezal de aspiración está comprendida entre 0,1 m/s y 25 m/s.

En una realización preferida, el método de dragado comprende además la etapa de realizar una separación por tamaño de partícula, dentro del cabezal de aspiración, de los sedimentos incorporados en la suspensión de agua/sedimentos aspirada en dicho cabezal.

35 Preferentemente, y como se ha indicado anteriormente, esta etapa se puede realizar por medio del tabique perforado descrito anteriormente.

40 Ventajosamente y como se ha descrito anteriormente, es posible en este caso lograr, con respecto a los aparatos de dragado conocidos, no solo una mayor flexibilidad de operación del método de dragado, dado que los posibles residuos sólidos de grandes dimensiones ya no son capaces de interferir con la operación del cabezal de aspiración, sino también la posibilidad de separar el material sólido de grandes dimensiones de los sedimentos más finos, mediante la realización de una primera clasificación por tamaño de partículas de los sedimentos y mediante la contención de tal material en la área del cabezal aguas arriba del tabique perforado para su posterior recuperación y extracción.

45 Al realizar también la etapa, antes mencionada, de reducir la velocidad media de la suspensión de agua/sedimentos aguas abajo de la abertura de aspiración, esta realización preferida del método de la invención permite alcanzar los importantes efectos técnicos ventajosos adicionales de:

50 – limitar las tensiones mecánicas en el tabique perforado;

– limitar los fenómenos de desgaste debido a impactos en el tabique perforado;

55 – permitir una autonomía de operación suficiente entre una operación de limpieza del área aguas arriba del tabique perforado y la siguiente; - realizar una separación por tamaño de partícula anterior de los sedimentos que se pueden extraer con el fin de optimizar las etapas posteriores de separación y/o descontaminación; y

60 – realizar, durante las operaciones de dragado, un lavado cuidadoso de los sedimentos contenidos dentro del tabique perforado.

En una realización preferida, el método de dragado comprende además la etapa de separar una suspensión de agua y sedimentos descargada por la bomba sumergible en una fase líquida y una fase sólida que incluye los sedimentos.

65 De este modo y como se ha descrito anteriormente, es ventajosamente posible tanto recuperar los sedimentos para

su posterior tratamiento, almacenamiento o reutilización, como para tener un flujo de agua sustancialmente libre de sedimentos que se puede hacer recircular al cabezal de aspiración.

5 Preferentemente, y como se ha indicado anteriormente, esta etapa de separación se puede realizar por medio del dispositivo de separación descrito anteriormente.

En esta realización preferida, el método comprende preferentemente una etapa de recircular un caudal predeterminado de la fase líquida hacia la abertura de aspiración del cabezal de aspiración.

10 De este modo y como se ha descrito anteriormente, es ventajosamente posible conseguir los siguientes efectos técnicos:

- 15 – aumentar la acción de erosión de los sedimentos y, en consecuencia, la eficacia de las operaciones de dragado gracias a la alimentación de la fase líquida separada por el dispositivo de separación hacia la abertura de aspiración del cabezal;
- confinar eficazmente el área de aspiración de los sedimentos bloqueando cualquier posible efecto de la turbidez en el agua;
- 20 – posibilidad de mantener el agua aspirada en un circuito sustancialmente cerrado, circuito que se puede cerrar posiblemente de forma estanca al final de las operaciones de dragado, lo que es una opción particularmente útil en el caso de los lugares contaminados en los que no es posible descargar la fase líquida separada en la tierra o en el agua.

25 Preferentemente, y como se ha indicado anteriormente, estas etapas se pueden realizar por medio del sistema de recirculación y del espacio hueco interior situado dentro del cabezal de aspiración descrito anteriormente.

30 Preferentemente, la etapa de recirculación de la fase líquida se realiza por medio del espacio hueco interior mencionado situado dentro del cabezal de aspiración, espacio hueco que es ventajosamente capaz de dirigir un flujo de líquido altamente dirigido hacia la abertura de aspiración, lo que aumenta la acción de la erosión de los sedimentos y confina de manera más eficaz el área de aspiración de los sedimentos.

35 En una realización preferida del método de dragado, la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración tiene una velocidad igual o menor que la velocidad de aspiración.

40 De esta manera, es ventajosamente posible mantener las condiciones de depresión deseadas en la abertura de aspiración y asegurarse de que la fase líquida circulante se limita sustancialmente en un circuito hidráulico cerrado sustancialmente en el interior del perímetro de la abertura de aspiración antes mencionada sin ninguna acción perturbadora sustancial de los sedimentos ni ninguna generación indeseada de turbulencias que podrían llevar los sedimentos en suspensión.

45 Preferentemente, el valor de la presión absoluta en la abertura de aspiración se mantiene en valores comprendidos entre 0,1 y 0,9 bar, más preferentemente entre 0,2 y 0,7 bar, ajustando adecuadamente la velocidad de la fase líquida recirculada hacia una abertura de este tipo.

50 Por otra parte y si la velocidad de la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración es inferior a la velocidad de aspiración es ventajosamente posible conseguir el efecto técnico adicional de aspirar un flujo adicional de agua de las áreas alrededor de la abertura de aspiración del cabezal contribuyendo de este modo al aumento de la acción de erosión periférica de los sedimentos sin contacto sustancial con el lecho de agua, compensando al mismo tiempo cualquier pérdida de la fase líquida recirculada.

55 En una realización preferida del método de dragado de la invención, la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración tiene una velocidad comprendida entre 0,2 y 15 m/s en función de los valores de velocidad de aspiración dados anteriormente.

Más preferentemente, la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración tiene una velocidad comprendida entre 0,5 y 10 m/s y, todavía más preferentemente, entre 1 y 5 m/s en función de los valores de velocidad de aspiración preferidos proporcionados anteriormente.

60 En una realización preferida del método de dragado de la invención, la relación entre la velocidad de aspiración de la suspensión de agua/sedimentos y la velocidad de la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración está comprendida entre 1 y 7, más preferentemente entre 1 y 5 y, todavía más preferentemente, entre 1 y 2.

65 En otras realizaciones preferidas, el método de dragado comprende además una o más de las etapas de:

- impartir al agua aspirado en el cabezal un movimiento sustancialmente giratorio o un movimiento sustancialmente radial con respecto a la abertura de aspiración;
 - 5 – impartir en la fase líquida recirculada alimentada cerca de la abertura de aspiración un movimiento sustancialmente giratorio o un movimiento sustancialmente radial con respecto a la abertura de aspiración,
 - erosionar los sedimentos del lecho mediante la canalización del agua presente cerca de la abertura de aspiración fuera del cabezal en la dirección radial hacia la abertura de aspiración.
- 10 Preferentemente, estas etapas preferidas se pueden realizar por medio de los elementos de desviación de flujo descritos anteriormente situados en el interior (por ejemplo, dentro del espacio hueco formado dentro del cabezal) y/o exterior del cabezal de aspiración como se ha ilustrado anteriormente.

15 Ventajosamente y como se ha descrito anteriormente, estas etapas permiten crear un flujo de líquido altamente dirigido hacia la abertura de aspiración, optimizando se este modo la dinámica de fluidos de las operaciones de dragado, aumentando su eficacia y reduciendo sus tiempos y costes.

20 En una realización preferida, el método de dragado comprende además la etapa de tratar químicamente la fase líquida separada de la suspensión de agua y sedimentos.

Preferentemente, esta etapa se puede realizar por medio de la unidad de tratamiento químico antes mencionada y la misma consigue las ventajas descritas anteriormente en relación con la descripción de una unidad de este tipo.

25 En una realización preferida, el método de dragado comprende además una etapa de espera que incluye una etapa de cerrar de forma estanca una cantidad predeterminada de la fase líquida recirculada separada de la suspensión de agua y sedimentos en un circuito cerrado.

30 Preferentemente, esta etapa se puede realizar por medio de las válvulas de cierre antes mencionadas montadas respectivamente en el conducto de descarga de la suspensión de agua y sedimentos que se extiende aguas abajo de la abertura de descarga del cuerpo de alojamiento de la bomba sumergible y en el conducto de recirculación de la fase líquida separada por el dispositivo de separación hasta la abertura de la sección del cabezal de aspiración.

Breve descripción de las Figuras

35 Las características y ventajas adicionales de la presente invención serán más fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de algunas realizaciones preferidas de un aparato de dragado de acuerdo con la invención, realizadas de aquí en adelante a modo explicativo y no limitante con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos:

- 40 – la Figura 1 es una vista esquemática de una realización preferida de un aparato de dragado de acuerdo con la invención;
- la Figura 2 es una vista esquemática que muestra algunos detalles del aparato de dragado de la Figura 1 en una condición operativa del mismo;
- 45 – la Figura 3 es una vista axonométrica esquemática parcialmente en sección transversal del aparato de aspiración del aparato de dragado de la Figura 1;
- la Figura 4 es una vista esquemática axonométrica parcialmente en sección transversal y en escala ampliada de algunos detalles del aparato de aspiración del aparato de dragado de la Figura 1;
- 50 – la Figura 5 es una vista esquemática axonométrica en escala ampliada y con algunas partes retiradas de algunos detalles de un aparato de aspiración de una realización preferida adicional del aparato de dragado de acuerdo con la invención;
- 55 – la Figura 6 es una vista esquemática axonométrica en escala ampliada y con algunas partes separadas de algunos detalles de un aparato de aspiración de una realización preferida adicional del aparato de dragado de acuerdo con la invención;
- 60 – la Figura 7 es una vista axonométrica esquemática de un aparato de aspiración de una realización preferida del aparato de dragado de acuerdo con la invención;
- las Figuras 8-10 son muchas vistas esquemáticas axonométricas parcialmente en sección transversal de los aparatos de aspiración respectivos de otras realizaciones preferidas del aparato de dragado de acuerdo con la
- 65 invención;

– las Figuras 11 y 12 son muchas vistas esquemáticas axonométricas parcialmente en sección transversal y en escala ampliada de los cabezales de aspiración de los respectivos aparatos de aspiración de otras realizaciones preferidas del aparato de dragado de acuerdo con la invención;

5 – la Figura 13 es una vista esquemática que ilustra algunos detalles de una realización preferida alternativa del aparato de aspiración del aparato de dragado de acuerdo con la invención en una condición de operación del mismo.

