

Nº 423.899

Int. Cl.: B01D, C01F//C02B

## MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de una

**CADUCADO**  
**CONCEDIDA**  
PATENTE DE INTRODUCCION  
20 DIC. 1976

SOLICITANTE: PRODUITS CHIMIQUES UGINE KUHLMANN.

RESIDENCIA: 25 boulevard de l'Amiral Bruix PARIS 16<sup>e</sup>,  
FRANCIA.-

ENUNCIADO: UN PROCEDIMIENTO DE PREPARACION DE UN PRODUC  
TO COAGULANTE, PRINCIPALMENTE PARA EL TRATA-  
MIENTO DE UN MEDIO ACUOSO.

Prioridad: Patente ..... n.º ..... del.....

1           Esta invención se refiere a un producto coagulante para coagular y flocular materias en suspensión o en disolución en agua y más especialmente a un producto coagulante mejorado que contiene una sal metálica básica especial.

5           En el tratamiento de efluentes, de aguas subterráneas, de aguas usadas, de productos de excreción y de aguas residuales de las industrias química y metalúrgica, de la industria de los colorantes o del almidón, etc., ya se han utilizado diversos tipos de productos coagulantes. Como productos  
10 coagulantes clásicos, podemos citar, por ejemplo, no solamente el sulfato de aluminio sino igualmente el sulfato ferroso, sulfato férrico, la melanterita clorada, el cloruro ferroso, el cloruro férrico y el cloruro de aluminio. Además, como  
13 coadyuvantes de la coagulación, se utiliza en general la cal apagada, la sílice activada, el silicato sódico y la bentonita.

          Este producto coagulante conocido tiene una acción coagulante global sobre estas materias finas en suspensión o en disolución en el sistema acuoso a tratar, materias que no  
20 pueden decantarse en un tiempo razonable por decantación natural; además, debido a su acción, estas materias aumentan de tamaño para convertirse en gruesos copos coagulados fáciles de filtrar y de separar de la fase líquida. Sin embargo, no se pueden utilizar en todos los campos estos productos  
25 coagulantes que, sin embargo, tienen un efecto limitado debido a su propio mecanismo de acción sobre la coagulación.

          Por otra parte, durante los últimos años, el desarrollo de la química de las sales metálicas básicas ha permitido proponer, en diferentes campos, algunos ejemplos de aplicación de estos productos utilizados como productos coagu-  
30

1 lantes minerales nuevos. Por ejemplo, se ha propuesto apli-  
car el cloruro de aluminio (de cromo o de hierro) básico al  
tratamiento de los lodos de aguas usadas o de aguas residua-  
les industriales en la patente estadounidense nº 2.858.269  
5 y en la patente inglesa nº 1.045.731. Además, se encuentran  
las mismas explicaciones en "The Effluent and Water Treatment  
Journal" de Julio de 1964 y en "Waste Engineering" de Julio  
de 1960. Según estas propuestas o estos estudios, es eviden-  
te que el cloruro de aluminio (cromo, hierro) básico presen-  
ta ciertas propiedades interesantes con respecto al sulfato  
10 de aluminio y a la melanterita clorada en la medida en que  
se le utiliza en este campo. Existen igualmente ciertas re-  
ferencias bibliográficas conocidas (por ejemplo, la patente  
estadounidense nº 3.270.001), que demuestran la superioridad  
15 del cloruro de aluminio básico en el tratamiento del agua  
de río, de las aguas subterráneas y de las aguas residuales  
de la pasta de papel.

En resumen, se sabe que una sal de aluminio básica pre-  
20 senta la ventaja de ejercer un efecto coagulante y floculan-  
te superior, por ejemplo, al de sulfato de aluminio. En cier-  
tos casos, el primer producto ejerce un efecto varias veces  
superior al del sulfato de aluminio, estando expresados los  
productos como  $Al_2O_3$ . En particular, su intervalo de pH de  
25 coagulación es más amplio, la formación y la decantación de  
los copos son más rápidas, los copos que se forman son más  
grandes y la turbidez después del tratamiento es mucho menor.

Esta invención tiene por objeto un nuevo producto coa-  
gulante mejorado para tratar un medio acuoso, con coagulación  
y floculación más fáciles y más eficaces de las sustancias  
30 en suspensión o en disolución en el agua a tratar, contien-

1 do para este efecto este nuevo producto coagulante una sal  
metálica básica especial soluble en el agua, así como un pro-  
cedimiento perfeccionado para coagular y flocular eficazmen-  
te las materias en suspensión o en disolución en el agua a  
5 tratar, siendo dicho procedimiento económico porque solo  
exige una pequeña cantidad de producto coagulante barato y  
porque es de una aplicación muy sencilla y evita los aparatos  
costosos.

10 En resumen, la puesta en práctica de la invención se  
efectúa mediante un producto coagulante que contiene una sal  
básica de fórmula:



15 donde M es un metal trivalente o polivalente, X es un anión  
generador de un ácido monovalente, 3n es superior a m y  
la basicidad  $(m/3n \times 100)$  está comprendida entre 30 y 83 %  
aproximadamente, habiéndose introducido un anión (denominado  
en lo que sigue Y) por vía química en la sal básica, pudiendo  
formar el citado anión Y un ácido divalente o polivalente  
(funcional).

20 Como metales representados por M en la fórmula anterior (I) podemos citar el aluminio (Al) el cromo (Cr) y el  
hierro (Fe); se prefiere el aluminio.

25 El anión Y a introducir en la sal básica de fórmula  
(I) se selecciona entre los aniones polivalentes minerales  
y orgánicos. Como ejemplos de estos últimos, podemos citar  
los aniones de los ácidos sulfúrico, fosfórico, polifosfórico,  
silícico, crómico, bicrómico, carboxílicos (cítrico,  
oxálico, fumárico, succínico, malónico, etc.) y sulfónicos  
(por ejemplo alquilarilsulfónicos); se prefieren los ácidos  
30 sulfúrico, fosfórico, silícico y oxálico.

1           Se puede introducir el anión polivalente Y bajo la forma del ácido o de su sal soluble (como la sal de sodio o de amonio).

5           Como ejemplos de aniones representados por X en la fórmula I, podemos citar Cl, NO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COO; se prefiere el anión Cl.

10           La cantidad del anión Y a introducir debe ser tal que la relación de Y/M sea superior a 0,015 aproximadamente, pero inferior a la cantidad que disminuye la estabilidad de dicha sal básica.

15           En la explicación que sigue, para mayor comodidad, se tomará el producto coagulante en cuya fórmula M es Al, X es Cl, es decir el cloruro de aluminio básico, muy conocido en la técnica. Este cloruro de aluminio conocido se denomina en abreviatura BAC y en la descripción siguiente se denomina BACS al nuevo cloruro de aluminio básico que contiene el ión del ácido polivalente (Y) de la invención.

