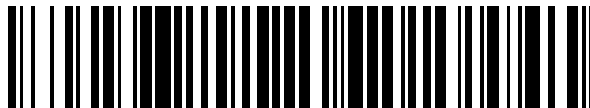


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 599**

51 Int. Cl.:

**C02F 9/00** (2006.01)

**C02F 1/56** (2006.01)

**C02F 1/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2010 E 10700999 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2382163**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de agua mediante floculación con lastre y decantación que incluye una puesta en contacto previa del agua con un adsorbente**

30 Prioridad:

**29.01.2009 US 362156**

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

**23.09.2013**

73 Titular/es:

**VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES  
SUPPORT (100.0%)  
L'Aquarène 1 Place Montgolfier  
94417 Saint-Maurice Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**SAUVIGNET, PHILIPPE y  
GAID, ABDELKADER**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 423 599 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

Procedimiento de tratamiento de agua mediante floculación con lastre y decantación que incluye una puesta en contacto previa del agua con un adsorbente

### Campo De La Invención

5 El campo de la invención es el del tratamiento del agua con vistas a su potabilización. Se refiere igualmente al tratamiento de las aguas industriales que contienen materias absorbibles y el del tratamiento terciario de aguas residuales con vistas a su depuración y particularmente con vistas a disminuir la concentración de agentes que tienen un efecto de perturbación endocrina.

10 Más específicamente, la invención se refiere al tratamiento fisicoquímico del agua que incluye particularmente una separación sólido-líquido por floculación con lastre y una decantación.

### Técnica anterior

El tratamiento fisicoquímico del agua, bien para potabilizar las aguas superficiales, aguas cársticas, etc. o para depurar aguas usadas urbanas o industriales, se obtiene usando procedimientos que incluyen una sucesión de etapas.

15 Este tipo de tratamiento generalmente incluye una etapa de coagulación. La coagulación induce una aglomeración de las partículas coloidales en suspensión en el agua. Esto se obtiene lo más a menudo introduciendo el agua que se va a tratar en una zona de coagulación en la que se inyecta un reactivo coagulante, que puede estar constituido por ejemplo, por una sal metálica trivalente.

20 El agua así coagulada sufre posteriormente a una etapa de floculación. La floculación induce la formación de flóculos por aglomeración de las partículas coloidales previamente coaguladas. Esto se obtiene lo más a menudo introduciendo el agua coagulada en una zona de floculación en la que inyecta en el agua coagulada un reactivo floculante constituido habitualmente por un polímero orgánico.

25 Finalmente, el agua coagulada y después floculada sufre una etapa de decantación para separar estos flóculos del agua. La decantación se obtiene haciendo transitar el agua en el interior de un decantador en cuya parte inferior se extraen los lodos formados mientras que el agua tratada por la parte superior. El agua tratada entonces puede dirigirse a un dispositivo de filtración posicionado hacia abajo de la instalación requerida para implementar la coagulación, la floculación y la decantación con el fin de realizar después un tratamiento posterior de pulido.

30 Para mejorar la velocidad de formación de los flóculos y su velocidad de decantación, se ha desarrollado la denominada tecnología de floculación con lastre. Tal técnica se describe particularmente en las solicitudes de Patente Internacional con los números WO-A1-03/053862 y WO-A1-2008/083923 presentadas a nombre de la solicitante.

35 La floculación con lastre consiste en usar un lastre o balasto constituido generalmente por un material granular fino de alta densidad que se inyecta directamente en la zona de floculación o hacia arriba de ésta. La inyección de balasto resulta en la formación rápida relativa de la borra con lastre en donde la proporción de decantación se incrementa con respecto a la formación de una borra convencional.

El tratamiento de floculación con lastre, que tiene intenta esencialmente por objeto disminuir el contenido de las partículas en suspensión en el agua, puede asociarse s un tratamiento de adsorción cuya realización conduce principalmente a reducir en contenido de agentes contaminantes disueltos en el agua.

40 El tratamiento del agua por adsorción se obtiene lo más a menudo inyectando en el agua al menos un reactivo que tiene propiedades adsorbentes tal como el carbón activo.

Se conoce la práctica de inyecciones de reactivo adsorbente bien directamente en la zona de floculación y/o coagulación o en una zona de contacto que está separada de las zonas de coagulación y floculación, tal como se precisa por ejemplo en la solicitud de patente francesa de número FR-A1-2 868 064 presentada a nombre de la solicitante.