Descripción detallada de las realizaciones actualmente preferidas

10 Con referencia a las Figuras 1-5, un aparato de dragado de acuerdo con una primera realización preferida de la invención, por ejemplo un aparato de dragado del tipo denominado aspiración-descarga para la extracción de sedimentos de un lecho F de una extensión de agua S, como por ejemplo, un lecho marino, lecho de un río, lecho de un lago, lecho de un pantano, etc, se indica generalmente con el número de referencia 1.

15 El aparato de dragado 1 comprende un casco 2, preferentemente constituido por una pluralidad de unidades de puente modulares (no ilustradas en mayor detalle), que soporta convencionalmente un puesto de accionamiento 3, dentro del que se sitúa un panel de accionamiento para impulsar todas las operaciones de desplazamiento del casco y las operaciones de dragado real por medio de dispositivos de accionamiento adecuados, un puesto de potencia 4 para la operación de un aparato de aspiración sumergido 5 y un bastidor de levantamiento 6 para mover el aparato de aspiración 5.

20 El puesto de potencia 4 comprende a su vez un motor endotérmico (por ejemplo, un motor diésel) y una unidad de control hidráulico o eléctrico, mejor no se muestra en la Figura 1, para operar hidráulica o eléctricamente el aparato de aspiración sumergido 5 como se aclarará a continuación.

El aparato de dragado 1 comprende también uno o más depósitos de combustible adecuados del motor endotérmico y uno o más dispositivos para mover el casco 2, ambos de tipo convencional y no mostrados.

30 El casco 2 soporta también convencionalmente un puesto de trabajo 7, que comprende:

– un dispositivo de separación 8 para la separación de una suspensión de agua y sedimentos procedentes del aparato de aspiración 5, por ejemplo un dispositivo de separación de tipo membrana (véase Figura 2), para la separación de una suspensión de agua y sedimentos descargada desde el aparato de aspiración 5 en una fase líquida y una fase sólida que incluye los sedimentos;

– un sistema de recirculación 10 hasta un cabezal de aspiración 9 del aparato de aspiración 5 de al menos una parte de la fase líquida separada por el dispositivo de separación 8, que comprende un depósito 11 para la recogida de la fase líquida separada por el dispositivo de separación 8 y al menos un conducto de recirculación 12 hasta el cabezal de aspiración 9 de la fase líquida separada;

– una unidad 13 para tratar químicamente la fase líquida separada por el dispositivo de separación 8, por ejemplo incluyendo un depósito 14 para la neutralización de los contaminantes en comunicación fluida con el depósito 11 del sistema de recirculación 10 por medio de un par de conductos 15, 16 para la alimentación de la fase líquida al depósito 14 y para el retorno de la fase líquida neutralizada al depósito 11.

El aparato de aspiración 5 incluye, como se ilustra mejor en las Figuras 2-4:

50 a) una bomba sumergible 18 que incluye:

– un cuerpo de alojamiento 17 provisto de una boca de entrada 19 y de una abertura de descarga 20;

– un impulsor 21 soportado de forma giratoria en el cuerpo 17 entre la boca de entrada 19 y la abertura de descarga 20 y accionado en giro por un dispositivo de accionamiento respectivo 22, en particular, un motor operado por la unidad de control del puesto de potencia 4; y

60 b) el cabezal de aspiración antes mencionado 9, que está asociado a la boca de entrada 19 del cuerpo de alojamiento 17 de la bomba 18 y provisto en la parte inferior de una abertura de aspiración 23 de sedimentos.

De manera conocida *per se*, la abertura de descarga 20 del cuerpo de alojamiento 17 de la bomba 18 está en comunicación fluida con el dispositivo de separación 8 por medio de un conducto 24 (que se muestra con una línea discontinua en la Figura 3) para enviar la suspensión de agua y sedimentos descargada por el aparato de aspiración 5, estando dicho conducto conectado al cuerpo 17 por medio de un empalme de tubería con brida 25.

65

La abertura de aspiración 23 del cabezal 9 tiene un área en sección transversal dimensionada para lograr, en el alcance de trabajo de la bomba 18, una velocidad de aspiración capaz de extraer los sedimentos por medio de la acción de extracción fluidodinámica realizada por la agua aspirado en el cabezal 9.

5 En la realización preferida ilustrada, la abertura de aspiración 23 del cabezal 9 tiene un área en sección transversal más pequeña que el área en sección transversal máxima del cabezal de aspiración 9.

De esta manera, es ventajosamente posible para crear, en el cabezal de aspiración 9, una sección calibrada que genera una fuerte depresión y una alta velocidad de aspiración consiguiente del agua o de la suspensión de agua/sedimentos.

Preferentemente, la velocidad de aspiración media, medida en la abertura de aspiración 23 del cabezal 9, varía entre 0,3 m/s y 30 m/s esencialmente de acuerdo con las características de tamaño y cohesión de partículas de los sedimentos.

15 En la realización preferida ilustrada, el cabezal de aspiración 9 comprende una primera porción 9a proximal a la abertura de aspiración 23 con un área en sección transversal progresivamente creciente que se aleja de la abertura 23 y una segunda porción 9b distal con respecto a la abertura de aspiración 23 con un área en sección transversal progresivamente decreciente que se aleja de la primera porción 9a.

20 En la realización preferida ilustrada, el cabezal de aspiración 9 comprende, en el interior del mismo, una tabique perforado 26 soportado en el cabezal 9 aguas abajo de la abertura de aspiración 23 y adaptado para contener el material sólido que tiene un tamaño inferior o igual a la sección de paso de los orificios 27 realizados en el tabique 26.

25 En la realización preferida ilustrada, los orificios 27 se distribuyen uniformemente en la parte del tabique 26 atravesada por el líquido, que son preferentemente de forma circular y tienen preferentemente un diámetro comprendido entre 15 mm y 300 mm, a fin de definir un área de paso en sección transversal preferentemente comprendida entre 175 y aproximadamente 75.000 mm².

30 De manera ventajosa, mediante la colocación del tabique perforado 26 dentro del cabezal de aspiración 9 es posible lograr las siguientes ventajas con respecto a los aparatos de dragado conocidos:

- 35 – mayor flexibilidad de operación del aparato de dragado 1 puesto que ningún residuo sólido de gran tamaño puede interferir con la operación del cabezal de aspiración, y
- posibilidad de separar el material sólido que tiene un tamaño de partícula que excede la sección de paso de los orificios 27 del resto de los sedimentos, conteniendo tal material durante las operaciones de dragado en el área del cabezal 9 aguas arriba del tabique perforado 26 para su posterior recuperación y extracción, gracias a las condiciones de depresión generadas dentro del cabezal 9.

Puesto que la abertura de aspiración 23 del cabezal 9 tiene un área en sección transversal más pequeña que el área en sección transversal máxima del cabezal de aspiración 9, se consiguen también los siguientes efectos técnicos ventajosos importantes:

- 45 – limitar las tensiones mecánicas en el tabique perforado 26;
- limitar los fenómenos de desgaste debido a impactos en el tabique perforado 26;
- 50 – permitir una autonomía de operación suficiente entre una operación de limpieza del área aguas arriba del tabique perforado 26 y la siguiente; y
- realizar una clasificación previa por tamaño de partícula de los sedimentos aspirados a fin de optimizar las etapas posteriores de separación y/o descontaminación; y
- 55 – lavar los sedimentos contenidos dentro del tabique perforado 26, una operación que es particularmente importante en las operaciones de dragado de sitios contaminados.

60 Gracias a la configuración geométrica antes mencionada de la porción 9a del cabezal 9, es ventajosamente posible disminuir progresivamente la velocidad de la suspensión de agua/sedimentos aspirada en el cabezal 9 y facilitar el vaciado de residuos del cabezal de aspiración 9 contenidos aguas arriba del tabique perforado 26 presente en el cabezal 9.

65 De esta manera, es por tanto ventajosamente posible optimizar desde el punto de vista geométrico y fluidodinámico el área del cabezal de aspiración 9 proximal a la abertura de aspiración 23 aguas arriba del tabique perforado 26.

Preferentemente, el cabezal de aspiración 9 comprende, en la primera porción antes mencionada 9a proximal a la abertura de aspiración 23, una pared inferior 28 que tiene una inclinación con respecto a un eje longitudinal X-X de la abertura de aspiración 23 comprendida en el intervalo de valores numéricos indicado anteriormente.

5 De esta manera, es por tanto ventajosamente posible optimizar desde el punto de vista geométrico y fluidodinámico el área del cabezal de aspiración 9 proximal a la abertura de aspiración 23 aguas arriba del tabique perforado 26.

Preferentemente, el cabezal de aspiración 9 comprende, en la segunda porción antes mencionada 9b distal con respecto a la abertura de aspiración 23, una pared superior 29 que tiene una inclinación con respecto al eje longitudinal X-X de la abertura de aspiración 23 comprendida en el intervalo valores numéricos indicado anteriormente.