20           Se sabe ya que en una solución acuosa de sulfato de aluminio, los iones aluminio reaccionan para dar un compuesto insoluble (precipitado de sulfato de aluminio básico) por encima de un cierto pH. (Ver, por ejemplo, "Journal of Pharmacological Science" ("Yakugaku Zasshi" en japonés), Volumen 74, págs. 253-258).

25           Por otra parte, la firma solicitante ha descubierto que el BACS de la invención obtenido modificando el BAC por incorporación de un ión de ácido polivalente (Y) en las condiciones específicas citadas anteriormente no da compuesto insoluble y permanece en solución acuosa estable y transparente durante un periodo de tiempo prolongado. La firma solicitante ha descubierto igualmente que, cuando se utiliza

30

1 como producto coagulante el BACS, por ejemplo en el caso de los lodos de aguas usadas, se produce un efecto coagulante y floculante muy superior al del BAC y estos descubrimientos permiten la puesta en práctica de la invención.

5 Por ejemplo, en el caso del tratamiento de lodos de aguas usadas según las descripciones de "Effluent and Water Treatment Journal" citado anteriormente, se considera que es ventajoso utilizar esta sal que comprende un anión monovalente y un catión polivalente (por ejemplo, cloruro de hierro) y el efecto de este producto coagulante que contiene un anión polivalente, como el ión sulfato, se encuentra un poco inhibido. Sin embargo, se ha descubierto de forma sorprendente que el BACS de la invención, obtenido haciendo coexistir efectivamente con o en el BAC un ión de ácido polivalente (Y) es mejor que el BAC desde el punto de vista de sus comportamientos generales, como el amplio intervalo de pH de coagulación, la gran velocidad de formación de los copos, la facilidad de decantación y la dimensión de los copos, la turbidez residual y la economía del coadyuvante alcalino.

15  
20 En general, el agua bruta a tratar para la coagulación puede algunas veces contener aniones polivalentes, por ejemplo iones sulfato bajo diversas formas. Sin embargo, si se toma por ejemplo un ión sulfato, para la comprensión del invento, es necesario distinguir claramente entre el ión sulfato del agua bruta y el ión sulfato del BACS de la invención.

25  
30 Así, para demostrar la diferencia, se suspende en 1 litro de agua del grifo 100 mg de caolín purificado; se agita y se asegura la dispersión. El análisis de esta suspensión es el siguiente:

1	Turbidez	100°
	Coloración	4°
	pH	7,40
	Dureza total	61,32
5	SO <sub>4</sub>	26,68 ppm
	Cl	39,30 ppm
	SiO <sub>2</sub>	22,70 ppm
	Alcalinidad M	47,55

Para realizar ensayos en matraz, se agrega como producto coagulante a la suspensión citada 4 ppm (calculados como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) de cada uno de los productos BAC (basicidad: 50 %) y BACS (basicidad: 50 % y relación SO<sub>4</sub>/Al: 0,128): se realiza el ensayo en matraz según el procedimiento descrito en la norma ASTM, en la que se realiza una agitación muy rápida a 120 vueltas por minuto durante 1 minuto y una agitación lenta durante 20 minutos; a continuación se deja en reposo durante 15 minutos. La tabla siguiente da los resultados obtenidos.

	pH del agua bruta				
	<u>6,5</u>	<u>7,0</u>	<u>8,0</u>	<u>9,0</u>	
20	Dimensión de los copos (en mm)				
	BAC	0,1	0,2	2,0	2,0
	BACS	4,0	4,5	5,0	4,5
25	Tiempo necesario para la decantación de los copos (en minutos)				
	BAC	>10	>10	6	6
	BACS	4	0,5	0,5	0,5
30	Turbidez residual				
	BAC	50	12,5	1,0	0,8
	BACS	0,7	0,5	-	-

1            Como muestra la tabla anterior, el BACS presenta efectos muy superiores al BAC en todos los casos. El hecho de  
5            que los copos sean mayores, que el tiempo necesario para la decantación sea menor y que el intervalo de pH de la coagulación y la floculación sea más amplio, permite operar muy  
              ventajosamente a gran escala porque, por ejemplo, se puede aumentar la capacidad del equipo de coagulación y reducir el espacio que ocupa para una capacidad dada.

10           Se debe observar que el agua bruta anterior contiene 26,68 ppm de  $SO_4$ , mientras que el BACS sólo contiene 0,96 ppm de  $SO_4$ , cantidad prácticamente despreciable desde el punto de vista cuantitativo. Por consiguiente, es necesario tener en consideración el hecho de que los resultados de los  
13           tratamientos respectivos de la misma agua bruta con BAC y BACS son tan diferentes como se ha observado en lo que antecede porque los iones  $SO_4^{=}$  introducidos con anterioridad  
              en el BAC (para dar el BACS) ejercen una acción particular sobre el funcionamiento de la coagulación. Es decir, que en la invención es necesario prácticamente incorporar con antelación los iones  $SO_4$  al producto coagulante antes de su utilización.

20           El mecanismo operatorio del anión polivalente (Y), por ejemplo el ión sulfato de la invención, no se ha determinado por completo pero se supone que es el siguiente. Así, los  
25           iones aluminio en el BAC se presentan bajo forma de iones complejos polinucleares estables que llevan 6 moléculas de agua de coordinación. Los iones sulfato que se hacen coexistir  
              efectivamente con el BAC son absorbidos en los iones complejos polinucleares anteriores y permiten mantener la solución  
30           bajo una forma estable reticulando al mismo tiempo el alumi-

1 nio al estado de  $M-SO_4$  juntamente con grupos OH. Parece que  
esta forma especial de producto coagulante acelera la forma-  
ción de copos así como la adsorción y la coagulación de ma-  
terias en suspensión por la hidrólisis rápida debida a la  
5 presencia de iones sulfato.

Para la cantidad de ión de ácido polivalente (Y) del  
BACS de la invención, se debe operar dentro de un cierto in-  
tervalo como sigue. Es decir que, para mantener estable el  
BACS, es necesario reducir el contenido de ión de ácido (es  
10 decir, que se reduce la relación de Y/M) para responder al  
aumento de la basicidad del BACS. Además, el contenido de  
ión de ácido (Y) debe permitir evitar la gelificación del pro-  
ducto coagulante durante la preparación o todavía en el caso  
en que se ajuste la concentración en el momento de utilizar  
15 el producto coagulante. En particular, se debe escoger el  
contenido de ión de ácido polivalente de manera que la re-  
lación molar de Y/M sea de 0,015 a 0,4 aproximadamente, pre-  
feriblemente de 0,05 a 0,3, para responder a la basicidad  
del BAC. Por ejemplo, en el caso en que la basicidad del BACS  
20 sea de 50, 66 u 80 %, puede haber iones sulfato de tal mane-  
ra que la relación molar de  $SO_4/Al$  sea respectivamente infe-  
rior a 0,35, 0,30 ó 0,16. No es necesario decir que la can-  
tidad de ión de ácido polivalente está estrechamente ligada  
no solamente a la estabilidad del BACS sino también a su ac-  
25 tividad coagulante.

