

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 430 347**

51 Int. Cl.:

C02F 1/52 (2006.01)

C02F 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2010 E 10004660 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013 EP 2248768**

54 Título: **Utilización de un producto mineral que contiene arcillas y carbonatos minerales como agentes coagulantes-floculantes para la producción de agua potable**

30 Prioridad:

05.05.2009 ES 200930130

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

20.11.2013

73 Titular/es:

**SOCIEDAD ANÓNIMA MINERA CATALANO-
ARAGONESA (100.0%)
Independencia 21, 3º
50001 Zaragoza, ES**

72 Inventor/es:

**TOLOSA CORTÉS, JOSÉ IGNACIO;
CABALLERO LÓPEZ, MIGUEL ÁNGEL y
AGUAVIVA LADRERO, NURIA ISABEL**

74 Agente/Representante:

AZAGRA SAEZ, María Pilar

ES 2 430 347 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

Utilización de un producto mineral que contiene arcillas y carbonatos minerales como agentes coagulantes-floculantes para la producción de agua potable.

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se encuadra dentro del campo del tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano. Más específicamente, se refiere a un procedimiento de tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano mediante coagulación-floculación que utiliza un producto mineral que contiene arcillas y carbonatos minerales, especialmente útil para la mejora tecnológica de dichos procesos de tratamiento.

10 ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR A LA INVENCION

- La depuración de aguas constituye uno de los campos que mayor desarrollo ha experimentado en los últimos años. La imposición de legislaciones cada vez más restrictivas por parte de las diferentes Administraciones, junto con una mayor concienciación por parte de la sociedad, ha hecho incrementar los esfuerzos en la búsqueda de sistemas adecuados de tratamiento y depuración. De particular importancia resulta el apartado concreto de los tratamientos destinados a la producción de agua de consumo humano.

La producción de agua de consumo humano puede constar de varios procesos dependiendo de la naturaleza e impurezas presentes en cada tipo de agua a tratar. Todos esos tratamientos son bien conocidos en el sector, siendo los procesos más comunes los de desinfección, filtración, coagulación-floculación y sedimentación.

- 20 Los procesos de coagulación-floculación buscan eliminar la materia en suspensión presente en el agua a tratar, mejorando principalmente la turbidez del agua. Adicionalmente, se hace constar la existencia de regulaciones específicas respecto al empleo de sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano, limitando las soluciones a adoptar; así, entre los coagulantes-floculantes autorizados figuran:

- Alginato de sodio
- Almidones modificados
- 25 Alúmina granular activada
- Aluminato de sodio
- Bentonita (como coadyuvante de floculación)
- Clorosulfato de hierro III, cloruro de aluminio, hidroxicloruro de aluminio e hidroxiclorosulfato de aluminio
- Cloruro de aluminio y de hierro III e hidroxicloruro de aluminio y de hierro III
- 30 Cloruro de hierro III
- Hierro recubierto con alúmina granular activada
- Poli dialildimetilamonio
- Poliacrilamidas aniónicas y no iónicas
- Poliacrilamidas catiónicas
- 35 Poliaminas
- Polihidroxicloruro de aluminio y polihidroxiclorosulfato de aluminio

- Polihidroxiclorosilicato de aluminio
- Polihidroxisulfatosilicato de aluminio
- Silicato de sodio
- Sulfato de aluminio
- 5 Sulfato de aluminio y de hierro (III)
- Sulfato de hierro II y
- Sulfato de hierro III

10 Las arcillas han sido propuestas para uso en procesos de depuración de aguas debido a algunas propiedades que presentan dichos materiales, tales como su alta porosidad, su elevada superficie específica y su elevada capacidad de intercambio catiónico, que les confieren su elevada capacidad de absorción y adsorción característica.

15 Se han estudiado arcillas tanto en forma natural como modificada. Con dichas modificaciones se ha buscado variar alguna de las características de la arcilla. Así, el tratamiento de las arcillas con ácidos inorgánicos provoca la limpieza del material y un aumento en la porosidad y en la superficie específica. También se consigue un aumento de la porosidad con el tratamiento térmico de las arcillas. El objetivo buscado ha sido la preparación de productos específicos para problemáticas concretas. A modo de ejemplo, el tratamiento de las arcillas con determinados reactivos orgánicos les confieren características hidrófobas, aprovechadas para la eliminación selectiva de contaminantes orgánicos.