45 El uso de estas técnicas es particularmente interesante en la medida en que conducen a disminuir significativamente el contenido en el agua de impurezas coloidales disueltas o en suspensión.

Sin embargo, estas técnicas presentan algunos inconvenientes.

### Inconvenientes de la técnica anterior

En particular, un tratamiento por adsorción solamente puede ser efectivo si se controla.

50 Sin embargo, la falta de control del consumo de reactivos adsorbentes constituye un problema importante inherente

a la utilización de estas técnicas de tratamiento de agua.

Este problema se manifiesta esencialmente en dos formas: bien por que es insuficiente el aporte del reactivo adsorbente, bien porque es superabundante.

5 Un aporte de reactivo adsorbente insuficiente conduce a limitar la disminución por adsorción de las impurezas contenidas en el agua y por lo tanto a producir un agua tratada que no cumple los criterios de potabilización.

Un aporte de reactivo adsorbente superabundante, aunque permite reducir de forma importante la cantidad de impurezas contenidas en el agua, no obstante induce la producción de agua de calidad media debido a la fuerte presencia de partículas en el agua. En efecto, cuando se aporta el reactivo adsorbente en proporciones demasiado importantes, no es raro encontrar una parte de éste en el agua después de que se haya tratado.

10 Además del hecho de que el pobre control de aportes de reactivo adsorbente induce dificultades con relación a la calidad del agua producida, también induce dificultades de orden económico.

Un aporte demasiado bajo de reactivo adsorbente conduce a la producción de agua de calidad media en donde la mejora del nivel de calidad requiere el uso de tratamientos complementarios que generan gastos adicionales.

15 Un aporte excesivo de reactivo adsorbente constituye un sobreconsumo, lo que por sí mismo genera gastos adicionales.

Además, teniendo en cuenta que la calidad del agua producida en el caso de un suministro excesivo de reactivo adsorbente es relativamente mediocre, es igualmente necesario usar tratamientos complementarios que tengan un impacto negativo en el coste total del tratamiento del agua.

20 Finalmente, el mal control de los aportes del reactivo adsorbente conduce los más a menudo en la producción de agua de calidad media y/o a aumentar el coste del tratamiento del agua.

### **Objetivos de la invención**

La invención tiene por tanto por objeto paliar estos inconvenientes de la técnica anterior.

25 Más específicamente, un objeto de la invención es proporcionar en al menos un modo de realización de la invención, una técnica de tratamiento del agua, que comprende particularmente una floculación con lastre y un tratamiento por adsorción, lo que conduce a la producción de agua de buena calidad, por lo menos en comparación con las técnicas de la técnica anterior.

Otro objeto de la invención es, en al menos un modo de realización de la invención, el uso de dicha técnica de tratamiento de agua que conduce a la reducción de los costes de producción del agua tratada.

30 La invención tiene aún por objeto producir, en al menos una modo de realización de la invención, dicha técnica de tratamiento de agua que sea o bien particularmente económica o que sea al menos más económica que las técnicas de la técnica anterior.

Un objeto de la invención es igualmente proporcionar, en al menos un modo de realización de la invención, dicha técnica de tratamiento del agua que sea robusta, eficaz y fácil de usar.

### **Exposición de la invención**

35 Estos objetos junto con otros que aparecerán posteriormente en este documento, se logran con ayuda de un procedimiento de tratamiento de agua bruta cargada de impurezas coloidales disueltas o en suspensión en el seno de una instalación de tratamiento, comprendiendo dicho procedimiento al menos las etapas siguientes:

- poner en contacto en una zona agitada de contacto previo dicho agua con al menos un agente adsorbente en polvo;
- 40 - introducir la primera mezcla procedente de dicha zona de contacto previo en una zona de floculación con lastre agitada.
- poner en contacto en dicha zona agitada de floculación con lastre dicha primera mezcla con al menos un reactivo de floculación y con al menos un balasto constituido por al menos un material granular insoluble más pesado que el agua para permitir la formación de floculos lastrados;
- 45 - introducir la segunda mezcla procedente de dicha zona de floculación con lastre en una zona de decantación;
- extraer una mezcla de lodos, balasto y agente adsorbente en polvo en la parte inferior de dicha zona de decantación;

- extraer el agua tratada separada de dicha mezcla de lodos, balasto y agente adsorbente en polvo en la parte superior de dicha zona de decantación;
- introducir dicha mezcla de lodos, balasto y agente adsorbente en polvo en un hidrociclón ;
- 5 - reciclar el derrame de dicho hidrociclón constituido esencialmente por balasto en dicha zona de floculación con lastre;
- dirigir los restos superiores de dicho hidrociclón, constituido por una mezcla de lodos y de reactivo adsorbente en polvo a una zona de transición.