Se puede utilizar cualquier forma de operación conve-  
niente para incorporar al BAC este ión de ácido polivalente.  
Así, por ejemplo, se puede obtener el BACS agregando un com-  
puesto que puede ser uno de los ácidos polivalentes anterio-  
res o una de sus sales solubles, por ejemplo sulfato sódico,  
30

1 sulfato potásico, fosfato sódico, ácido fosfórico y ácido  
sulfúrico, a una solución acuosa de BAC preparada según el  
procedimiento conocido (por ejemplo, según la patente estado-  
unidense nº 2.196.016), de manera que la relación de Y/M  
5 esté en el intervalo citado. Además, el procedimiento des-  
crito en la patente estadounidense nº 2.196.016 permite pre-  
parar el BACS, si se efectúa la reacción citada en presencia  
de una cantidad predeterminada de ión de ácido polivalente  
en una solución ácida de Al (por ejemplo clorhídrico).

10 Además, se puede igualmente obtener un BACS en la sepa-  
ración del sulfato insoluble preparado por adición de un hi-  
dróxido, de un óxido o de un carbonato de un metal que puede  
ser el calcio o el bario, a una solución de una sal normal de  
aluminio conteniendo iones cloruro o sulfato.

15 En este caso, se efectúa la operación anterior de ma-  
nera que la cantidad de iones sulfato comprendida en el in-  
tervalo citado pueda permanecer en las aguas madres.

20 Se da la explicación más concreta siguiente del proce-  
dimiento anterior de preparación del BACS. Por ejemplo, en  
el caso en que el catión polivalente es el Al y el anión poli-  
valente es el ión sulfato, se prepara en primer lugar una so-  
lución que contiene ión aluminio, ión cloruro (anión monova-  
lente) y ión sulfato, en la que la relación  $Al/Cl + SO_4$  es  
igual a 1 aproximadamente. En este caso, es ventajoso que  
25 la solución contenga de 5 a 13 % aproximadamente de Al, ex-  
presado en  $Al_2O_3$  y de 2,6 a 18,1 % aproximadamente de anión  
expresado en Cl. Se puede preparar esta solución, por ejem-  
plo, de la manera siguiente. Así, se puede mezclar simple-  
mente en una fase conveniente el sulfato de aluminio y el  
30 cloruro de aluminio. Un procedimiento más ventajoso y más

1 económico consiste en descomponer un hidróxido de aluminio  
(que puede ser una materia arcillosa, como la bauxita, el  
caolín en el caso en que haya hierro en el producto) con una  
mezcla de ácido clorhídrico y ácido sulfúrico. En este caso,  
5 se utiliza la mezcla de ácidos en cantidad aproximadamente  
equivalente al  $Al_2O_3$  contenido en el hidróxido de aluminio,  
siendo la relación de  $SO_4/Cl$  de 0,5-3 aproximadamente. La  
reacción de descomposición tiene lugar efectivamente a una  
temperatura elevada, por ejemplo  $80^{\circ}C$  o más. Si es necesario,  
10 sin embargo, la descomposición puede hacerse primero con un  
ácido, después con otro ácido en lugar de utilizar de una  
sola vez la mezcla de ácidos. Se somete la solución obtenida  
después de descomposición, conteniendo a la vez el anión mo-  
novalente  $Cl$  y el ión sulfato, a una fase de reacción para  
15 aumentar la basicidad ( $m/3n \times 100$ ). Se realiza esta operación  
eliminando en la proporción deseada de la solución el radi-  
cal sulfato. En particular, se agrega a la solución un com-  
puesto alcalino-térreo (por ejemplo de calcio o bario) tal  
como un carbonato, hidróxido, óxido o bicarbonato, para trans-  
20 formar el sulfato en precipitado insoluble. En este caso,  
la cantidad del compuesto a agregar es del 70 al 100 % con  
respecto al sulfato. Incluso si esta cantidad es equivalen-  
te al 100 %, queda una pequeña cantidad de sulfato debido a  
la solubilidad del compuesto alcalino-térreo. Se puede efec-  
25 tuar la reacción a la temperatura ambiente o a una tempera-  
tura superior. Se separa el precipitado, por ejemplo por fil-  
tración y se recupera el filtrado. Este filtrado es una so-  
lución translúcida que contiene en general del 5 al 15 %  
aproximadamente de  $Al_2O_3$ , 2,6 a 21 % aproximadamente de  $Cl$ ,  
30 con una relación de  $Al/Cl$  de 1,5 a 4 aproximadamente ( $m/3n \times$

1 100 = 33,3-75 %) y de 1 a 4 % de  $\text{SO}_4$ ; se utiliza este filtrado como coagulante de acuerdo con esta invención.

5 Es ventajoso que la solución de BACS obtenida como se ha descrito sea más o menos envejecida. Por ejemplo, se la deja en reposo a la temperatura ambiente durante más de 2 horas, porque el BACS, recién obtenido por incorporación de un ión de ácido polivalente en el BAC antes mencionado, tiene un efecto coagulante casi equivalente al del BAC.

10 En el caso de que la basicidad del BACS de la fórmula general precedente se aparte singularmente del intervalo citado del 30 al 83 % no se obtiene ningún efecto ventajoso. En general se puede preparar industrialmente el BACS en forma de una solución acuosa de una concentración del 5 al 20 % en peso aproximadamente (calculado en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), aunque igualmente se puede operar con otro intervalo de concentración. En ciertos casos, el BACS puede presentarse en forma de una solución con una concentración inferior o todavía puede existir en forma de un polvo seco.

20 Se puede utilizar el producto coagulante (BACS) de la invención en el caso en que sea necesario o ventajoso acelerar la coagulación y la floculación de las partículas en suspensión en un medio acuoso y separar rápidamente las partículas del líquido. Se le puede utilizar eficazmente para tratar, por ejemplo, efluentes, aguas subterráneas, lodos de 25 aguas usadas, productos de excreción y aguas industriales o para tratar aguas residuales de las industrias química y metalúrgica, de la industria de los colorantes o del almidón, etc.

30 Se hace variar la cantidad agregada o utilizada de BACS de la invención; esta cantidad no depende solamente de

1 las propiedades del líquido a tratar (por ejemplo de la con-  
centración, de las dimensiones y de la carga eléctrica de  
las partículas en suspensión). En general, la adición de 1 a  
5 10.000 ppm aproximadamente del BACS (calculado en  $Al_2O_3$ ) en  
el caso de que el líquido a tratar sea una suspensión de par-  
tículas finas, da resultados satisfactorios. En particular  
cuando la concentración de las partículas en suspensión es  
elevada, como en el caso del lodo de las aguas usadas, es  
10 ventajoso utilizar el BACS a razón de 10 a 10.000 ppm apro-  
ximadamente (calculado en  $Al_2O_3$ ). En el caso de que el líqui-  
do a tratar sea un agua bruta con una turbidez relativamen-  
te baja, como el agua subterránea o el agua de río, es inte-  
resante agregar a dicha agua bruta el BACS a razón de 1 a  
100 ppm aproximadamente (calculado en  $Al_2O_3$ ).