20 Estos trabajos se han centrado sobre todo en el uso de las arcillas en tratamientos de aguas residuales provenientes de actividades industriales. Mucha menor atención parece haber tenido el estudio de la aplicación de estos materiales en los procesos de producción de agua de consumo humano.

Algunos ejemplos en la literatura científica ilustran el uso de arcillas en procesos de producción de agua de consumo humano:

- RU 2.210.425 propone un floculante producido por modificación de una arcilla con un copolímero de acrilamida en presencia de un reactivo alcalino.
- 25 - GB 2.364.047 A propone una composición consistente en un polisacárido y una sal metálica. Como ingredientes opcionales cita un agente desinfectante, una arcilla y un agente alcalino.
- US 5.154.834 A1 propone una mezcla de carbón activo, bentonita y un polímero floculante para la eliminación de halometanos, sus precursores, productos desinfectantes y otros contaminantes orgánicos.
- 30 - GB 2.200.350 propone un producto consistente en la obtención de un producto granulado mediante mezcla de caolín y un aditivo de tipo dolomítico y su posterior calcinación a 900-950° C.
- US 4.116.828 propone el uso de sepiolita y atapulgita como medios filtrantes para el tratamiento y depuración de aguas. Estas arcillas eliminan pesticidas, toxinas, hormonas, metales pesados y virus.

35 El objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano mediante coagulación-floculación que utiliza un producto mineral, conteniendo dicho producto mineral arcillas y carbonatos minerales. Dentro del listado de sustancias autorizadas normativamente se encuentran reflejados algunos carbonatos (carbonato de calcio, carbonato de calcio recubierto de dióxido de manganeso, carbonato de sodio y dolomita semicalcinada) como correctores de pH.

40 Dentro de la literatura científica también podemos encontrar algunos ejemplos representativos de sistemas que contienen carbonatos minerales en su composición en el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano:

- WO 2006/068496 A1 describe un agente para tratamiento de agua que elimina el cloro y no aporta mal sabor. Consta de dolomita, sales de ácidos carboxílicos y un elemento formador de gel que se une a las bacterias.

RU 2.182.562 propone un sistema electrolítico de depuración de agua. Se utilizan carbonatos (principalmente dolomita) como paso final para purificar y mineralizar el agua.

5 - WO 95/26932 propone un producto a base de carbonato cálcico procedente de fósiles marinos y un coagulante (cloruro de aluminio) como forma de eliminar algas y otros elementos en suspensión en tratamientos de obtención de agua potable.

- JP 7.178.389 propone una columna rellena de un carbonato dentro de un proceso de obtención de agua potable.

- US 5.198.114 propone un filtro de carbón activo y dolomita. La dolomita actuaría como un nutriente de las bacterias. Además proporcionaría un sabor ligeramente básico y aportaría calcio y magnesio al agua.

10 - JP 2.198.691 propone una mezcla de carbonato cálcico (procedente de fósiles marinos) tratado con plata y el mismo tipo de carbonato cálcico tratado a una temperatura de entre 100 y 800° C.

EP 1749798 A1 presenta la utilización de un producto mineral para la purificación de aguas residuales mediante tratamiento biológico aerobio o anaerobio. Dicho producto mineral se caracteriza por contener arcillas y carbonatos minerales.

15 EP 1533275 A1 presenta una composición para el tratamiento y purificación de aguas residuales contaminadas por la presencia de contaminantes orgánicos o inorgánicos mediante métodos fisicoquímicos en particular, o procesos combinados de neutralización, precipitación, floculación, coagulación y decoloración. La composición comprende una mezcla natural de dolomita y arcilla.

20 EP 1953119 A1 presenta una composición para la purificación de aguas útil para la eliminación de trazas de contaminantes nocivos, como la adición del ion arsénico para eliminar microorganismos tales como virus, bacterias y quistes para producir agua apta para el consumo humano. Según EP 1953119 A1 la composición comprende a) un agente coagulante que es una sal metálica inorgánica soluble con cationes trivalentes; b) un agente floculante que es un polímero soluble de un elevado peso molecular; c) un adsorbente que es un óxido insoluble en agua, hidróxido u oxo-hidróxidos de titanio, zirconio, hierro, cobre o zinc; y d) un biocida que es un compuesto halógeno.