Según la invención, dicho procedimiento también comprende:

- 10 - una etapa de reciclaje en dicha zona de contacto previo de al menos una parte de la mezcla de lodos y de agente adsorbente en polvo procedente de dicha zona de transición;
- una etapa de medición en continuo de al menos una información representativa de la concentración del agente adsorbente en polvo en dicha zona de contacto previo;
- 15 - una etapa de inyección hacia arriba de dicha zona de contacto previo de una nueva suspensión de agente adsorbente en polvo en medio acuoso cuando dicha concentración de agente adsorbente en polvo en dicha zona de contacto previo es inferior a un valor umbral predeterminado;
- una etapa de acidificación de dicha suspensión de agente adsorbente.

De esta forma, la invención se basa en una aproximación nueva e inventiva que consiste en controlar el tratamiento de agua por adsorción:

- 20 - reciclando una mezcla de lodos y reactivo adsorbente procedente del descordamiento de un hidrociclón conectado al derrame de una zona de decantación en una zona de contacto previo en donde el agua que se va a tratar se pone en contacto con dicho reactivo, y
- midiendo una información representativa de la concentración de reactivo adsorbente en polvo en una zona de contacto previo en donde el agua se pone en contacto con dicho reactivo, después
- 25 - inyectando hacia arriba de dicha zona de contacto una cierta cantidad de reactivo adsorbente en polvo nuevo en suspensión en un medio acuoso si se requiere para mantener en la zona de contacto previo una concentración de reactivo adsorbente predeterminada de manera que produzca agua de calidad apropiada.

Por lo tanto, el uso de dicha técnica permite reciclar parte del reactivo adsorbente ya usado e inyectar en el agua que se va a tratar una cantidad exacta necesaria de una suspensión en medio acuoso de reactivo adsorbente nuevo de manera que se produzca agua de calidad mientras se limita el consumo de reactivo adsorbente y limitando el número de operaciones de tratamiento requeridas para la producción de agua.

Por lo tanto, el uso de la técnica según la invención conduce a la producción de agua de calidad al menos equivalente pero a un coste menor que las técnicas de la técnica anterior.

Según aspecto esencial de la invención, este procedimiento incluye una etapa de acidificación de dicha suspensión de agente adsorbente.

35 El uso de dicha etapa permite reducir el tamaño de las partículas del agente adsorbente y, a igual concentración, aumentar su superficie específica global en contacto con el agua que se va a tratar. Esto conduce a mejorar las capacidades de adsorción de un procedimiento según la invención.

40 A la inversa, a comportamientos iguales, el uso de esta acidificación permite reducir más el consumo adicional del agente adsorbente. Esto conduce a que la cantidad de agente adsorbente residual en el agua tratada sea menor, lo que tiene un impacto positivo en los tratamientos usados al final del procedimiento según la invención.

La concentración del reactivo adsorbente en polvo de la suspensión está ventajosamente comprendida entre 5 y 50 mg/l y de preferencia entre 5 y 15 mg/l. Esta concentración varía especialmente en función de los objetivos del tratamiento, la calidad del reactivo adsorbente usado y el pH del agua que se va a tratar.

45 Según una característica ventajosa, dicha etapa de medición en continuo de al menos una información representativa de la concentración del agente adsorbente en polvo en dicha zona de contacto previo comprende las sub-etapas que consisten en:

- medir la absorbancia a UV de dicha agua bruta;
- medir la absorbancia a UV de dicha agua tratada;

- deducir de las medidas de absorbancia la concentración del agente adsorbente en polvo.

5 En efecto, el uso de estas sub-etapas permite obtener de manera simple, eficaz y precisa una información representativa de la concentración de agente adsorbente presente en la zona de contacto previo. Esto permite reajustar esta concentración de manera satisfactoria por un aporte apropiado del nuevo agente adsorbente y limitar en consecuencia el consumo de este (o estos) agente(s) de la manera más exacta.

Según una característica ventajosa, dicho agente adsorbente en polvo está constituido por carbón activo en polvo.