10 Gracias a la configuración geométrica antes mencionada de la porción 9b del cabezal 9, es ventajosamente posible optimizar desde el punto de vista geométrico y fluidodinámico el área del cabezal de aspiración 9 distal con respecto a la abertura de aspiración 23 aguas abajo del tabique perforado 26, mejorando particularmente la eficacia fluidodinámica del cabezal 9 cerca de la boca de entrada 19 en el cuerpo 17 de la bomba 18, optimizando de este modo la operación del mismo.

15 En la realización preferida ilustrada, el cabezal de aspiración 9 se compone de dos o más porciones estructuralmente independientes, en este caso consiste en la porción 9a proximal a la abertura de aspiración 23 y en la segunda porción 9b distal con respecto a dicha abertura, asociadas de forma separable entre sí por medio de una pluralidad de pernos (no mostrados) insertados en respectivos orificios pasantes 30a, 30b formado en respectivas aletas 31a radialmente exterior, 31b que se extiende desde un borde periférico de las porciones 9a y 9b.

20 Preferentemente, el cabezal de aspiración 9 comprende además una porción 9e intermedia que comprende una porción inferior proximal a la abertura de aspiración 23 y con un área en sección transversal progresivamente creciente que se aleja de dicha abertura y una porción distal superior con respecto a la abertura de aspiración 23 y con un área en sección transversal progresivamente decreciente que se aleja de la porción inferior (véase Figura 4).

25 En este caso, la porción intermedia 9e se conforma, por tanto, preferentemente de dos porciones de extremas mutuamente adyacentes de las porciones 9a, 9b del cabezal de aspiración 9 y con una inclinación menor con respecto al eje longitudinal de la abertura de aspiración 23 con respecto a la parte restante de la primera porción 9a y, respectivamente, de la segunda porción 9b.

30 Preferentemente, la porción inferior de la porción intermedia 9e tiene una inclinación con respecto al eje longitudinal de la abertura de aspiración comprendida en el intervalo de valores numéricos indicado anteriormente.

35 Preferentemente, la porción superior de la porción intermedia 9e tiene una inclinación con respecto al eje longitudinal de la abertura de aspiración comprendida en el intervalo de valores numéricos indicado anteriormente.

40 En esta realización preferida, el tabique perforado 26 se proporciona también con aletas radiales correspondientes 32 perforadas con el fin de poder montarse entre las porciones 9a y 9b del cabezal de aspiración 9 preferentemente en un plano medio transversal de la porción intermedia 9e del cabezal 9.

45 En esta configuración preferida, es ventajosamente posible desmontar el cabezal de aspiración 9 y el tabique perforado 26, lo que facilita las operaciones de limpieza y mantenimiento de los mismos.

50 Por otra parte, gracias a la configuración con una inclinación doble de la porción intermedia 9e del cabezal de aspiración 9 que es posible conseguir los siguientes efectos técnicos ventajosos:

- 55 – evitar que el material sólido que tiene un tamaño más pequeño que la sección de paso de los orificios 27 formados en el tabique perforado 26 quede atrapado entre la pared inferior 28 del cabezal 9 y el tabique 26 y por tanto no pase más allá de la misma;
- 60 – evitar que el material sólido que tiene un tamaño más grande que la sección de paso de los orificios 27 realizados en el tabique 26 quede atrapado entre la pared inferior 28 del cabezal 9 y el tabique 26 por lo que es difícil realizar la operación de vaciar el área del cabezal aguas arriba del tabique 26 (la porción proximal a la abertura de aspiración 23); y
- 65 – evitar que el material sólido que tiene un tamaño más pequeño que la sección de paso de los orificios 27 formados en el tabique 26 quede atrapado entre la pared superior 29 del cabezal 9 y el tabique 26 y se aspire por la bomba 18.

En la realización preferida ilustrada, la pared inferior 28 de la porción 9a proximal a la abertura de aspiración 23 y la pared superior 29 de la segunda porción 9b distal con respecto a dicha abertura (incluyendo las porciones de extremo adyacentes que forman la porción intermedia 9e del cabezal 9) tienen facetas y comprenden una pluralidad

de segmentos planos 9c, 9d inclinados con respecto al eje longitudinal X-X de la abertura de aspiración y conectados de lado a lado.

5 En este caso, hay es ventajosamente una simplificación de las operaciones de fabricación del cabezal 9 con una reducción de los costes relativos.

De esta manera se define así una abertura de aspiración de forma poligonal 23.

10 En la realización preferida ilustrada, el cabezal de aspiración 9 está provisto de un espacio hueco interior 34 que define una porción anular exterior de la abertura de aspiración 23 y en comunicación líquida con el sistema de recirculación 10 para la alimentación de la fase líquida separada por el dispositivo de separación 8 hacia la abertura de aspiración 23 y dentro del cabezal de aspiración 9.

15 Preferentemente, la primera porción 9a del cabezal de aspiración 9 está provista de una camisa 33 que forma una porción 9a provista de una pared interior y exterior doble, en la que se define el espacio hueco antes mencionado 34 se define, que se sitúa, por tanto, dentro del cabezal de aspiración 9.

20 Por lo tanto, en esta realización preferida la camisa 33 define la pared exterior de la porción inferior de la primera porción 9a del cabezal de aspiración, así como el perímetro más exterior de la abertura de aspiración 23 del cabezal 9.

25 En la realización preferida ilustrada y en función de las características estructurales del cabezal 9, la abertura de aspiración 23 tiene, por tanto, forma poligonal, particularmente con 9 lados y circunscribe un círculo que tiene un diámetro comprendido entre 100 mm y 1.500 mm, generando por tanto un área en sección transversal comprendida entre 0,008 y 1,76 m².

30 Preferentemente, el área en sección transversal de la abertura definida por la pared interior 28 de la primera porción 9a del cabezal de aspiración 9 está en este caso comprendida entre 0,004 y 0,90 m² a fin de tener en cuenta la sección del espacio hueco de recirculación 34.

En esta realización preferida, el aparato de dragado permite conseguir las siguientes ventajas técnicas:

- 35 – aumentar la acción de erosión de los sedimentos y, por lo tanto, la eficacia de las operaciones de dragado gracias a la alimentación altamente dirigida de la fase líquida separada por el dispositivo de separación 8 hacia la abertura de aspiración 23 del cabezal 9;
- confinar eficazmente el área de aspiración de los sedimentos con un bloque de cualquier fenómeno turbidez en agua potencial.
- 40 – posibilidad de mantener el agua aspirada en un circuito sustancialmente cerrado, circuito que se pueda cerrar opcionalmente de forma estanca al final de las operaciones de dragado, lo que es una opción particularmente útil en el caso de sitios contaminados donde no es posible o deseable descargar la fase líquida separada en la tierra o en el mar.

45 En la realización preferida ilustrada, el aparato de dragado comprende una pluralidad de elementos de desviación de flujo asociados al cabezal de aspiración 9 cerca de la abertura de aspiración 23 (Figura 5).

50 En esta realización preferida, los elementos de desviación de flujo antes mencionados se sitúan en el espacio hueco 34 cerca de la abertura de aspiración 23 y consisten en una pluralidad correspondiente de aletas sustancialmente rectilíneas 35 que se extienden a lo largo de una dirección inclinada con respecto a la dirección radial.

55 Gracias a la presencia de estos elementos de desviación de flujo, el aparato de dragado 1 consigue el efecto técnico ventajoso de impartir a la corriente de fase líquida alimentada hacia la abertura de aspiración 23 un movimiento sustancialmente giratorio altamente dirigido de tipo centrífugo que aumenta la eficacia de la acción de extracción fluidodinámica de los sedimentos.

Con referencia al aparato de dragado 1 descrito anteriormente y a las Figuras 1-5, se describirá a continuación un método de dragado para extraer los sedimentos del lecho F de la extensión de agua S.

60 En una primera etapa, el método proporciona situar el aparato de aspiración 5 incluyendo la bomba sumergible 18 descrito anteriormente cerca del lecho de agua F.

65 A partir de entonces, se realiza una etapa de activación en la que con el motor 22 de la bomba 18 a la velocidad de arranque, el cabezal de aspiración 9 se lleva cerca del lecho F mediante el bastidor de elevación 6 hasta una distancia tal que mediante el accionamiento de la bomba sumergible 18 el agua extraída desde el exterior se ve obligada a dar la vuelta a la periferia exterior de la porción inferior 9a proximal a la abertura de aspiración 23 del

cabezal 9 y después a descargar su energía cinética sobre el lecho F, erosionando el mismo.

La erosión del lecho de agua F comienza, por tanto, desde la periferia de la abertura de aspiración 23 y llega hasta el centro hasta el eje longitudinal X-X por alcances sucesivos.

5 Tan pronto como el cabezal 9 haya penetrado en el lecho de agua, la bomba sumergible 18 se hace funcionar a fin de lograr, en el alcance de trabajo de la bomba, una velocidad de aspiración capaz de extraer los sedimentos por medio de la acción de extracción fluidodinámica realizada por el agua aspirada en el cabezal 9.

10 De esta manera, el aparato de dragado entra en una condición de operación en estado estacionario en la que la fuerte depresión generada en la abertura de aspiración 23 y en las áreas inmediatamente aguas arriba de la misma posee una dirección preferente axial del cabezal 9 y continúa extrayendo agua desde el exterior con una erosión progresiva y extracción de sedimentos.

15 En este punto, es posible distinguir dos movimientos de la parte frontal de la draga en cualquier movimiento vertical del cabezal 9:

– un movimiento frontal, que tiene lugar en la misma forma que la etapa de activación; y

20 – un movimiento periférico, que tiene lugar en virtud del hecho de que las capas de material que se extienden sobre la capa aspirada cerca del cabezal 9 constituyen partes frontales inestables y se deslizan, consecuentemente, hacia abajo.