25 De entre todos los floculantes utilizados destaca el uso de poliacrilamidas por la amplia gama de procesos donde es útil, su facilidad de manejo y su eficacia. No obstante, existe una tendencia normativa a disminuir la dosis máxima de poliacrilamida (catiónica, aniónica y no iónica) permitida como floculante en los procesos de producción de agua de consumo humano. Esta situación provoca que los productos hasta ahora conocidos y empleados como coagulantes-floculantes y coadyuvantes de coagulación junto con las poliacrilamidas como floculantes pierdan eficacia en términos de lograr una buena eliminación de materia en suspensión y mejora de la turbidez del agua.

30 Se han planteado productos alternativos a las poliacrilamidas, en particular el poli cloruro de dialildimetilamonio, pero no son eficaces ni técnica ni económicamente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El problema técnico se resuelve con la utilización de un producto mineral según la reivindicación 1. En las reivindicaciones independientes se definen realizaciones ventajosas.

35 Para conseguir una mejora tecnológica en dichos procesos de tratamiento del agua, proporcionando un proceso alternativo de producción, más eficaz y económico, se presenta el procedimiento de tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano mediante coagulación-floculación objeto de la invención, el cual utiliza un producto mineral que contiene arcillas y carbonatos minerales, con unas proporciones entre un 45 y un 95% en peso de arcillas, y entre un 4 y un 55% en peso de carbonatos minerales, siendo modificado dicho producto mineral mediante un tratamiento seleccionado entre un tratamiento térmico a una temperatura comprendida entre 20 y 1200 °C, durante un tiempo comprendido entre 10 segundos y 24 horas, y/o un tratamiento con un producto químico seleccionado entre un ácido inorgánico, un ácido orgánico, una o más sales de ácidos inorgánicos y una o más sales de ácidos orgánicos.

45 En particular, las arcillas están seleccionadas entre sepiolita, paligorskita, esmectitas, ilita, y sus mezclas como productos minerales útiles en el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano. Tanto las arcillas como los carbonatos minerales presentes en el producto mineral que es objeto de la invención, son parte activa en la utilidad del producto mineral para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.

El procedimiento objeto de invención presenta la gran ventaja de presentar un proceso alternativo de producción que consigue una mejor eficacia técnica y un menor coste económico frente a los coagulantes-floculantes conocidos y usados de forma habitual en los procesos de tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.

- 5 Otra importante ventaja de este procedimiento es la versatilidad de uso del producto mineral, ya que puede actuar bien como coagulante-floculante, bien como coadyuvante de floculación.

Asimismo es importante resaltar que mantiene e incluso mejora la eficacia de los sistemas de coagulación-floculación con las dosis de poliacrilamida ahora requeridas.

- 10 Este procedimiento presenta la ventaja añadida del bajo coste económico del producto mineral utilizado, que es de fácil localización, comúnmente disponible, fácil de transportar, de almacenar, no se descompone, no tiene toxicidad y es limpio.

- 15 El uso de este producto en los procesos de tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano permite disponer de una alternativa industrial a los productos conocidos actualmente, con la consiguiente ventaja de diversificación y ampliación del espectro de compras, aparte de permitir evitar posibles problemas de suministro de los productos convencionales, o posibles situaciones de monopolio productivo o económico.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano mediante coagulación-floculación caracterizado por utilizar un producto mineral que comprende:

- 45 a 95% en peso de arcillas, y;
 - 20 - entre 4 y 55% en peso de carbonatos minerales,
- y dicho producto mineral ha sido modificado mediante un tratamiento seleccionado entre:
- un tratamiento térmico a una temperatura comprendida entre 20 y 1200 °C, durante un tiempo comprendido entre 10 segundos y 24 horas, y/o;
 - 25 - un tratamiento con un producto químico seleccionado entre un ácido inorgánico, un ácido orgánico, una o más sales de ácidos inorgánicos y una o más sales de ácidos orgánicos.

A su vez, las arcillas están seleccionadas entre sepiolita, paligorskita, esmectitas, illita y sus mezclas, en los siguientes porcentajes:

	% (p/p)
sepiolita y/o paligorskita	5-80
esmectitas	5-40
illita	0-30

con respecto al peso total de la composición.

- 30 Las esmectitas están seleccionadas del grupo formado por: montmorillonita, beidellita, hectorita, nontronita, saponita, sauconita, estevensita, y sus mezclas.

Los carbonatos minerales que forman parte del producto mineral objeto de invención están seleccionados entre calcita (CaCO₃), magnesita (MgCO₃), dolomita (CaMg(CO₃)₂) y sus mezclas.

- 35 Además, el producto mineral utilizado en la invención puede contener opcionalmente hasta un 20% (p/p) de otros minerales seleccionados del grupo formado por: feldespatos, plagioclasas, mica, cuarzo, caolinita, talco, clorita, vermiculita, haloisita y sus mezclas.