En este caso, el valor de concentración umbral de dicho carbón activo en polvo en dicha zona de contacto previo es de preferencia entre 0.5 y 10 g/l.

10 Una concentración de agente adsorbente en la zona de contacto previo que sería inferior a 0.5 g/l no permitiría tratar el agua de manera satisfactoria en la medida en que la capacidad de adsorción del procedimiento según la invención sería insuficiente. Sin embargo, se ha constatado que si esta concentración se mantiene por encima de 3 g/l, la capacidad de adsorción del agente adsorbente aumenta, pero de forma significativa.

15 Cuando la concentración del agente adsorbente en polvo en la zona de contacto previo es superior a 5 g/l, el agua tratada procedente del procedimiento contiene una cierta proporción de este(o estos) agente(s), de manera que tiene un impacto negativo en los tratamientos finales. En particular, cuando estos tratamientos implican el uso directo de membranas de filtración, una concentración de agente adsorbente demasiado elevada puede conducir al colmatado de las membranas y por lo tanto a la reducción de su tiempo de filtración.

Para obviar este inconveniente, se puede prever aumentar la concentración del agente de floculación (por ejemplo polímero) en la zona de floculación. Sin embargo, esto conduce a un aumento del coste del tratamiento del agua.

20 Ventajosamente, dicho valor de concentración umbral de dicho carbón activo en polvo en dicha zona de contacto previo varía entre 1 y 3 g/l.

Tal concentración de agente adsorbente en la zona de contacto previo permite tanto mantener un buen nivel de adsorción como limitar la proporción del agente adsorbente residual en el agua tratada y por lo tanto limitar la incidencia del impacto negativo en los tratamientos finales.

25 Ventajosamente, dicho carbón activo en polvo presenta una granulometría comprendida entre 8 y 60 micrómetros.

Según una característica preferente, dicho carbón activo en polvo presenta una granulometría comprendida entre 15 y 35 micrómetros.

30 Tal granulometría, correspondiente a la de un carbón activo de polvo convencional, asociada con un valor de concentración de agente adsorbente en la zona de contacto previo entre 0.5 y 5 g/l permite la generación de una superficie específica total que confiere al procedimiento una buena capacidad de absorción.

Según otra característica preferente, dicho carbón activo en polvo presenta una granulometría entre 8 y 15 micrómetros. Tal granulometría, que corresponde a la de un carbón activo en polvo calibrado permite, a concentración igual de agente adsorbente, aumentar la superficie específica y aumentar en consecuencia la capacidad de absorción del procedimiento según la invención.

35 Según incluso otra característica preferente, dicho carbón activo en polvo presenta una granulometría inferior a 1 micrómetro.

40 Tal granulometría, que corresponde a la de un carbón activo en polvo micronizado, permite, a concentración igual de agente adsorbente, aumentar incluso más la superficie específica y aumentar en consecuencia la capacidad de adsorción del procedimiento según la invención. Tal carbón activo en polvo se comercializa generalmente directamente en forma de una emulsión y presenta así la ventaja de ser fácil de usar sin requerir el uso de un aparato específico como es el caso cuando se usa carbón activo en polvo calibrado o convencional. En efecto, el uso de PAC de este tipo supone, previamente a su inyección, su mezcla con el agua de servicio, lo que requiere medios específicos costosos, como tanques que alojan agitadores.

45 Dicha etapa de acidificación de la suspensión de agente adsorbente comprende preferentemente una inyección de ácido en dicha suspensión de agente adsorbente en polvo nuevo en medio acuoso hasta un valor de pH comprendido entre 2 y 5.

Preferentemente, el ácido se inyectará en la suspensión hasta obtener un pH entre 3 y 4.

De la forma más preferida de todas, el ácido se inyectará en la suspensión hasta obtener un pH igual a 3.

50 Según un aspecto preferido, un procedimiento de la invención comprende una etapa de coagulación de dicha agua bruta.

De forma ventajosa, los agentes coagulantes y los agentes de floculación se inyectan por separado de manera que el efecto de uno no inhibe el efecto del otro.

En este caso, dicha etapa de coagulación ventajosamente comprende la inyección en dicha agua bruta de al menos un agente coagulante aguas arriba de dicha zona de contacto previo.

- 5 Según una aproximación diferente, dicha etapa de coagulación ventajosamente comprende la inyección en dicha agua bruta de al menos un agente coagulante en una zona de coagulación localizada entre dicha zona de contacto previo y dicha zona de floculación con lastre.