25 El Solicitante ha observado que un mecanismo de este tipo, una vez activado, es capaz de auto-alimentarse haciendo las operaciones de dragado muy eficaces y libres de interrupciones.

30 En una prueba experimental realizada de acuerdo con esta realización preferida del método de dragado de la invención, se ha encontrado que había una velocidad de aspiración comprendida entre 1,1 y 3,4 m/s con un tamaño de partícula de sedimentos de 60-80 mm, mientras que el caudal de aspiración era igual a aproximadamente 2.400 m³/h.

35 En esta realización preferida, el método de dragado proporciona también la etapa de reducir la velocidad media de la suspensión de agua/sedimentos aspirada en el cabezal de aspiración 9 aguas abajo de la abertura de aspiración 23 realizada por medio del incremento antes mencionado del área en sección transversal de la porción inferior 9a del cabezal de aspiración 9 proximal a la abertura de aspiración 23.

Ventajosamente, una etapa preferida de este tipo permite ralentizar de manera adecuada por el material sólido aspirado (sedimentos, sino también piedra rota, o diversos tipos de residuos)

40 En esta realización preferida, la velocidad media de la suspensión en el área en sección transversal máxima de la porción intermedia 9e del cabezal de aspiración 9 (donde se monta el tabique perforado 26) está comprendida entre 0,3 m/s y 0,9 m/s.

45 En esta realización preferida, el método de dragado comprende también la etapa de realizar una clasificación por tamaños de partículas dentro del cabezal de aspiración 9 de los sedimentos incorporados en la suspensión de agua/sedimentos aspirada en dicho cabezal 9.

Preferentemente, esta etapa se realiza por medio del tabique perforado 26 descrito anteriormente.

50 Ventajosamente y como se ha descrito anteriormente, es posible en este caso lograr, con respecto a los aparatos de dragado conocidos, no solo una mayor flexibilidad de operación del método de dragado, puesto que los residuos sólidos de gran tamaño ya no son capaces de interferir con la operación del cabezal de aspiración 9, sino también la posibilidad de separar el material sólido que tiene un gran tamaño de partícula de los sedimentos más finos, conteniendo dicho material en la área del cabezal 9 aguas arriba del tabique 26 para su posterior recuperación y extracción.

55 En otras palabras, gracias a la presencia del tabique perforado 26 es posible lograr:

– una extracción selectiva del material de acuerdo con su tamaño;

60 – una mayor precisión en la consecución de las profundidades de dragado deseadas.

65 Con respecto a los cabezales de dragado comunes, de hecho, el aparato y método de dragado de la invención permiten extraer los cuerpos extraños y todo el material que no pasa a través del tabique 26 desde un lugar determinado, manteniéndolos dentro del cabezal de aspiración 9 y, a continuación, depositando los mismos en un área diferente a fin de poder continuar con la excavación del lecho de agua F en la misma ubicación.

En los cabezales comunes, por el contrario, el filtro se coloca fuera del cabezal y una vez que se satura es necesario para mover el mismo con la consecuencia de que los cuerpos extraños se depositan y por tanto no es posible continuar con las operaciones de dragado en la misma ubicación.

5 Al realizar también la referida etapa de reducir la velocidad media de la suspensión de agua/sedimentos aguas abajo de la abertura de aspiración, esta realización preferida del método de la invención permite alcanzar los efectos técnicos ventajosos importantes adicionales de:

- 10 – limitar las tensiones mecánicas en el tabique perforado 26;
- limitar los fenómenos de desgaste debido a impactos en el tabique perforado 26;
- permitir una autonomía de operación suficiente entre una operación de limpieza del área de aguas arriba del tabique 26 y la siguiente; y
- 15 – realizar una clasificación por tamaños de partículas previa de los sedimentos aspirados a fin de optimizar las etapas posteriores de separación y/o descontaminación.

20 En esta realización preferida, el método de dragado comprende también la etapa de separar la suspensión de agua y sedimentos descargada de la bomba sumergible 18 en una fase líquida y en una fase sólida que incluye los sedimentos.

25 De este modo y como se ha descrito anteriormente, es ventajosamente posible tanto recuperar los sedimentos para su posterior tratamiento, almacenamiento o reutilización, como tener un flujo de agua sustancialmente libre de sedimentos que se hacer recircular al menos parcialmente, hasta el cabezal de aspiración 9 por medio del conducto 12 del sistema de recirculación 10.

30 Esta etapa de separación se realiza, particularmente, preferentemente por medio del dispositivo de separación 8 que se ha descrito anteriormente.

Ventajosamente, la etapa de recirculación de al menos una parte de la fase líquida separada de la suspensión se realiza de manera "pasiva", gracias a la depresión que se crea en y cerca de la abertura de aspiración 23 por la bomba sumergible 18.

35 De esta manera, es ventajosamente posible recircular al menos una parte de la fase líquida separada por el dispositivo de separación 8 hacia la abertura de aspiración 23 del cabezal de aspiración 9 sin ningún elemento de accionamiento adicional, sino simplemente mediante el aprovechamiento de la acción de la bomba sumergible 18 que, en cualquier caso, ya se ha proporcionado para aspirar los sedimentos en el aparato de dragado 1.

40 En una realización preferida, el método de dragado comprende la etapa hacer recircular al cabezal 9 sustancialmente toda la fase líquida separada de la suspensión, con la excepción de las pérdidas de líquido que impregna la fase sólida separada, siendo las pérdidas compensadas por la extracción de agua del ambiente circundante, y la etapa de alimentar la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración 23.

45 De este modo, la fase líquida recirculada tiene una velocidad sustancialmente igual a la velocidad de aspiración por lo que es ventajosamente posible asegurar que la fase líquida circulante se confine sustancialmente en un circuito hidráulico cerrado sin ninguna acción perturbadora sustancial de los sedimentos y sin ninguna generación indeseada de turbulencia capaz de llevar los sedimentos en suspensión.

50 Por otra parte y como se ha descrito anteriormente, es ventajosamente posible conseguir los siguientes efectos técnicos:

- 55 – aumentar la acción de erosión de los sedimentos y, por lo tanto, la eficacia de las operaciones de dragado gracias a la alimentación altamente dirigida de la fase líquida separada por el dispositivo de separación 8 hacia la abertura de aspiración del cabezal 23;
- confinar eficazmente el área de aspiración de los sedimentos con un bloque de los posibles fenómenos de turbidez en el agua;
- 60 – posibilidad de mantener el agua aspirada dentro de un circuito sustancialmente cerrado.

Estas etapas se realizan, particularmente, por medio del conducto 12 del sistema de recirculación 10 y mediante el espacio hueco 34 definido dentro del cabezal de aspiración 9.

65 En esta realización preferida, el método de dragado comprende también las etapas de impartir a la fase líquida

recirculada alimentada hacia la abertura de aspiración 23 un movimiento sustancialmente giratorio altamente dirigido con respecto a la abertura de aspiración 23 y de erosionar los sedimentos del lecho de agua F mediante la canalización del agua presente cerca de la abertura de aspiración 23 fuera del cabezal 9 en una dirección tangencial hacia la abertura de aspiración 23.

5 Estas etapas preferidas se realizan en este caso por medio de los elementos de desviación de flujo (aletas 35) descritos anteriormente situados dentro del espacio hueco 34 definido en el cabezal 9.

10 Ventajosamente y como se ha indicado anteriormente, estas etapas permiten optimizar la dinámica de fluidos de las operaciones de dragado, aumentando de este modo su eficacia y reduciendo los tiempos y costes de las mismas.

En esta realización preferida, el método de dragado comprende también la etapa de tratar químicamente la fase líquida separada de la suspensión de agua y sedimentos en el dispositivo de separación 8.

15 Esta etapa se realiza preferentemente por medio de la unidad de tratamiento químico 13 y permite conseguir las ventajas descritas anteriormente.

Con referencia a las Figuras A continuación se describirán las realizaciones preferidas 6-13 adicionales del aparato de dragado 1 de acuerdo con la invención.

20 En la siguiente descripción y en tales Figuras, los elementos del aparato de dragado que son estructuralmente o funcionalmente equivalentes a los ilustrados anteriormente con referencia a las Figuras 1-5 se indicarán con los mismos números de referencia y no se describirán en más detalle.

25 En la realización de la Figura 6, se ilustra una variante del cabezal de aspiración 9 en la que los elementos de desviación de flujo situados en el espacio hueco 34 consisten en aletas sustancialmente curvilíneas 35 inclinadas con respecto a la dirección radial a fin de impartir al flujo de agua recirculada un movimiento sustancialmente giratorio de tipo centrípeto que facilita la admisión de agua en el cabezal de aspiración 9 y erosiona efectivamente el lecho de agua F extrayendo los sedimentos.

30 En una realización preferida alternativa adicional, que no se ilustra, las aletas sustancialmente curvilíneas 35 se pueden orientar en la dirección opuesta con respecto a la dirección radial (en otras palabras, con la concavidad a la izquierda de las aletas con referencia a la Figura 6) a fin de impartir al flujo de agua recirculado un movimiento sustancialmente giratorio de tipo tangencial con respecto a la abertura de aspiración 23, consiguiendo también en este caso una erosión eficaz del lecho de agua F.

La Figura 7 muestra una variante del aparato de aspiración 5 y del cabezal de aspiración 9 en el caso en el que el aparato de dragado 1 carece del sistema de recirculación 10 del agua en el cabezal 9.