Los carbonatos minerales son materiales bien conocidos. Por su importancia histórica y aplicaciones industriales destacan de entre todos ellos el carbonato cálcico (CaCO_3 ; calcita o piedra caliza), el carbonato magnésico (MgCO_3 ; magnesita) y el carbonato doble de calcio y magnesio (de fórmula ideal $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; dolomita).

5 Mineralógicamente se denomina arcillas a un grupo concreto de filosilicatos. La estructura de estos filosilicatos se basa en el apilamiento de planos de iones oxígeno e hidroxilos. Los grupos tetraédricos de SiO_4^{4-} se unen compartiendo tres de sus cuatro oxígenos con otros vecinos formando capas de extensión infinita y fórmula $\text{Si}_2\text{O}_5^{2-}$, que constituyen la unidad fundamental de los filosilicatos. El silicio tetraédrico puede estar en parte sustituido por Al^{3+} o Fe^{3+} . Estas capas tetraédricas se unen a otras octaédricas de tipo gibbsita o brucita. El plano de unión entre
10 ambas capas está formado por los oxígenos apicales no compartidos por los tetraedros SiO_4^{4-} y por los grupos OH^- de la capa octaédrica.

Una unión similar puede ocurrir en la superficie opuesta de la capa octaédrica. Así, los filosilicatos pueden estar formados bien por dos capas, tetraédrica más octaédrica, denominándose entonces filosilicatos 1:1, bien por tres capas, una octaédrica y dos tetraédricas, denominándose entonces filosilicatos 2:1. La unidad formada por la unión de estas dos o tres capas, se denomina lámina. Si todos los huecos octaédricos están ocupados, la lámina se
15 denomina trioctaédrica. Si sólo están ocupadas dos tercios de dichas posiciones y el resto está vacante, se denomina dioctaédrica.

El grupo de las serpentinas-canditas son filosilicatos 1:1. Como filosilicatos 2:1 se engloban los grupos talco-pirofilita, esmectita, vermiculita, illita y mica y clorita.

20 También se engloban dentro del término arcillas a los minerales del grupo de las hormitas, formado por los minerales de la familia paligorskita-sepiolita. A diferencia del resto de los filosilicatos, que son laminares, tienen hábito fibroso, ya que la capa basal de oxígenos es continua, pero los oxígenos apicales sufren una inversión periódica cada seis tetraedros (sepiolita) o cada cuatro tetraedros (paligorskita/atapulgita). Esta inversión provoca la formación de canales en los que pueden alojarse moléculas de gran tamaño.

25 El producto mineral utilizado en la invención presenta una composición mineralógica que contiene entre un 45 y un 95% de arcillas y entre un 4 y un 55% de carbonatos minerales. Dichas arcillas son una mezcla de sepiolita y/o paligorskita (entre un 5 y un 80%), esmectitas (entre un 5 y un 40%) e illita (entre un 0 y un 30%). El producto mineral puede presentar hasta un 20% de otros minerales, pudiendo ser dichos minerales, feldespatos, plagioclasas, mica, cuarzo, caolinita, talco, clorita, vermiculita, haloisita y sus mezclas. Los porcentajes siempre son referidos al total de la composición.

30 Para la obtención del producto mineral puede explotarse selectivamente un yacimiento, extrayendo una roca arcillosa que contiene los ingredientes que forman parte del producto mineral en los porcentajes indicados. Dicha roca arcillosa es extraída del yacimiento con una humedad superior al 30%. Posteriormente se somete a procesos de acopio, molido, secado y granulado, siendo posible utilizar en estos procesos cualquiera de los sistemas habitualmente usados en la industria.

35 También es objeto de invención la obtención del producto mineral descrito a través de la mezcla de varios componentes, conteniendo cada uno de ellos, uno o varios de los ingredientes que forman parte del producto mineral. Dicha mezcla puede realizarse por cualquiera de los métodos bien conocidos en la industria, pudiendo ser posteriormente sometida a procesos de molido, secado y granulado.

40 El producto mineral utilizado en la invención se presenta preferentemente como un producto poroso granular con tamaño de grano menor de 5 mm, preferentemente menor de 0,6 mm, preferentemente menor de 150 μm , preferentemente menor de 10 μm .