Se pueden utilizar agentes adsorbentes diferentes a los PAC, tal como por ejemplo resinas adsorbentes, arcillas expandidas o polvo de alúmina activada.

## 10 Lista de figuras

Otras características y ventajas de la invención aparecerán más claramente con la lectura de la descripción siguiente de un modo de realización preferido, dada a título de simple ejemplo ilustrativo y no limitante, y de la única figura 1 aneja que ilustra un modo de realización de una instalación destinada de la realización de un procedimiento de la invención

## 15 Descripción de un modo de realización de la invención

### Recordatorio del principio de la invención

El principio general de la invención se basa en el uso de:

- una etapa de reciclaje de una mezcla de lodos y de reactivo adsorbente procedente del descordamiento de un hidrociclón conectado con el derrame de una zona de decantación en una zona de contacto previo en la que un agua que se va a tratar se pone en contacto con tal reactivo, y
- una etapa de medición de una información representativa de la concentración del reactivo adsorbente en esta zona de contacto previo.

Esto permite, en otra etapa, inyectar aguas arriba de la zona de contacto previo reactivo adsorbente nuevo en suspensión en medio acuoso, si se requiere, para mantener en esta zona una concentración predeterminada de reactivo adsorbente para producir agua de calidad apropiada.

El uso de tal técnica permite el control del tratamiento por adsorción del agua y por lo tanto producir a un coste relativamente reducido, al menos en comparación con las técnicas de la técnica anterior, agua de calidad aceptable.

### Ejemplo de una instalación para el uso de un procedimiento para el tratamiento de agua según la invención

Se presente, con referencia a la Figura 1, un modo de realización de una instalación destinada a la realización de un procedimiento de tratamiento de agua según la invención.

Como se representa en la Figura 1, tal instalación de tratamiento de agua comprende una canalización de transporte 1 de agua bruta que se va a tratar que desemboca en una zona de contacto previo 2. Los medios de inyección, tales como por ejemplo un inyector 9, permiten la inyección en el agua que se va a tratar que circula en la canalización de transporte 1 de una suspensión de un reactivo adsorbente en polvo en medio acuoso.

35 La zona de contacto previo 2 está delimitada por las paredes de un tanque 21 y que aloja un agitador 22. Se comunica en una parte elevada con una zona de coagulación 3.

40 Esta zona de coagulación 3 está delimitada por los contornos de un tanque 31 que aloja un agitador 32. Los medios de inyección, tal como por ejemplo un inyector 33, permiten la inyección de al menos un reactivo coagulante en la zona de coagulación 3. Esta zona de coagulación 3 se comunica en una parte inferior con una zona de floculación con lastre 4.

45 Esta zona de floculación con lastre 4 está delimitada por los contornos de un tanque 41 que aloja un agitador 42. Los medios de inyección tales como por ejemplo un inyector 43, permiten la inyección de al menos un reactivo de floculación en la zona de floculación con lastre 4. Los medios de inyección 45 permiten igualmente introducir en el tanque 41 el balasto constituido por un material granular insoluble más denso que el agua tal como arena. Esta zona de floculación con lastre 4 también aloja un elemento de guía de flujo que comprende un elemento esencialmente tubular 44 dentro del cual el agitador 42 se pone en rotación. Por esta razón, la zona de floculación con lastre 4 constituye una zona de maduración. Se comunica en una parte elevada con una zona de decantación 5.

50 La zona de decantación 5 está delimitada con un tanque 51 que define esencialmente una "U". Presenta un desbordamiento 6 que se conecta a una canalización de extracción 7 de una mezcla de lodos, balasto y reactivo adsorbente en polvo. También comprende un derrame 8 para evacuar el agua tratada.

Una canalización 19 y medios de extracción, tal como una bomba 10, permiten dirigir dicha mezcla de lodos, balasto y reactivo adsorbente en polvo a la entrada de un hidrociclón 11.

5 El hidrociclón 11 comprende una descarga que permite dirigir una mezcla de balasto y una cantidad pequeña de lodos hacia los medios de inyección 45. Esta descarga está conectada a los medios de inyección de agua se servicio 18. Esto permite la inyección de una mezcla de balasto y de lodos diluidos en la zona de floculación con lastre 4. También presenta un derrame que está conectado a una canalización 12 que permite descargar una mezcla de lodos y de reactivos adsorbentes en polvo en una zona de transición 14.