40 En esta realización preferida, el cabezal de aspiración 9 comprende una pluralidad de elementos de desviación de flujo, que consisten en respectivas aletas sustancialmente rectilíneas 35 que se extienden a lo largo de una dirección inclinada con respecto a la dirección radial, exteriormente asociadas a la primera porción 9a del cabezal de aspiración 9 cerca de la abertura de aspiración 23.

45 Gracias a la presencia de estas aletas inclinadas 35, el aparato de dragado 1 consigue el efecto técnico ventajoso de impartir al flujo de la fase líquida alimentada hacia la abertura de aspiración 23 un movimiento sustancialmente giratorio de tipo centrífugo que aumenta la eficacia de la acción de extracción fluidodinámica de los sedimentos.

50 En consecuencia, el método de dragado realizado por medio del aparato de dragado antes mencionado 1 comprende la etapa de impartir al agua aspirada en el cabezal 9 un movimiento sustancialmente giratorio orientado hacia la abertura de aspiración 23.

55 En esta realización preferida, la segunda porción 9b del cabezal de aspiración 9 distal con respecto a la abertura de aspiración 23 está provista de una pluralidad de puestos de inspección 36 que permiten ventajosamente inspeccionar el espacio interior del cabezal de aspiración 9 y verificar la necesidad de una posible intervención para eliminar los materiales sólidos contenidos dentro del tabique perforado 26 y/o realizar intervenciones de mantenimiento o reparación.

60 Claramente, los puertos de inspección antes mencionados 36 se pueden proporcionar también en las otras realizaciones de la invención.

La Figura 8 ilustra una realización preferida del aparato de aspiración 5 y del cabezal de aspiración 9 en el caso en el que el aparato de dragado 1 carece del sistema de recirculación 10 del agua en el cabezal 9.

65 En este caso, el cabezal de aspiración 9 se forma integralmente como una sola pieza con el tabique perforado 26, mientras que las porciones 9a y 9b del cabezal de aspiración 9, respectivamente proximal a y distal con respecto a

la abertura de aspiración 23, tienen una forma troncocónica, consiguiendo de esta manera los efectos técnicos ventajosos descritos anteriormente en relación con la presencia de esta combinación específica de características.

5 La Figura 9 ilustra una realización preferida del aparato de aspiración 5 y del cabezal de aspiración 9 en el caso en el que el aparato de dragado 1 carece del sistema de recirculación 10 del agua en el cabezal 9.

En este caso, el cabezal de aspiración 9 se forma integralmente como una sola pieza con el tabique perforado 26 y su porción intermedia 9e interpuesta entre las porciones 9a y 9b tiene un área en sección transversal sustancialmente constante.

10 Las porciones 9a y 9b del cabezal de aspiración 9, respectivamente proximal a y distal con respecto a la abertura de aspiración 23 tienen también en este caso una forma troncocónica, obteniendo de esta manera los efectos técnicos ventajosos descritos anteriormente en relación con la presencia de esta característica específica.

15 En este caso, el tabique perforado 26 se soporta en el cabezal de aspiración 9 en la porción intermedia 9e que tiene una sección transversal sustancialmente constante a fin de lograr los efectos técnicos ventajosos ilustrados anteriormente con referencia a la realización de las Figuras 1-5.

20 La Figura 10 ilustra una realización preferida del aparato de aspiración 5 y del cabezal de aspiración 9 en el caso en el que el aparato de dragado 1 carece del sistema de recirculación 10 del agua en el cabezal 9.

En este caso, el cabezal de aspiración 9 se forma integralmente como una sola pieza con el tabique perforado 26 y comprende una porción en forma de cilindro única con un área en sección transversal sustancialmente constante.

25 En este caso, la abertura de aspiración 23 se forma en el centro de una pared inferior 37 del cabezal 9 y de manera similar a las otras realizaciones preferidas ilustradas, con un área en sección transversal más pequeña que el área en sección transversal máxima del cabezal de aspiración 9 (en este caso igual al área de su sección transversal que es constante).

30 La Figura 11 ilustra una realización preferida del aparato de aspiración 5 y del cabezal de aspiración 9 en el caso en el que el aparato de dragado 1 carece del sistema de recirculación 10 del agua en el cabezal 9.

35 En este caso y de manera similar a la realización preferida ilustrada en las Figuras 1-5, la porción 9a proximal a la abertura de aspiración 23 y la segunda porción 9b distal con respecto a una abertura de este tipo son estructuralmente independientes y se asocian de forma separable entre sí de manera análoga por medio de una pluralidad de pernos (no mostrado).

40 También en este caso, el tabique perforado 26 se monta de forma separable entre las porciones 9a y 9b del cabezal de aspiración 9 en la porción intermedia 9e y las paredes del cabezal 9 tienen facetas y comprenden una pluralidad de segmentos planos inclinados con respecto al eje longitudinal X-X de la abertura de aspiración 23 y se conectan de lado a lado.

De esta manera, una abertura de aspiración poligonal 23 se define así también en este caso.

45 En este caso, la porción 9a proximal a la abertura de aspiración 23 se diferencia de las anteriores en que se compone de un par de porciones 9a', 9a'' proximales a la abertura de aspiración 23 y con un área en sección transversal progresivamente creciente que se aleja de dicha abertura y una inclinación diferente con respecto al eje longitudinal X-X de la abertura de aspiración 23.

50 Más específicamente, una primera porción 28a de la pared inferior 28 más cercana a la abertura de aspiración 23 tiene una inclinación con respecto al eje longitudinal X-X comprendida entre 0° y 85° y, aún más preferentemente, entre 5° y 70° y una segunda porción 28b de la pared inferior 28 tiene una inclinación con respecto a un eje longitudinal X-X de este tipo comprendida entre 5° y 85° y, aún más preferentemente, entre 25° y 70°.

55 De esta manera, es ventajosamente posible proporcionar el cabezal de aspiración 9 con un elemento para la reducción de su sección transversal que, en el caso de sedimentos particularmente cohesivos (por ejemplo, arcilla compacta), permite conseguir un área en sección transversal de la abertura de aspiración 23 que se reduce de manera adecuada a fin de aumentar la velocidad de aspiración y, por lo tanto, la capacidad de extracción de sedimentos del cabezal 9.

60 En la realización de la Figura 12, el cabezal de aspiración 9 es totalmente similar al cabezal de la Figura 11 con la diferencia de que el elemento de reducción - que consiste en la porción 9a' más cerca de la abertura de aspiración 23 - comprende una pluralidad de escotaduras 38 formadas en el borde periférico de la abertura de aspiración 23 a fin de evitar la activación de posibles fenómenos de cavitación en el caso de contacto accidental con el lecho F.

65

Finalmente, la Figura 13 ilustra una realización preferida del aparato de aspiración 5 y del cabezal de aspiración 9 en el caso en el que el aparato de dragado 1 está provisto del sistema de recirculación 10 del agua en el cabezal 9 de manera similar con respecto a la realización anterior de las Figuras 1-5.

5 En este caso, el aparato de dragado 1 comprende una primera válvula de cierre 40, por ejemplo una válvula de retención de tipo basculante, montada en el conducto de descarga 24 de la suspensión de agua y sedimentos aspirada por el cabezal de aspiración 9 y se extiende aguas abajo de la abertura de descarga 20 del cuerpo de alojamiento 17 de la bomba sumergible 18.

10 Preferentemente, el aparato de dragado 1 comprende también una segunda válvula de cierre 41, por ejemplo una válvula de mariposa, montada en el conducto de recirculación 12 de la fase líquida separada por el dispositivo de separación 8 de la abertura de aspiración 23 del cabezal de aspiración 9.

15 La presencia de las válvulas de cierre 40, 41 es muy ventajosa en el caso en que se dragan sitios contaminados, ya que permite:

– mantener el agua recirculada en un circuito sustancialmente cerrado, evitando cualquier tipo de reintroducción en el medio ambiente de los contaminantes presentes en la fase líquida, en caso de fallo de la bomba sumergible 18 o de otros elementos del sistema de recirculación o cuando se detienen las operaciones de dragado ; y

20 – evitar contraflujos indeseados de la suspensión de agua/sedimentos descargada por el impulsor 21 de la bomba sumergible 18 en caso de fallo de esta última o cuando se detienen las operaciones de dragado.

25 De lo que se ha descrito anteriormente, queda por tanto claro que el aparato y método de dragado de la invención consiguen diversos efectos técnicos ventajosos y, más específicamente:

– posibilidad de realizar las operaciones de dragado sin ninguna dispersión apreciable de los sedimentos que se erosionan únicamente por medio de la acción de extracción fluidodinámica realizada por el agua aspirada en el cabezal;

30 – posibilidad de realizar las operaciones de dragado sin contacto con el lecho de agua por medio de una acción de aspiración/extracción fluidodinámica de los sedimentos realizada por el agua aspirada por el cabezal de aspiración por medio de la depresión que se genera cerca de, particularmente, debajo y alrededor de la abertura de aspiración del cabezal;

35 – posibilidad de aspirar una suspensión de agua/sedimentos que tiene un alto contenido de sólidos, hasta un valor igual o mayor que el 40 % en volumen y, por lo tanto, con la posibilidad de obtener una alta eficacia de dragado en términos de productividad por hora;

40 – posibilidad de reducir drásticamente el impacto medioambiental, de manera que el aparato y método de dragado se pueden utilizar en sitios SCI o SNI o en todo caso en áreas donde por razones medioambientales, no se permite tener ningún tipo de turbidez en el agua y/o dispersión de sedimentos contaminantes en el agua;

45 – posibilidad de recuperar y, si es necesario, tratar y/o aprovechar, los materiales sólidos de dragado;

– posibilidad de reducir los tiempos y costes de las intervenciones.