45 Anteriormente se han comentado diversos procesos de modificación de arcillas tales como tratamientos térmicos, activación ácida, o adición de reactivos orgánicos. Dado que estos procesos son conocidos y habitualmente usados en la industria, se considera también objeto de invención un procedimiento de tratamiento de agua que utilice un producto mineral resultado de la modificación por cualquiera de dichos tratamientos del producto mineral descrito.

50 De acuerdo con lo anterior, la presente invención también abarca un procedimiento de tratamiento de agua que utiliza un producto mineral como el definido anteriormente, modificado por un proceso de tratamiento térmico. Dicho proceso de tratamiento térmico se lleva a cabo a una temperatura comprendida entre 20 y 1200 $^\circ\text{C}$, durante un periodo de tiempo comprendido entre 10 segundos y 24 horas. Tras el tratamiento térmico, el producto mineral puede ser sometido a un proceso de granulación hasta conseguir el tamaño de grano deseado, indicado anteriormente.

Asimismo, la presente invención también abarca un procedimiento de tratamiento de agua que utiliza un producto mineral que contiene arcillas y carbonatos minerales como el definido anteriormente, modificado por un proceso de tratamiento con productos químicos orgánicos y/o inorgánicos. Particularmente, dicha modificación se lleva a cabo mediante tratamiento del producto mineral con ácidos orgánicos y/o inorgánicos y sus sales.

- 5 Se considera objeto de invención, igualmente, el uso de los productos minerales descritos en procesos de tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano en combinación con agentes bactericidas, desincrustantes, correctores de pH, coagulantes-floculantes, decolorantes y sus mezclas.

10 El producto mineral puede ser añadido bien en forma sólida, bien en forma de suspensión. Dicha suspensión puede ser obtenida mezclando el producto mineral objeto de la invención con agua potable o con el agua a tratar. La cantidad de producto mineral a utilizar se encuentra entre 0,05mg/l y 50.000 mg/l, preferiblemente entre 0,1 mg/l y 20.000 mg/l, preferiblemente entre 0,5 mg/l y 1.000 mg/l, y más preferiblemente entre 1 mg/l y 200 mg/l, siempre en materia seca respecto de un litro del agua a tratar destinada a la producción de agua de consumo humano. La adición del producto mineral objeto de la invención se realiza en la etapa de coagulación-floculación, en un único paso o en varios pasos consecutivos.

15 EJEMPLOS DE LOS USOS DE LA INVENCION

Los ensayos realizados se llevaron a cabo mediante el conocido método Jar-Test. Junto con el producto objeto de la invención se utilizaron coagulantes-floculantes comerciales.

20 La valoración de la utilidad del producto mineral utilizado en el procedimiento de tratamiento de agua destinada a la producción de agua de consumo humano objeto de invención se basa en la medición de la turbidez en unidades NTU.

La presente invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos, que no deben considerarse en absoluto limitativos de su alcance.

25 **EJEMPLO 1:** El ejemplo ilustra los resultados de diferentes ensayos de tratamiento de un agua destinada a consumo humano en un proceso de coagulación-floculación. El agua sin ningún tipo de tratamiento tenía una turbidez de 28,80 NTU y un pH de 7,75.

TABLA 1

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Policloruro de aluminio	50 ppm	50 ppm	50 ppm
Poli dialildimetilamonio	20 ppm	-	-
AD	-	20 ppm	20 ppm
Poliacrilamida	0,02 ppm	-	0,02 ppm
Turbidez (NTU)	3,77	4,72	3,63

30 El ejemplo ilustra cómo el producto utilizado en el procedimiento objeto de invención (que denominamos en las tablas AD) es capaz de obtener buenos resultados en combinación con policloruro de aluminio, evitando el uso de poli dialildimetilamonio y de poli acrilamidas. El uso de la cantidad legalmente establecida de poli acrilamida demuestra que su eficacia es totalmente comparable al uso del poli dialildimetilamonio.

EJEMPLO 2: El ejemplo ilustra los resultados de diferentes ensayos de tratamiento de un agua destinada a consumo humano en un proceso de coagulación-floculación. El agua sin ningún tipo de tratamiento tenía una turbidez de 25,07 NTU y un pH de 7,54.

35

TABLA 2

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Policloruro de aluminio	50 ppm	50 ppm	50 ppm
Poli dialildimetilamonio	-	50 ppm	-
AD	-	-	20 ppm
Poliacrilamida	0,02 ppm	0,02 ppm	0,02 ppm
Turbidez (NTU)	15,17	5,70	5,82

5 El ejemplo ilustra cómo en este caso la adición de un segundo coagulante-floculante (bien poli dialildimetilamonio, bien el producto objeto de la invención (AD)) mejora la eficacia del proceso. Entre ambos productos se observa la mayor eficacia del producto objeto de la invención. Solo se precisan 20 ppm frente a las 50 ppm de poli dialildimetilamonio necesarias.