10 Esta zona de transición 14 presenta un rebosadero 15 que permite la evacuación de lodos hacia una zona de tratamiento aneja. Presenta igualmente una canalización de evacuación 16 de una mezcla de lodos y de reactivos adsorbentes en polvo que desemboca en la zona de contacto previo 2.

Tal instalación comprende medios de medición de una información representativa de la concentración de reactivo adsorbente en polvo del agua contenida en la zona de contacto previo 2. Estos medios de medición 17 comprenden en este modo de realización:

- medios de medición de la absorbancia a UV del agua bruta que se va a tratar circulando en el tubo 1;
- 15 - medios de medición de la absorbancia de UV del agua tratada circulando en el derrame 8;
- medios de cálculo que permiten deducir de las mediciones anteriores una información representativa de la concentración de reactivo adsorbente del agua contenida en la zona de contacto previo 2.

20 Estos medios de medición 17 están conectados a medios de control (no representados) que permiten comparar el valor representativo de la concentración de reactivo adsorbente del agua contenida en la zona de contacto previo 2 a un valor de referencia predeterminado. Estos medios de control también permiten, cuando el valor de dicha concentración se revela insuficiente, pilotar el uso de los medios de inyección 9 de manera que introducen aguas arriba de la zona de contacto previo 2 una suspensión en el agua de servicio de reactivo adsorbente en polvo nuevo de manera tal que esta concentración sea constante.

### **Ejemplo de un procedimiento de tratamiento del agua según la invención**

25 Ahora se describirá un procedimiento de tratamiento de agua según la invención con referencia a la instalación representada en la Figura 1.

Tal procedimiento consiste en dirigir el agua que se va a tratar en la zona de contacto previo 2 en donde se pone en contacto con al menos un reactivo adsorbente en polvo, tal como por ejemplo CAP (Carbón Activo en Polvo).

30 Después de un tiempo de contacto igual a 10 minutos, la mezcla de agua y CAP se introduce dentro de la zona de coagulación 3 en la que se pone en contacto con al menos un reactivo coagulante mediante los medios de inyección 33. En variantes de este modo de realización, este tiempo de contacto podrá estar comprendido entre 5 y 15 minutos. El reactivo coagulante está constituido por una sal de aluminio cuya concentración en la zona de coagulación es igual a 1.5 mg/l. En una variante, el reactivo coagulante podrá estar constituido por una sal de hierro. Sea el reactivo coagulante una sal de hierro o una sal de aluminio, su concentración en la zona de coagulación  
35 estará preferentemente comprendida entre 0.5 y 3 mg/l. En otra variante, el reactivo coagulante podrá estar constituido por un polímero, tal como Polyadamc®, en donde la concentración en la zona de coagulación estará comprendida entre 0.1 y 1 mg/l.

40 Después de un tiempo de contacto igual a 2 minutos, la mezcla de agua, de reactivo adsorbente en polvo y reactivo coagulante transitan en la zona de floculación con lastre 4. En estas variantes, este tiempo de contacto puede estar comprendido entre 1 y 3 minutos.

Esta mezcla se pone allí en contacto con:

- al menos un reactivo de floculación mediante los medios de inyección 43 y
- el balasto mediante los medios de inyección 45.

45 El uso de la guía de flujo 44 permite la creación de fenómenos dinámicos que engendran movimientos de agua representados por las flechas A. Por lo tanto, la zona de floculación con lastre constituye una zona de maduración.

Después de un tiempo de maduración igual a 6 minutos la mezcla procedente de la zona de floculación con lastre 4 transita en la zona de decantación 5. En estas variantes, este tiempo de contacto podrá estar comprendido entre 3 y 8 minutos.

50 Una mezcla de lodos, de balasto y de reactivo adsorbente en polvo se extrae en la descarga 6 de la zona de decantación 5 por medio de la canalización 7. El agua tratada se recoge en el derrame 8 de dicha zona de decantación.

Esta mezcla de lodos, de balasto y de reactivo adsorbente en polvo se recircula hacia la entrada del hidrociclón 11 por medio de la canalización 19 y la bomba 10.

5 El balasto se separa en el interior del hidrociclón 11 de una mezcla de lodos y de reactivo adsorbente en polvo. Se extrae del mismo en un derrame y se vierte en la zona de floculación con lastre 4. La mezcla de lodos y de reactivo adsorbente en polvo es a su vez extraída en un derrame del hidrociclón 11.