15 Se puede hacer variar el pH del agua o del medio acuo-  
so a tratar con el producto coagulante de la invención den-  
tro de un intervalo más amplio que con un producto coagulan-  
te clásico, por ejemplo sulfato de aluminio, etc., aunque  
sea ventajoso operar a un pH comprendido entre 4 y 10 y más  
20 especialmente entre 5 y 9. Así, por ejemplo, cuando el pH de  
los lodos de aguas usadas que se encuentra generalmente es  
de 7,0 aproximadamente, es posible tratar este lodo sin coad-  
yuvante alcalino, como la cal apagada.

25 La operación de coagulación y de floculación por el  
producto coagulante de la invención es totalmente sencilla y  
no exige ningún aparato costoso. Por consiguiente, es posi-  
ble adoptar un procedimiento clásico de tratamiento del agua.

30 Los medios acuosos que se pueden tratar con el producto  
coagulante de la invención son, por ejemplo, los lodos de  
aguas usadas primarias, digeridas y activadas (procedentes

1 de aguas residuales industriales y de aguas de alcantarillas).  
Las principales firmas en estos campos técnicos han concen-  
5 trado su esfuerzo para economizar la cantidad de producto  
coagulante a utilizar, para obtener una coagulación rápida  
y favorecer la filtración y la deshidratación de los lodos  
coagulados.

10 Cuando se aplica el nuevo agente de tratamiento de la  
invención al procedimiento de tratamiento habitual corres-  
pondiente a uno de los objetivos citados, contribuye a redu-  
cir ciertas dificultades en la operación de tratamiento.

15 En el caso del tratamiento de un agua usada introduci-  
da en la instalación de depuración, se la somete en primer  
lugar a un tratamiento preliminar para eliminar los materia-  
les groseros (como arena, guijarros, madera, bambú y trapos)  
que se someten a continuación a una deshidratación para trans-  
20 formarlos en una masa fácil de manipular. En este caso, para  
acelerar la coagulación y la decantación del lodo y mejorar  
las propiedades deshidratantes, se utiliza un producto coagu-  
lante (agente de acondicionamiento). Se agrega y se utiliza  
en esta fase el BACS de la invención en lugar del cloruro de  
25 hierro clásico o análogos para coagular y decantar por agi-  
tación. Se puede efectuar el tratamiento con el BACS de la  
invención, según un procedimiento clásico que no exige nin-  
gún aparato especial.

30 Cuando se utiliza el BACS para coagular los lodos de  
las aguas usadas, se obtienen numerosas ventajas tales como  
las siguientes, sobre la utilización del BAC clásico:

1.- Se disminuye de forma importante la cantidad de  
producto coagulante necesaria, lo que aumenta el interés eco-  
nómico de la operación.

1            2.- Se aumenta la cantidad de tortas y la cantidad de filtrado, que son los índices respectivos de las velocidades de coagulación y de filtración.

5            3.- La aptitud de las tortas a despegarse fácilmente del filtro es muy buena.

4.- Después del tratamiento se tiene una turbidez reducida.

10           5.- No es necesaria la utilización de un coadyuvante alcalino, o bien la cantidad que es necesario utilizar es pequeña.

Los ejemplos siguientes ilustran la invención sin limitar su alcance.

Preparación 1

15           En un reactor de vidrio provisto de un condensador de reflujo se introducen 520 g de ácido clorhídrico (2 N) y se calienta previamente a 60°C. A continuación se añaden y disuelven 80 g de sulfato sódico decahidratado. Después se añaden progresivamente 27 g de un polvo de aluminio metálico (de pureza 99,98 %) y se deja reaccionar a una temperatura de 90 a 100°C durante 3 horas para obtener una solución transparente de BACS con la composición siguiente:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,13 %
Cl	2,82 %
Basicidad	67 %
Relación de SO <sub>4</sub> /Al	0,25

25           Además, a título comparativo, en el Ejemplo anterior, se prepara el BAC en las mismas condiciones sin utilizar el sulfato sódico decahidratado. La composición del BAC obtenido es la siguiente:

1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,33 %
	Cl	3,24 %
	Basicidad	67 %

Preparación 2

5 Se suspenden en 290 g de agua 90 g de un polvo de hidróxido de aluminio industrial (58,5 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y se vierte poco a poco la suspensión, agitando, en una solución ácida mixta constituida por 77 g de ácido sulfúrico concentrado (SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub> al 95,6 %) y 148 g de ácido clorhídrico al 37,2 %. La mezcla ácida se introduce en un reactor de vidrio, abierto, provisto de un agitador. Se deja reaccionar la mezcla a 90-95°C durante 2 horas para obtener una solución transparente. Entonces se añade poco a poco a la solución una papilla preparada suspendiendo 55 g de carbonato cálcico y 55 g de agua y se hace reaccionar la mezcla obtenida a 75-80°C durante 40 minutos: se depositan cristales de sulfato cálcico dihidratado. A continuación se filtran los cristales y se separan. Se recupera la solución (aguas madres). La composición de la solución es la siguiente:

20	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,17 %
	Cl	11,63 %
	SO <sub>4</sub>	5,26 %
	Al/Cl	2,01
	Basicidad	50,2 %
25	Relación SO <sub>4</sub> /Al	0,25

Preparación 3

30 Se disuelven 32,2 g de sulfato sódico decahidratado junto con 50 g de agua en 260 g de ácido clorhídrico 2 N. A esta solución se añaden 27 g de un polvo de aluminio metálico y se continúa la reacción agitando a 90°C aproximada-

1 damente durante 3 horas, hasta disolución total del aluminio para obtener el BACS. La composición del BACS obtenido es la siguiente:

5

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,80 %
Cl	4,88 %
Basicidad	83 %
SO <sub>4</sub> /Al	0,1
Rendimiento (en aluminio)	95 %

10 Preparación 4

Se añaden lentamente 9,25 g de polvo de aluminio metálico a 100 g de ácido clorhídrico (HCl al 15 %) y se hace reaccionar a 90°C aproximadamente, durante 2 horas. A continuación se añaden 8,39 g de ácido fosfórico (PO<sub>4</sub>H<sub>3</sub> al 100 %) y una cantidad conveniente de agua. Se deja envejecer la solución a 80°C durante 30 minutos. La solución obtenida es transparente durante un periodo de tiempo prolongado. El rendimiento es de 142 g. La composición de esta solución es la siguiente:

15

20

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,23 %
Cl	11,22 %
Basicidad	59,4 %
PO <sub>4</sub>	6,1 %

25 Preparación 5

Se preparan productos coagulantes (BACS) que comprenden cloruro de aluminio básico conteniendo diversos aniones polivalentes, operando según el procedimiento de la preparación 4 anterior. Las composiciones son las siguientes:

	<u>Anión polivalente introducido (Y)</u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%)</u>	<u>Cl (%)</u>	<u>Relación molar, Y/Al<sup>-</sup></u>	<u>Basicidad (%)</u>
1	crómico	10,0	8,35	0,25	60
	bicrómico	10,0	8,35	0,25	60
	oxálico	10,0	8,35	0,2	60
5	fumárico	10,0	8,35	0,018	60
	succínico	10,0	8,35	0,2	60

Los ejemplos siguientes ilustran la utilización de los productos coagulantes de la invención. En estos ejemplos, los productos coagulantes utilizados son los siguientes:

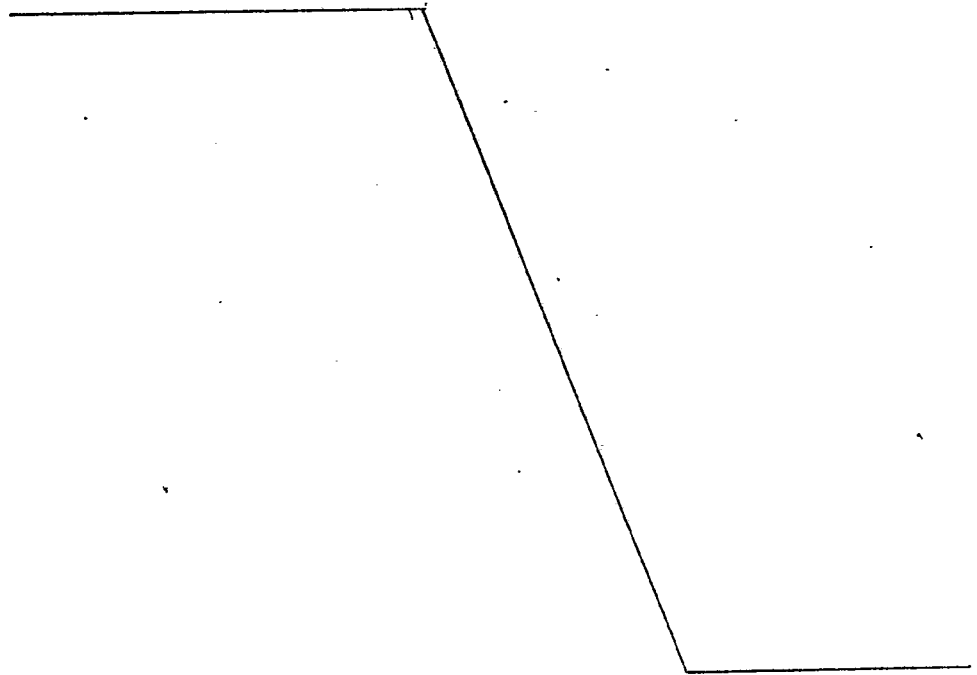
10

15

20

25

30





1	<u>Productos coagulantes</u>	<u>Y</u>	<u>Relación molar</u> <u>Y/M</u>	B
	C-1	SO <sub>4</sub>	0,25	
	C-2	SO <sub>4</sub>	0,25	
5	C-3	SO <sub>4</sub>	0,10	
	C-4	SO <sub>4</sub>	0,218	
	C-5	SO <sub>4</sub>	0,130	
	C-6	SO <sub>4</sub>	0,125	
	C-7	SO <sub>4</sub>	0,054	
10	C-8	PO <sub>4</sub>	0,025	
	C-9	PO <sub>4</sub>	0,05	
	C-10	PO <sub>4</sub>	0,25	
	C-11	CrO <sub>4</sub>	0,25	
	C-12	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,25	
15	C-13	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0,20	
	C-14	OCOCH-COO	0,002	
	C-15	OOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COO	0,2	
	C-16	OOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COO	0,025	
	C-17	OOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COO	0,05	
20	C-18	OOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COO	0,1	
	C-19	COG-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COO	0,2	
	C-20	SiO <sub>3</sub>	0,025	
	C-21	SiO <sub>3</sub>	0,05	
	C-22	SiO <sub>3</sub>	0,1	
25	C-23	SiO <sub>3</sub>	0,2	
	C-24	SO <sub>4</sub> + PO <sub>4</sub>	0,05	
	C-25	SO <sub>4</sub> + PO <sub>4</sub>	0,1	
	C-26	SO <sub>4</sub> + PO <sub>4</sub>	0,2	
	C-27	SO <sub>4</sub> + PO <sub>4</sub>	0,4	

30 Nota: En los productos coagulantes C-24 a C-27, la relación molar SO<sub>4</sub>/P

	Relación molar Y/M	Basicidad (%)	Ejemplo nº	M	X
	0,25	67	1	Al	Cl
	0,25	50	2	"	"
	0,10	83	3	"	"
	0,218	61,6	4, 5, 6, 7	"	"
	0,130	51,0	4, 5	"	"
	0,125	58,3	4, 7	"	"
	0,054	71,6	4	"	"
	0,025	59,4	8	"	"
	0,05	59,4	9	"	"
	0,25	59,4	10	"	"
	0,25	60,0	11	"	"
	0,25	60,0	12	"	"
	0,20	60,0	13	"	"
	0,002	60,0	14	"	"
H <sub>2</sub> -COO	0,2	60,0	15	"	"
H <sub>2</sub> -COO	0,025	50,5	16	"	NO <sub>3</sub>
H <sub>2</sub> -COO	0,05	50,5	17	"	"
H <sub>2</sub> -COO	0,1	50,5	18	"	"
H <sub>2</sub> -COO	0,2	50,5	19	"	"
3	0,025	60	20	"	Cl
3	0,05	60	21	"	"
3	0,1	60	22	"	"
3	0,2	60	23	"	"
+ PO <sub>4</sub>	0,05	33	24	Cr	"
+ PO <sub>4</sub>	0,1	33	25	"	"
+ PO <sub>4</sub>	0,2	33	26	"	"
+ PO <sub>4</sub>	0,4	33	27	"	"

24 a G-27, la relación molar SO<sub>4</sub>/PO<sub>4</sub> es 1.

1 En cada uno de los ejemplos siguientes, el BAC indicado a título comparativo es el mismo que el BACS utilizado en el mismo ejemplo, excepto que no se introduce el anión polivalente.

5

EJEMPLO 1

Se añaden a un lodo digerido, conteniendo 4,1 % de materias sólidas secas, diversas soluciones de agente de tratamiento ( $M_2O_3$  al 5 %) y cal apagada (para ajustar el pH) de manera que se tenga respectivamente un 2,5 % y un 5 % de  $M_2O_3$  con relación a las materias sólidas secas totales; se procede a mezclar. A continuación se miden mediante ensayos de lámina la cantidad del filtrado, el agua contenida en las tortas, la cantidad de torta y la aptitud de estas últimas para desprenderse del filtro.

10

15

Condiciones de ensayo de lámina:

Superficie de filtración	96,7 cm <sup>2</sup>
Tiempo de inmersión	1 minuto 30 segundos
Tiempo de deshidratación	3 minutos 30 segundos
Vacío	700 mm Hg

20

(Para los detalles de la operación de ensayo de lámina remitimos a "Sewage Testing Methods" - publicado en 1964 por "Japan Water Society").