EJEMPLO 3: El ejemplo ilustra los resultados de diferentes ensayos de tratamiento de un agua destinada a consumo humano en un proceso de coagulación-floculación. El agua sin ningún tipo de tratamiento tenía una turbidez de 42 NTU y un pH de 8,14.

TABLA 3

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Policloruro de aluminio	20 ppm	-	20 ppm
AD	-	0,1 ppm	0,1 ppm
Turbidez (NTU)	14	16	7

10 El ejemplo ilustra la eficacia del policloruro de aluminio y el producto objeto de la invención AD como coagulantes-floculantes únicos. Se observa como con 0,1 ppm de AD obtenemos un resultado comparable a la adición de 20 ppm de policloruro de aluminio. La utilización de ambos productos de forma conjunta mejora ligeramente el resultado obtenido.

REIVINDICACIONES

- 5 **1** – Utilización de un producto mineral que contiene arcillas y carbonatos minerales en proporciones de entre 45 a 95 % en peso de arcillas; y entre 4 y 55% en peso de carbonatos minerales, habiendo sido modificado dicho producto mineral mediante un tratamiento seleccionado entre un tratamiento térmico a una temperatura comprendida entre 20 y 1200 °C durante un tiempo comprendido entre 10 segundos y 24 horas y/o un tratamiento con un producto químico seleccionado entre un ácido inorgánico, un ácido orgánico, una o más sales de ácidos inorgánicos y una o más sales de ácidos orgánicos, como agente coagulante-floculante en combinación con policloruro de aluminio evitando el uso de poli dialildimetilamonio y poliacrilamidas, en un procedimiento para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano mediante coagulación-floculación.
- 10 **2** – Utilización de un producto mineral según la reivindicación 1, caracterizada porque las arcillas comprendidas en el producto incluyen arcillas escogidas del grupo formado por sepiolita, paligorskita, esmectitas, illita y sus mezclas.
- 3** – Utilización de un producto mineral según la reivindicación 2, caracterizada porque dichas arcillas están presentes en los siguientes porcentajes con respecto al peso total de la composición: sepiolita y/o paligorskita, entre un 5 y un 80 % (p/p), esmectitas, entre un 5 y un 40 % (p/p) e illita, entre un 0 y un 30 % (p/p).
- 15 **4** – Utilización de un producto mineral según las reivindicaciones 2 y 3, caracterizada porque las esmectitas están seleccionadas del grupo formado por montmorillonita, beidellita, hectorita, nontronita, saponita, estevensita y sus mezclas.
- 5** - Utilización de un producto mineral según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque dichos carbonatos minerales comprendidos en el producto están seleccionados del grupo formado por CaCO_3 , MgCO_3 , $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, y sus mezclas.
- 20 **6** - Utilización de un producto mineral según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el producto mineral incluye adicionalmente hasta un 20% en peso de minerales seleccionados del grupo formado por feldespatos, plagioclasas, mica, cuarzo, caolinita, talco, clorita, vermiculita, haloisita y sus mezclas, siempre respecto del peso total de la composición.
- 25 **7** - Utilización de un producto mineral según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el producto puede presentarse como un producto poroso granular con tamaño de grano menor de 5 mm, preferentemente menor de 0,6 mm, preferentemente menor de 150 μm , y preferentemente menor de 10 μm .
- 8** - Utilización de un producto mineral según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque el producto mineral se utiliza como coadyuvante de coagulación-floculación.
- 30 **9** - Utilización de un producto mineral según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque en el procedimiento para el tratamiento de agua de consumo humano se usan adicionalmente agentes bactericidas, desincrustantes, correctores de pH, coagulantes-floculantes adicionales, decolorantes y sus mezclas.
- 10** - Utilización de un producto mineral según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque la cantidad de producto mineral se encuentra entre 0,05 y 50.000 mg /l en materia seca respecto de un litro del agua a tratar, destinada a la producción de agua de consumo humano.
- 35 **11** - Utilización de un producto mineral según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque el producto mineral se adiciona en forma sólida.
- 12** - Utilización de un producto mineral según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque el producto mineral se adiciona en forma de suspensión líquida.