Esta mezcla se dirige a través de la canalización 12 a la zona de transición 14. Una parte de esta mezcla se recicla en la zona de contacto previo 2.

Los medios de medición 17 se usan de forma continua para determinar una información representativa de la concentración de reactivo adsorbente en polvo en el agua contenida en la zona de contacto previo 2.

10 En este dibujo, se mide la absorbancia a UV respectivamente del agua bruta que circula en la canalización 1 y el agua tratada evacuada en el derrame 8 de manera que se determina, por comparación de estos dos valores, una información representativa de la concentración de reactivo adsorbente en polvo del agua contenida en el tanque de contacto previo 2.

15 Posteriormente se compara el valor de esta concentración mediante los medios de control, tal como un ordenador, a un valor umbral predeterminado de manera que se verifique si el nivel de esta concentración es suficientemente importante.

20 Si el nivel de dicha concentración se revela muy bajo, se usan los medios de inyección 9 de manera que se inyecte en el agua que se va a tratar aguas arriba de la zona de contacto previo 2 una suspensión en medio acuoso del reactivo adsorbente en polvo nuevo en una cantidad tal que la concentración de reactivo adsorbente en polvo del agua presente en la zona de contacto previo 2 se mantenga sensiblemente constante durante el tratamiento.

Se prevé que esta concentración se mantenga entre 0.5 y 5 g/l y ventajosamente entre 1 y 3 g/l. En este modo de realización, se mantendrá en 2,5 gramos de reactivo adsorbente en polvo por litro de agua contenida en la zona de contacto previo 2.

25 Según la invención, es esencial acidificar la suspensión del reactivo adsorbente en polvo en medio acuoso. Esta acidificación puede por ejemplo consistir en inyectar un ácido en esta suspensión, tal como ácido sulfúrico o de preferencia ácido cítrico. El ácido se inyectará en la suspensión hasta que el valor de su pH sea igual a 3. En otras variantes, el ácido se inyectará en la suspensión hasta que el valor de su pH sea entre 2 y 5 y de preferencia entre 3 y 4, observándose una mejora a partir de que el pH llega a ser igual a 5. Esta acidificación tiene por efecto reducir el tamaño de las partículas de agente adsorbente y a concentración igual, aumentar la superficie específica global de  
30 contacto de este agente con el agua que se va a tratar. Esto conduce a mejorar las capacidades de adsorción de un procedimiento según la invención.

Se aprecia que, con cada uno de sus reciclajes, la capacidad de adsorción de CAP disminuye. Sin embargo, un incremento de la concentración CAP en la zona de contacto previo solamente tiene un impacto positivo débil en la capacidad de adsorción de un procedimiento según la invención. Más allá de un cierto umbral, esto puede por el  
35 contrario producir un impacto negativo en los tratamientos que pueden tener lugar al final de tal procedimiento debido al contenido de CAP que puede presentar el agua tratada a la salida del procedimiento. En particular, un aumento de la concentración de CAP más allá de 5 g/l de agua en la zona de contacto previo puede inducir un riesgo de colmatado de las membranas de filtración que estarían colocadas al final del procedimiento.

#### **Variante**

40 En una variante, la zona de coagulación 3 no puede usarse. En este caso, el agua que se va a tratar se coagulará antes de su inyección en la zona de contacto previo 2.

#### **Ventajas**

El uso de un procedimiento de tratamiento del agua según la invención permite controlar el suministro del reactivo adsorbente en polvo en el agua y por lo tanto controlar el tratamiento del agua por medio de adsorción.

45 La invención condice a limitar el consumo de reactivo adsorbente en polvo y el número de operaciones necesarias en el tratamiento del agua. En definitiva, se uso permite producir agua de calidad apropiada a un coste más reducido que las técnicas de la técnica anterior no permiten hacer.