50 Es evidente que un experto en la materia puede introducir modificaciones y variantes a la invención descrita anteriormente en el presente documento con el fin de cumplir con los requisitos de aplicación, variantes y modificaciones específicas y contingentes comprendidas, de cualquier modo, dentro del alcance de protección tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de dragado (1) para la extracción de sedimentos de un lecho (F) de una extensión de agua (S) en ausencia de cualquier contacto con el lecho (F), que comprende un aparato de aspiración (5) que incluye:

a) una bomba sumergible (18) que incluye:

a1) un cuerpo de alojamiento (17) provisto de una boca de entrada (19) y de una abertura de descarga (20);
a2) un impulsor (21) soportado de forma giratoria en dicho cuerpo (17) entre dicha boca de entrada (19) y dicha abertura de descarga (20) y accionado de forma giratoria por un respectivo dispositivo de accionamiento (22);

b) un cabezal de aspiración (9) asociado a dicha boca de entrada (19) del cuerpo de alojamiento (17) de la bomba (18) y provisto, en la parte inferior, de una abertura de aspiración (23) de los sedimentos; en donde la abertura de aspiración (23) del cabezal (9) tiene un valor del área en sección transversal dimensionado para lograr en el alcance de trabajo de la bomba (18) una velocidad de aspiración capaz de extraer los sedimentos por medio de la acción de extracción fluidodinámica realizada por la agua aspirada en dicho cabezal (9);

caracterizado por que el aparato de dragado comprende además un dispositivo de separación (8) para la separación de una suspensión de agua y sedimentos descargada desde el aparato de aspiración (5) en una fase líquida y en una fase sólida que incluye los sedimentos y un sistema de recirculación (10) hacia el cabezal de aspiración (9) de al menos una parte de la fase líquida separada por dicho dispositivo de separación (8),

por que la abertura de aspiración (23) del cabezal (9) tiene un área en sección transversal más pequeña que el área en sección transversal máxima del cabezal de aspiración (9),

por que dicho cabezal de aspiración (9) está provisto de un espacio hueco interior (34) que define una porción anular exterior de dicha abertura de aspiración (23) y en comunicación líquida con el sistema de recirculación (10) para la alimentación de la fase líquida separada por el dispositivo de separación (8) hacia la abertura de aspiración (23) y el interior de dicho cabezal (9), y

por que el sistema de recirculación (10) define un circuito hidráulico cerrado del fluido recirculando en su interior.

2. Aparato de dragado (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el cabezal de aspiración (9) comprende al menos una primera porción (9a) proximal a la abertura de aspiración (23) con un área en sección transversal progresivamente creciente que se aleja de dicha abertura (23) y una segunda porción distal con respecto a la abertura de aspiración (23) con un área en sección transversal sustancialmente constante o un área en sección transversal progresivamente decreciente que se aleja de dicha primera porción (9a).

3. Aparato de dragado (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, que comprende una pluralidad de elementos de desviación de flujo (35) asociados al cabezal de aspiración (9) cerca de dicha abertura de aspiración (23).

4. Aparato de dragado (1) de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 3, en el que dicha primera porción (9a) del cabezal de aspiración (9) está provista de una camisa (33) que forma una pared doble en la que se define dicho espacio hueco interior (34).

5. Aparato de dragado (1) de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, que comprende además una pluralidad de elementos de desviación de flujo (35) dispuestos en dicho espacio hueco (34) cerca de dicha abertura de aspiración (23).

6. Aparato de dragado (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dichos elementos de desviación de flujo (35) comprenden una pluralidad de aletas que tienen una forma sustancialmente rectilínea o curvilínea que se extienden a lo largo de una dirección radial o a lo largo de una dirección inclinada con respecto a dicha dirección radial.

7. Aparato de dragado (1) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una primera válvula de cierre (40) montada en un conducto de descarga (24) que se extiende aguas abajo de dicha abertura de descarga (20) del cuerpo de alojamiento (17) de la bomba sumergible (18).

8. Aparato de dragado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1, 3 o 4, que comprende una segunda válvula de cierre (42) montada en un conducto de recirculación (12) de la fase líquida separada por el dispositivo de separación (8) hacia la abertura de aspiración (23) del cabezal de aspiración (9).

9. Aparato de dragado (1) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una unidad (13) para tratar químicamente la fase líquida separada por dicho dispositivo de separación (8).

10. Método de dragado para la extracción de sedimentos de un lecho (F) de una extensión (S) de agua en ausencia de cualquier contacto con el lecho (F), que comprende:

a) situar, cerca del lecho, un aparato de aspiración (5) que incluye:

una bomba sumergible (18) que incluye:

- 5
- un cuerpo de alojamiento (17) provisto de una boca de entrada (19) y de una abertura de descarga (20) del agua;
 - un impulsor (21) soportado de forma giratoria en dicho cuerpo (17) entre dicha boca de entrada (19) y dicha abertura de descarga (20) y accionado de forma giratoria por un respectivo dispositivo de accionamiento (22); y

10 un cabezal de aspiración (9) asociado a dicha boca de entrada (19) del cuerpo de alojamiento (17) de la bomba (18) y provisto, en la parte inferior, de una abertura de aspiración (23) de los sedimentos provista de un eje longitudinal orientado sustancialmente vertical durante su uso;

15 b) operar la bomba sumergible (18) a fin de lograr, en el alcance de trabajo de la bomba (18), una velocidad de aspiración capaz de extraer los sedimentos por medio de la acción de extracción fluidodinámica realizada por el agua absorbida en dicho cabezal (9),
caracterizado por que la abertura de aspiración (23) del cabezal (9) tiene un área en sección transversal más pequeña que el área en sección transversal máxima del cabezal de aspiración (9), y **por que** el método comprende además las etapas de:

- 20
- separar una suspensión de agua y sedimentos descargada por la bomba sumergible (18) en una fase líquida y en una fase sólida que incluye los sedimentos, por medio de un dispositivo de separación (8);
 - recircular al menos una parte de la fase líquida separada de dicha suspensión hacia la abertura de aspiración (23) del cabezal de aspiración (9) por medio de un sistema de recirculación (10) y de un espacio hueco interior (34) del cabezal de aspiración (9) que define una porción anular exterior de la abertura de aspiración (23), estando dicho espacio hueco interior (34) en comunicación líquida con el sistema de recirculación (10) para la alimentación de la fase líquida separada por el dispositivo de separación (8) hacia la
- 25
- abertura de aspiración (23) y el interior de dicho cabezal (9); y
 - mantener la recirculación de líquido en el sistema de recirculación (10) en un circuito hidráulico cerrado.
- 30

11. Método de dragado de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración (23) tiene una velocidad igual o menor que la velocidad de aspiración.

35 12. Método de dragado de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, en el que la fase líquida que se recircula hacia la abertura de aspiración (23) tiene una velocidad comprendida entre 0,2 y 15 m/s en función de la velocidad de aspiración.

40 13. Método de dragado de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la velocidad de aspiración está comprendida entre 0,3 y 30 m/s de acuerdo con las características de tamaño y cohesión de partículas de los sedimentos y la relación entre la velocidad de aspiración y la velocidad de la fase líquida recirculada hacia la abertura de aspiración (23) está comprendida entre 1 y 7.

45 14. Método de dragado de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además la etapa de impartir a la fase líquida recirculada alimentada hacia la abertura de aspiración (23) un movimiento sustancialmente giratorio o un movimiento sustancialmente radial con respecto a dicha abertura de aspiración (23).

15. Método de dragado de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además la etapa de tratar químicamente la fase líquida separada de la suspensión de agua y sedimentos.

50 16. Método de dragado de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además una etapa en espera que incluye una etapa de cerrar de forma estanca una cantidad predeterminada de la fase líquida recirculada que se ha separado de la suspensión de agua y sedimentos en un circuito cerrado.