25

30

1

TABLA I

Resultado de los ensayos de lámina

Agentes coagulantes	Cantidad de filtrado (ml)	pH del filtrado	% de agua en las tortas	Formación de tortas (kg/m <sup>2</sup> /h)	Aptitud de las tortas para despegarse del filtro
Cloruro férrico	91	7,1	79,4	2,9	buena
sulfato férrico	94	6,7	79,5	3,2	bastante buena
sulfato de aluminio	97	6,6	79,8	3,1	"
BAC	142	7,8	79,5	4,8	excelente
BACS	200	7,5	80,0	5,9	excelente

5

10

En la tabla anterior, el BACS y el BAC son los productos de la preparación 1.

15

Como indica la tabla anterior, en las cantidades de torta y de filtrado que son los índices respectivos de las velocidades de coagulación y de filtración, el BAC es superior a los otros agentes coagulantes y el BACS de la invención es el mejor de todos.

20

EJEMPLO 2

Se añaden a un lodo primario, conteniendo 6,3 % de materias sólidas secas, el BAC y el BACS (productos de la preparación 2) de manera que este lodo contiene 2 %, 3% y 4% de producto (calculado como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> con respecto a las materias sólidas secas totales). A continuación se realizan ensayos en lámina. Las condiciones de los ensayos en lámina son las mismas que en el Ejemplo 1, salvo que el vacío realizado es de 500 mm Hg. Los resultados son los siguientes:

25

30

1

TABLA II

<u>Agentes coagulantes</u>	<u>Cantidad (%)</u>	<u>Cantidad de filtrado (ml)</u>	<u>Preparación de las tortas (kg/m<sup>2</sup>/h)</u>	<u>Aptitud de las tortas para despegarse del filtrado</u>
BAC	2	101	7,9	buena
	3	141	10,2	buena
	4	160	12,1	excelente
BACS	2	127	9,9	buena
	3	160	12,2	excelente
	4	195	14,4	excelente

5

10

Como indica la tabla anterior, el BACS de la invención en cantidad inferior, permite obtener el mismo efecto que el BAC para las velocidades de coagulación y de filtración y para el estado de las tortas.

15

EJEMPLO 3

Se añaden a un lodo activo conteniendo 2,1 % de materias sólidas secas, 2,5 % (calculado como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) de cada uno de los productos BAC y BACS preparados en la preparación 3 y 10 % de cal apagada (como agente de ajuste del pH), en peso con respecto a las materias sólidas secas. Se agita la mezcla y se mide la turbidez del líquido que sobrenada, así como el volumen decantado después de un periodo de tiempo determinado.

20

TABLA III

<u>Agentes coagulantes</u>	<u>pH del líquido que sobrenada</u>	<u>Volumen decantado (ml)</u>						<u>Turbidez</u>	
		<u>10 min.</u>	<u>20 min.</u>	<u>35 min.</u>	<u>50 min.</u>	<u>60 min.</u>	<u>140 min.</u>	<u>60 min.</u>	<u>120 min.</u>
BAC	9,0	810	670	620	590	570	510	142	163
BACS	8,6	780	660	630	610	600	560	30	33

25

30

Como demuestra la tabla anterior, el producto BACS de la invención tiene un volumen decantado más importante que el

1 BAC y, además, su líquido que sobrenada tiene una turbidez menos elevada.

EJEMPLO 4

5 Como demuestra la tabla siguiente, se preparan cuatro tipos de BACS que difieren por la relación de  $SO_4/Al$  así como el BAC y el sulfato de aluminio y se le somete a ensayos en matraz.

TABLA IV

10	Productos coagulantes	$Al_2O_3$ (%)	Cl (%)	$SO_4$ (%)	Relación molar $SO_4/Al$	Basicidad
	BACS-I	11,94	9,58	4,94	0,218	61,6
	BACS-II	6,43	6,58	1,58	0,130	51,0
	BACS-III	10,04	8,76	2,35	0,125	58,3
15	BACS-IV	12,36	7,33	1,25	0,054	71,6
	BAC	12,40	9,55	-	-	63,0

Sulfato de aluminio      Producto JIS industrial

20 Se prepara el BACS-I según el procedimiento de preparación 1 dado anteriormente; el BACS-II y el BACS-III se preparan según el procedimiento de la preparación 2 y el BACS-IV se prepara según el procedimiento de la preparación 3.

25 Se efectúa el ensayo en matraz según la norma ASTM, denominación D 2035-64 T. Así, se añade el producto coagulante a 1 litro de muestra de agua y después se agita muy rápidamente la mezcla durante 1 minuto a 120 rpm y lentamente durante 20 minutos; se la deja en reposo durante 15 minutos. Se separan unos 2 cm aproximadamente del líquido que sobrenada en la superficie del agua y se mide su turbidez y su pH. Se mide la velocidad de formación de copos durante la

30

1 agitación de agua y la velocidad de decantación durante el periodo de reposo. Además, las dimensiones de los copos se entienden según las normas patrón siguientes:

5	Grandes	3 a 5 mm
	Medianos	2 a 3 mm
	Pequeños	1,0 mm aproximadamente
	Muy pequeños	menos de 0,5 mm

10 Se toma un agua subterránea con una turbidez de 108° y un pH de 7,3 y se le agregan 3 ppm de cada uno de los agentes coagulantes anteriores; se somete al ensayo en matraz. Los resultados son los siguientes. El pH del agua bruta se ajusta a 8-8,4.

TABLA V

Agentes coagulantes	Copos			Turbidez del líquido que sobrenada
	pH	Velocidad de formación (segundos)	Dimensiones	
BACS-I	8,75	30	grandes	2,1
BACS-II	8,42	30	bastante grandes	1,7
20 BACS-III	8,75	40	"	1,2
BACS-IV	8,73	60	medianos	2,2
BAC	8,88	120	pequeños	2,3
Sulfato de aluminio	8,59	150	muy pequeños	no decantado 61,0

25 La tabla anterior demuestra que el BACS es superior no solamente al sulfato de aluminio sino igualmente al BAC en los campos respectivos que constituyen los índices del efecto coagulante y en el campo de la turbidez del líquido que sobrenada.

30

1

EJEMPLO 5

5

Se toma agua de río (turbidez 9<sup>o</sup>, coloración 30, pH 7,3) y se añaden 5 ppm (calculados como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) de cada uno de los productos BACS-I, BACS-II, BACS-IV y BAC del Ejemplo 4; se efectúa un ensayo sobre la mezcla según el procedimiento del Ejemplo 4.

TABLA VI

10

Agentes coagulantes	pH después del tratamiento	Velocidad de formación (segundos)	Copos		Turbidez del líquido que sobrenada
			Dimensiones	Velocidad de decantación (minutos)	
BACS-I	7,16	30	grandes	2	1,1
BACS-II	7,0	45	"	2,5	1,2
BACS-IV	7,1	60	bastante grandes	6	1,2
BAC	7,1	60	medianos	9	1,2

15

Como demuestra la tabla anterior, todos los BACS tienen los efectos coagulantes superiores al BAC.