**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de tratamiento de un agua bruta cargada de impurezas coloidales, disueltas o en suspensión en el seno de una instalación de tratamiento, comprendiendo dicho procedimiento al menos una de las siguientes etapas:

- 5 - poner en contacto en una zona agitada de contacto previo (2) dicho agua con al menos un agente adsorbente en polvo;
- introducir la primera mezcla procedente de dicha zona de contacto previo (2) en una zona de floculación con lastre agitada (4);
- 10 - poner en contacto en dicha zona de floculación con lastre (4) agitada dicha primera mezcla con al menos un reactivo de floculación y con al menos un balasto constituido por al menos un material granular insoluble más pesado que el agua para permitir la formación de flocúlos lastrados;
- introducir la segunda mezcla procedente de dicha zona de floculación con lastre (4) en una zona de decantación (5);
- 15 - extraer una mezcla de lodos, de balasto y de agente adsorbente en polvo en la parte inferior de dicha zona de decantación (5);
- extraer el agua tratada separada de dicha mezcla de lodos, de balasto y de agente adsorbente en polvo en la parte superior de dicha zona de decantación (5);
- introducir dicha mezcla de lodos, de balasto y de agente adsorbente en polvo en un hidrociclón (11);
- 20 - reciclar las descargas de dicho hidrociclón (11) esencialmente constituidas por balasto en dicha zona de floculación con lastre (4);
- conducir los derrames de dicho hidrociclón (11) constituidos por una mezcla de lodos y de reactivo adsorbente en polvo en de una zona de transición (14);

caracterizado por que comprende:

- 25 - una etapa de reciclaje en dicha zona de contacto previo (2) de al menos una parte de la mezcla de lodos y de agente adsorbente en polvo de dicha zona de transición (14);
- una etapa de medición en continuo de al menos una información representativa de la concentración de agente adsorbente en polvo en dicha zona de contacto previo (2);
- 30 - una etapa de inyección aguas arriba de dicha zona de contacto previo (2) de una suspensión de agente adsorbente en polvo nuevo en medio acuoso cuando dicha concentración de agente adsorbente en polvo en dicha zona de contacto previo (2) es menor que un valor de umbral predeterminado;

y por que comprende una etapa de acidificación de dicha suspensión de agente adsorbente.

2. Procedimiento de tratamiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha etapa de medición en continuo de al menos una información representativa de la concentración de agente adsorbente en polvo en dicha zona de contacto previo (2) comprende las sub-etapas que consisten en:

- 35 - medir la absorbancia a UV de dicha agua bruta;
- medir la absorbancia a UV de dicha agua tratada;
- deducir de las medidas de absorbancia la concentración de agente adsorbente en polvo.

3. Procedimiento de tratamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que dicho agente adsorbente en polvo está constituido por carbón activo en polvo.

40 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que el valor de concentración umbral de dicho carbón activo en polvo en dicha zona de contacto previo (2) está comprendido entre 0.5 y 10 g/l.

5. Procedimiento de tratamiento según la reivindicación 4, caracterizado por que dicho valor de concentración de umbral de dicho carbón activo en polvo en dicha zona de contacto previo (2) está comprendido entre 1 y 3 g/l.

45 6. Procedimiento de tratamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicho carbón activo en polvo presenta una granulometría comprendida entre 8 y 60 micrómetros.

7. Procedimiento de tratamiento según la reivindicación 6, caracterizado por que dicho carbón activo en polvo

presenta una granulometría comprendida entre 15 y 35 micrómetros.

8. Procedimiento de tratamiento según la reivindicación 6, caracterizado por que dicho carbón activo en polvo presenta una granulometría comprendida entre 8 y 15 micrómetros.

5 9. Procedimiento de tratamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicho carbón activo en polvo presenta una granulometría inferior a 1 micrómetro.

10. Procedimiento según una cualquiera de una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que dicha etapa de acidificación comprende una inyección de ácido en dicha suspensión de agente adsorbente en polvo nuevo en medio acuoso hasta que el valor de su pH esté comprendido entre 2 y 5.

10 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que dicha etapa de acidificación comprende una inyección de ácido en dicha suspensión del agente adsorbente en polvo nuevo en medio acuoso hasta que el valor de su pH sea igual a 3.

12. Procedimiento de tratamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que comprende una etapa de coagulación de dicha agua bruta.

15 13. Procedimiento de tratamiento según la reivindicación 12, caracterizado por que dicha etapa de coagulación comprende la inyección en dicha agua bruta de al menos un agente coagulante aguas arriba de dicha zona de contacto previo (2).

14. Procedimiento de tratamiento según la reivindicación 12, caracterizado por que dicha etapa de coagulación comprende la inyección en dicha agua bruta de al menos un agente coagulante en la zona de coagulación (3) situada entre dicha zona de contacto previo (2) y dicha zona de floculación con lastre (4).

20