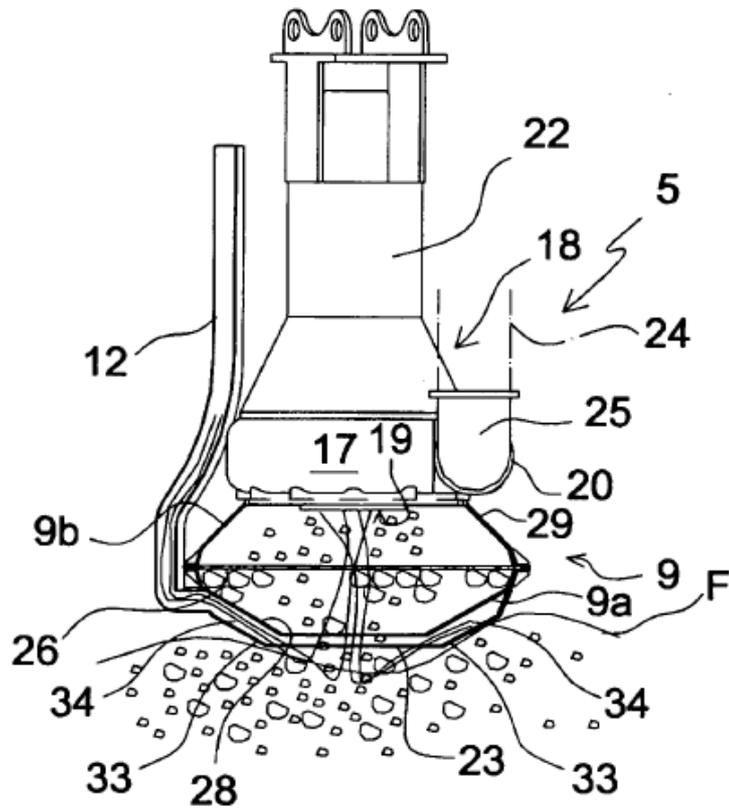


FIG. 3

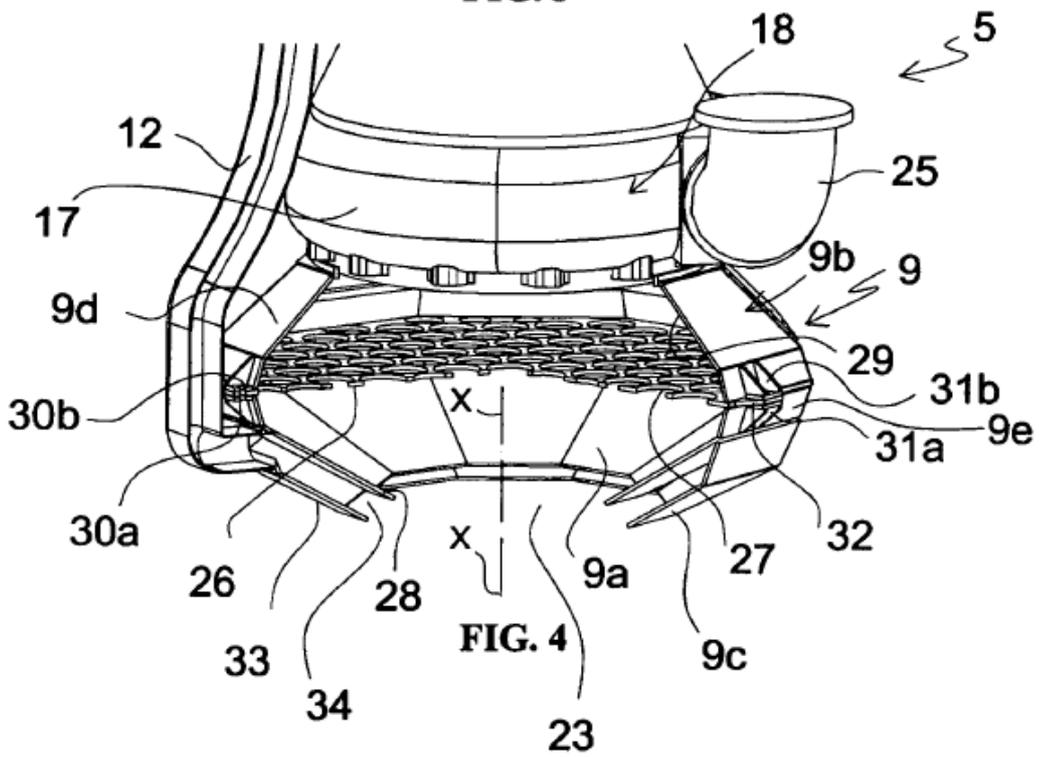
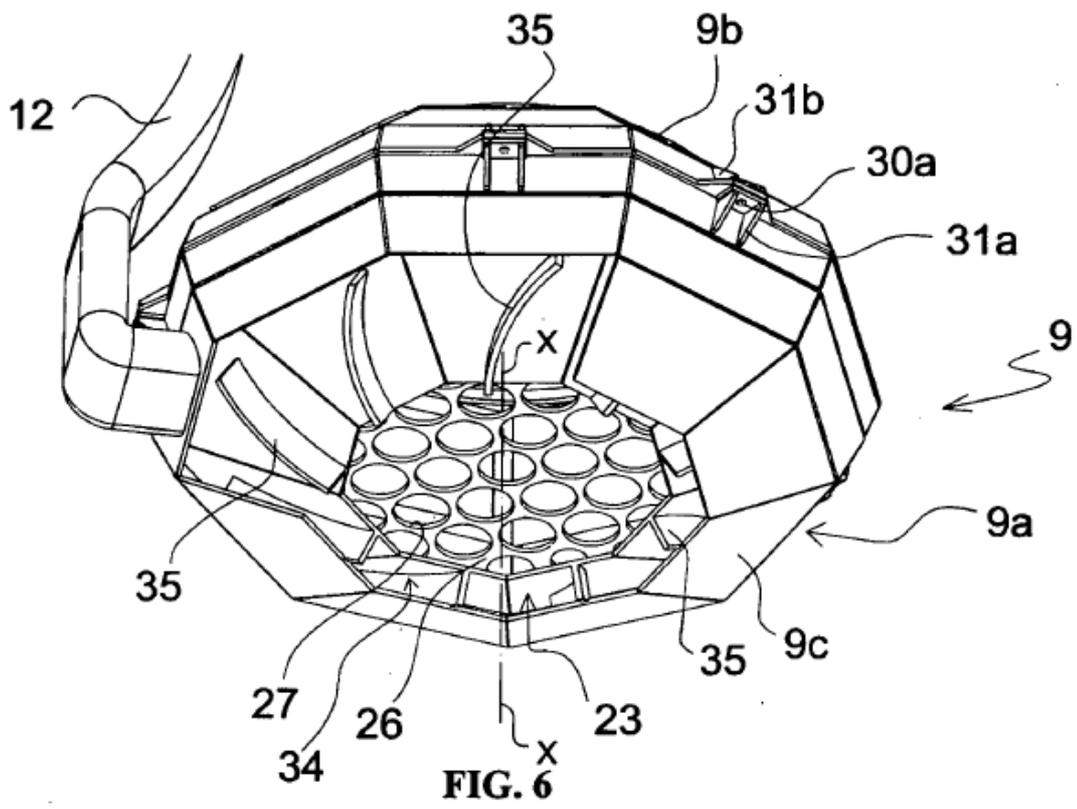
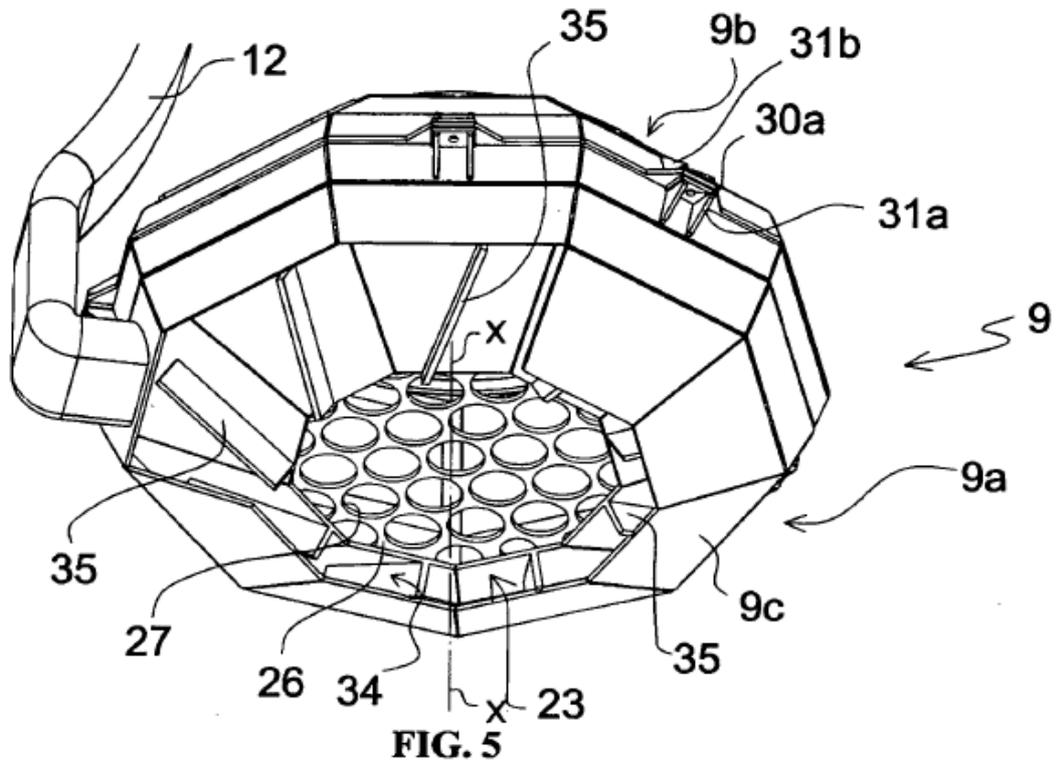