EJEMPLO 6

20

En este ejemplo, para determinar las influencias del pH y de la cantidad agregada de producto coagulante en el tratamiento del agua bruta, se trata el agua del Ejemplo 5 con BACS-I del Ejemplo 4. La tabla siguiente da los resultados obtenidos.

25

30

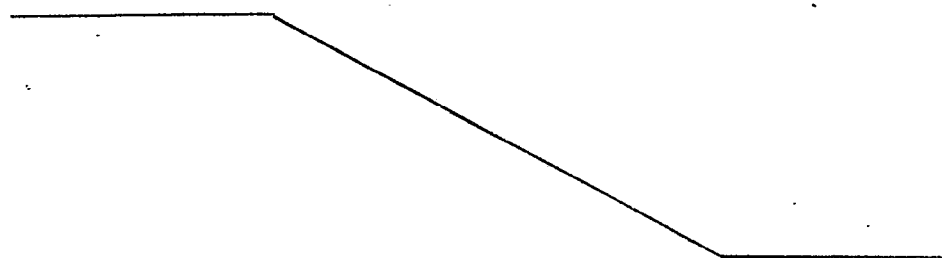


TABLA VII

pH después del tratamiento	COPOS		Velocidad de decantación, (en minutos)	Cantidad de producto coagulante (expresado en Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
	Velocidad de formación (en segundos)	Dimensiones		
5,15	30	muy grandes	1,5	5 ppm
6,30	30	"	1,5	5 ppm
7,16	30	grandes	2	5 ppm

TABLA VIII

Resultados de los ensayos de las cantidades añadidas

Cantidad de producto coagulante (expresada en Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	COPOS		Velocidad de decantación, (en minutos)	Turbidez del líquido que sobrenada	pH
	Velocidad de formación (en segundos)	Dimensiones			
2,0	no formado	-	-	8,1	7,18
4,0	60	medianos	9	2,1	7,06
6,0	60	grandes	4	0,9	6,98
8,0	< 30	"	6	0,5	6,9
10,0	< 30	"	9	0,2	6,8
15,0	< 30	"	10	0,2	6,6

1

5

10

15

20

25

30

1

TABLA VII

<u>Copos</u>				
<u>pH después del tratamiento</u>	<u>Velocidad de formación (en segundos)</u>	<u>Dimensiones</u>	<u>Velocidad de decantación, (en minutos)</u>	<u>Turb qu</u>
5	5,15	30	muy grandes	1,5
	6,30	30	"	1,5
	7,16	30	grandes	2

TABLA VIII

Resultados de los ensayos de las cantidades

10

<u>Copos</u>			
<u>Cantidad de producto coagulante (expresada en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</u>	<u>Velocidad de formación (en segundos)</u>	<u>Dimensiones</u>	<u>Velocidad de decantación, (en minutos)</u>
	2,0	no formado	-
15	4,0	60	medianos
	6,0	60	grandes
	8,0	< 30	"
	10,0	< 30	"
	15,0	< 30	"

20

25

30

TABLA VII

<u>Tipos</u>	<u>Velocidad de decantación, (en minutos)</u>	<u>Turbidez del líquido que sobrenada</u>	<u>Cantidad de producto coagulante (expresado en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</u>
grandes	1,5	1,5	5 ppm
	1,5	0,9	5 ppm
pequeños	2	1,1	5 ppm

TABLA VIII

Resultados de los ensayos de las cantidades añadidas

<u>Tipos</u>	<u>Velocidad de decantación, (en minutos)</u>	<u>Turbidez del líquido que sobrenada</u>	<u>pH</u>
-	-	8,1	7,18
medianos	9	2,1	7,06
grandes	4	0,9	6,98
"	6	0,5	6,9
"	9	0,2	6,8
"	10	0,2	6,6

1 Según la tabla anterior, se considera que en estas con-  
diciones el pH óptimo de coagulación es de 6,30 aproxima-  
damente y la cantidad óptima de producto coagulante a agregar  
es de 10-15 ppm aproximadamente (calculada como  $Al_2O_3$ ).

5 EJEMPLO 7

Se toma un agua residual del laminado en frío (turbidez 290<sup>0</sup>, pH 6,65, siendo el líquido turbio la mayor parte del tiempo aceite emulsionado en agua), procedente de la industria del hierro y del acero y se diluyen diez veces  
10 500 ml del agua residual; se añaden 250 ppm de cada uno de los productos, BACS-I, BACS-III y BAC del Ejemplo 4; a continuación se agrega a este agua una cantidad conveniente de solución de NaOH para ajustar el pH. El líquido obtenido se somete al ensayo en matraz citado anteriormente.

15 TABLA IX

Produc- to coa- gulante	Copos		Líquido tratado	
	Velocidad de formación(en segundos)	Dimensiones	Turbidez del líquido que sobrenada	pH
BACS-I	28	grandes	0,5	7,10
BACS-III	40	medianos	0,8	7,02
BAC	90	"	1,2	7,65

20 Según la tabla anterior, cada uno de los productos BACS da mejores resultados que el BAC.

25 Además, para determinar las influencias del pH del agua bruta en el tratamiento, se realizan ensayos de coagulación de la misma forma que antes haciendo variar el pH. La tabla siguiente da los resultados obtenidos.



1

TABLA X

BACS-I

Velocidad de formación de los copos (en segundos)

60    30    20    20    15    20

5

Turbidez                    1,0    0,6    0,2    0,1    1,2    6,3

pH                            6,2    6,37    6,9    7,2    7,7    8,3

BAC

Velocidad de formación de los copos (en segundos)

-    120    60    40    30    30

10

Turbidez                    162,0    1,2    1,2    0,7    0,6    0,7

pH                            6,7    7,01    7,6    8,4    9,3    9,7

15

En los resultados anteriores se observa que el pH operatorio óptimo del BACS-I es de 7,2 aproximadamente pero que el del BAC es de 9,3; se comprueba igualmente que la turbidez en el BACS-I se reduce a 0,1 pero es superior a 0,6; en el BAC se observan diferencias sorprendentes entre los resultados. La diferencia entre los valores de pH óptimos se traduce por una diferencia de las cantidades requeridas de álcali (para ajustar el pH). Además, hay una gran diferencia en la velocidad de formación de los copos entre el BACS-I y el BAC.

20

EJEMPLOS 8-10

25

Se suspenden en 1 litro de agua del grifo 100 mg de caolín en polvo. Turbidez 100°, pH 6,94, temperatura del agua 13°C. Se somete esta suspensión a un ensayo en matraz, después de la adición de 5 ppm (calculados como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) de cada uno de los diferentes BACS y BAC.