FIG. 4



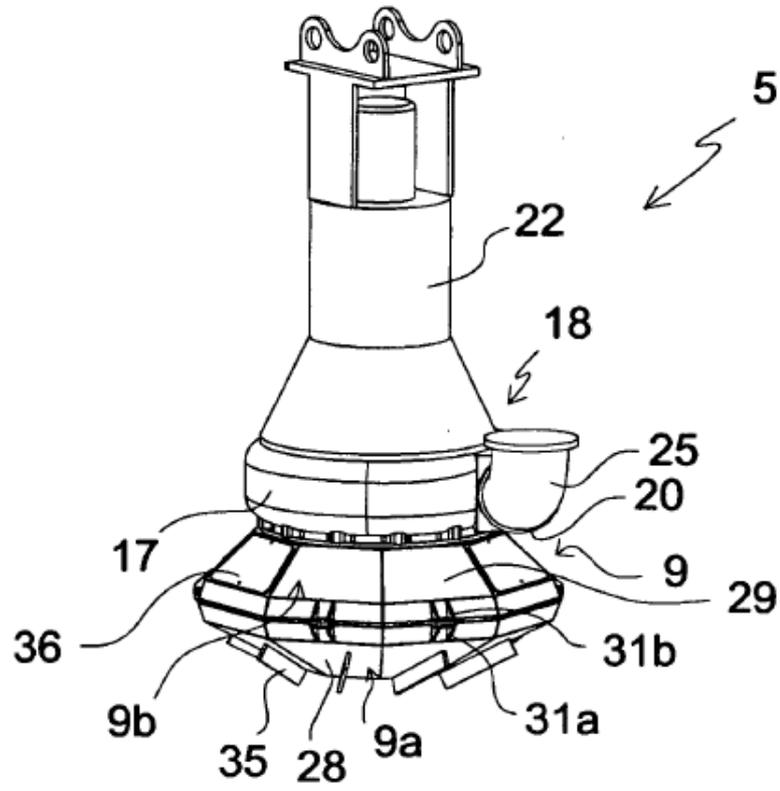


FIG. 7

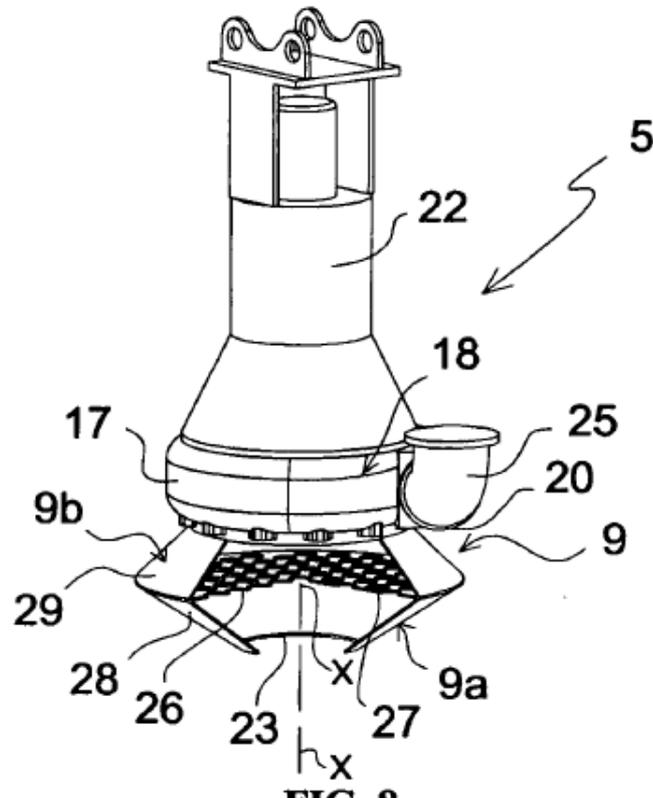


FIG. 8

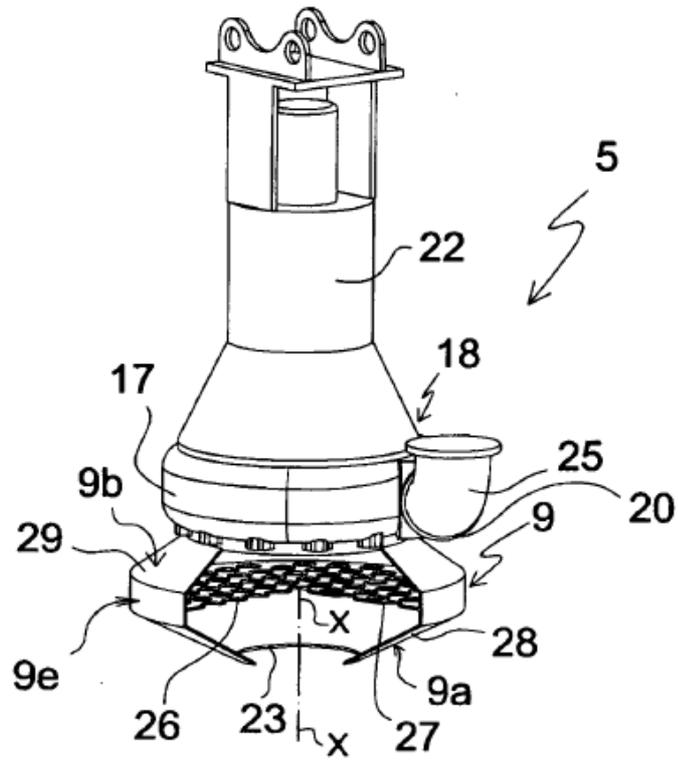


FIG. 9

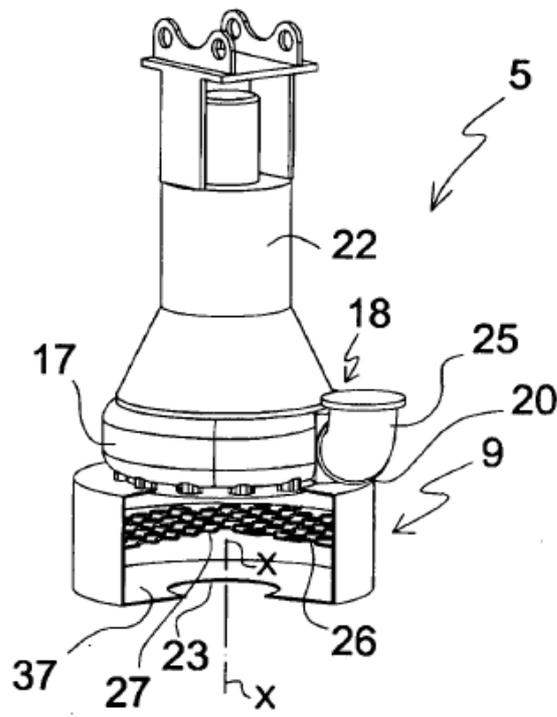


FIG. 10

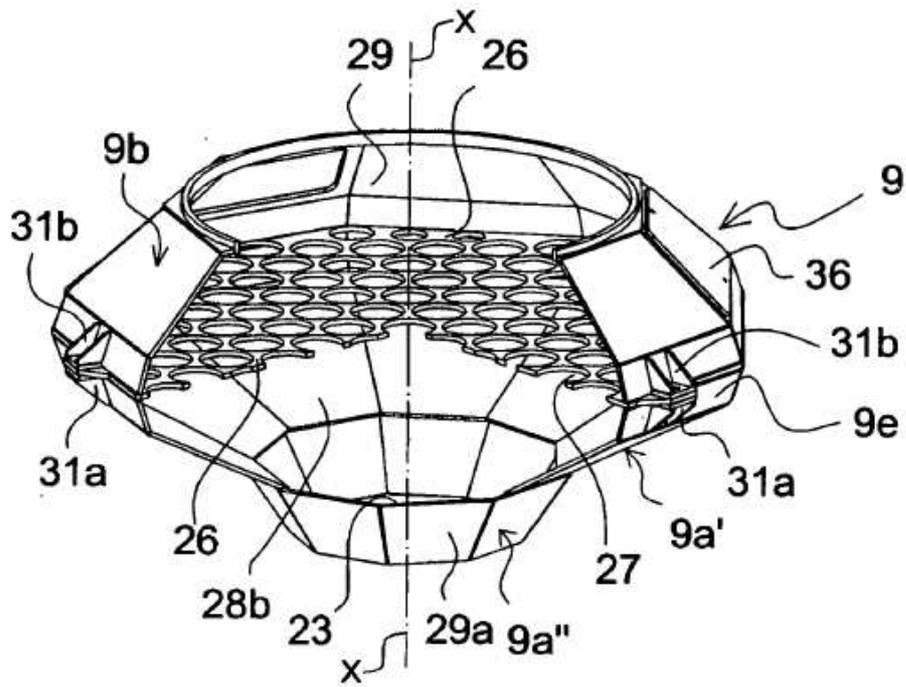


FIG. 11

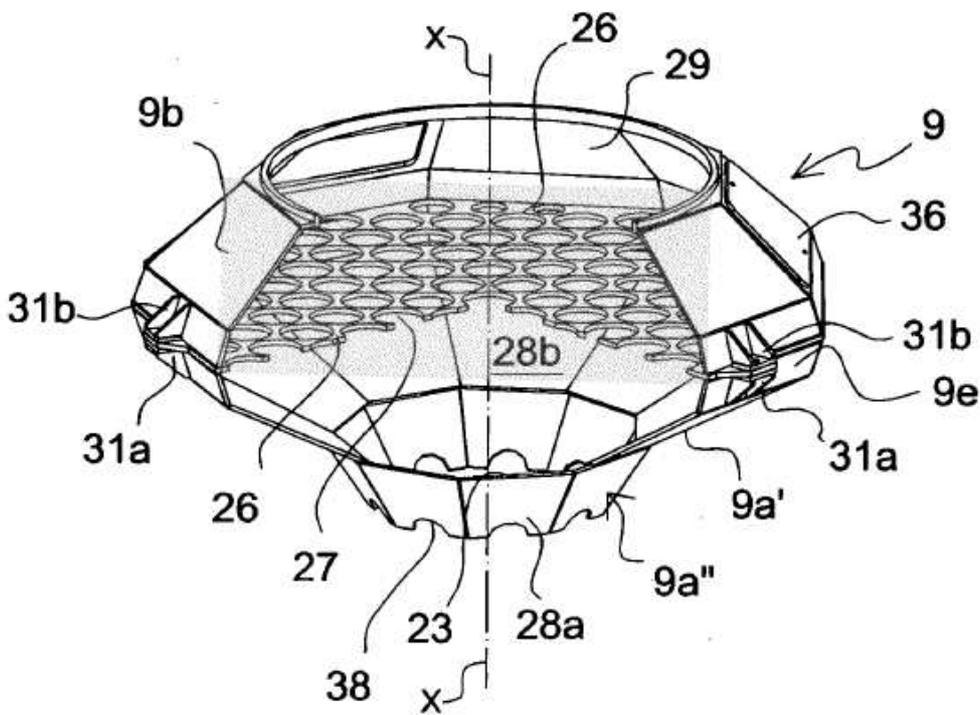


FIG. 12