30



TABLA XI

Ej. n.º	Productos coagulantes	Gopos		Velocidad de formación (en segundos)	Velocidad de decantación (en minutos)	Turbidez del líquido que sobrenada	pH del líquido que sobrenada.
		Dimensiones	Velocidad de decantación (en minutos)				
	BAC	muy finos	no se decanta completamente	480	no se decanta completamente	16,7	6,85
8	C-8	medianos	4	60	4	6,0	6,92
9	C-9	grandes	3	30	3	6,0	6,95
10	C-10	"	2	30	2	5,5	7,00

10 Para determinar las influencias del pH de la suspensión bruta en el tratamiento, se efectuán ensayos en matraz, mediante C-10 y BAC.

TABLA XII

Productos coagulantes	Y	Relación molar Y/R	Cantidad de NaOH 0,25 N añadida (ml/l)	Turbidez del líquido que sobrenada	pH del líquido que sobrenada
	-	0	0,5	83	6,89
	-	0	1,0	6,0	7,08
	-	0	1,5	1,7	7,36
	-	0	2,5	1,2	8,61
C-10	PO <sub>4</sub>	0,25	0,0	5,0	6,72
	PO <sub>4</sub>	0,25	0,5	0,8	6,95
	PO <sub>4</sub>	0,25	1,0	<0,1	7,17
	PO <sub>4</sub>	0,25	1,5	0,7	7,55
	PO <sub>4</sub>	0,25	2,5	1,2	8,57

1

TABLA XI

5

Copos				
<u>Ej. nº</u>	<u>Productos coagulantes</u>	<u>Velocidad de formación (en segundos)</u>	<u>Dimensiones</u>	<u>Velocidad de decantación (en minutos)</u>
	BAC	480	muy finos	no se decanta completamente
8	C-8	60	medianos	4
9	C-9	30	grandes	3
10	C-10	30	"	2

10

Para determinar las influencias del pH de la suspensión bruta en el matraz, mediante C-10 y BAC.

TABLA XII

15

<u>Productos coagulantes</u>	<u>Y</u>	<u>Relación molar Y/R</u>	<u>Cantidad de NaOH 0,25 N añadida (ml/l)</u>	<u>Turbiedad líquida sobrante</u>
BAC	-	0	0,0	8
	-	0	0,5	8
	-	0	1,0	
	-	0	1,5	
	-	0	2,5	
C-10	PO <sub>4</sub>	0,25	0,0	
	PO <sub>4</sub>	0,25	0,5	
	PO <sub>4</sub>	0,25	1,0	<
	PO <sub>4</sub>	0,25	1,5	
	PO <sub>4</sub>	0,25	2,5	

25

30

TABLA XI

Copos

<u>Clasificación (en grupos)</u>	<u>Dimensiones</u>	<u>Velocidad de decantación, (en minutos)</u>	<u>Turbidez del líquido que sobrenada</u>	<u>pH del líquido que sobrenada.</u>
0	muy finos	no se decanta completamente	16,7	6,85
0	medianos	4	6,0	6,92
0	grandes	3	6,0	6,95
0	"	2	5,5	7,00

medidas del pH de la suspensión bruta en el tratamiento, se efectúan ensayos en

TABLA XII

<u>Concentración molar</u>	<u>Cantidad de NaOH 0,25 N añadida (ml/l)</u>	<u>Turbidez del líquido que sobrenada</u>	<u>pH del líquido que sobrenada</u>
	0,0	88	6,71
	0,5	83	6,89
	1,0	6,0	7,08
	1,5	1,7	7,36
	2,5	1,2	8,61
25	0,0	5,0	6,72
25	0,5	0,8	6,95
25	1,0	< 0,1	7,17
25	1,5	0,7	7,55
25	2,5	1,2	8,57

EJEMPLOS 11-15

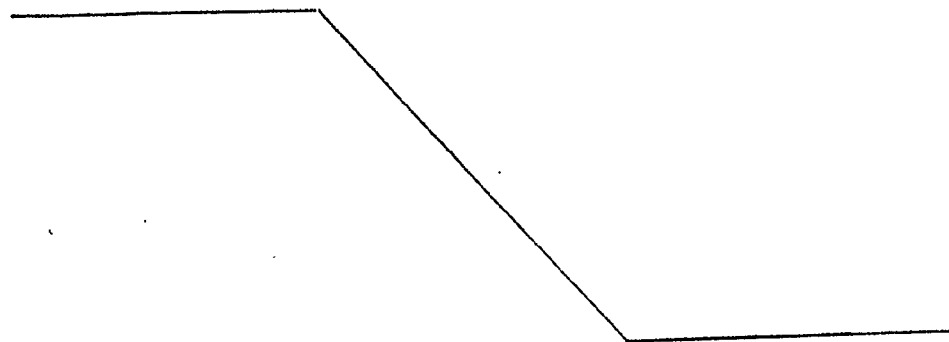
Se somete a un ensayo en matraz la misma suspensión de caolín que en los Ejemplos 8 a 10, después de la adición de diversos productos coagulantes. Antes del tratamiento se agrega a la suspensión 0,5 ml de NaOH 0,25 N.

TABLA XIII

Ej. nº	Productos coagulantes	Velocidad de formación (en minutos)	Dimensiones	Velocidad de decantación (en minutos)	Turbidez	pH
11	C-11	5	medianos	10	9,6	7,22
12	C-12	1	grandes	5	6,0	7,20
13	C-13	<1	"	2	0,3	7,21
14	C-14	5	medianos	8	10,6	7,20
15	C-15	3	grandes	4	6,3	7,18
	BAC	6	medianos	10	12,4	7,20

EJEMPLOS 16-19

A la suspensión de caolín se añaden nitratos de aluminio básicos (basicidad 50,5 %), conteniendo como Y iones succinato en diferentes cantidades (remitimos a la preparación 5); a continuación se somete esta suspensión de caolín a ensayos en matraz.



1

5

10

15

20

25

30

TABLA XIV

Ej. nº	Productos coagulantes	ppm añadidas (calculado como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Copos		Turbidez	pH
			Velocidad de formación (minutos)	Dimensiones		
	BAC	5	2	finos	13,9	7,01
16	C-16	5	2	medianos	6,5	7,04
17	C-17	5	1	"	6,7	6,97
18	C-18	5	1	"	3,0	7,01
19	C-19	5	1	"	4,6	6,89

10

EJEMPLOS 20-23

Utilizando los productos coagulantes C-20 a C-23 (Preparación 5) se efectúa una serie de ensayos en matraz de la misma manera que en los ejemplos anteriores.

TABLA XV

Ej. nº	Productos coagulantes	ppm añadidas (calculado como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Copos		Turbidez del líquido que sobrenada	pH del líquido que sobrenada
			Velocidad de formación (minutos)	Dimensiones		
	BAC	5	4	finos	5,6	7,40
20	C-20	5	<1	medianos	0,2	7,38
21	C-21	5	<1	"	<0,1	7,40
22	C-22	5	<1	"	<0,1	7,41
23	C-23	5	<1	"	0,8	7,40

15

EJEMPLOS 24-27

En estos ejemplos, se utilizan los productos coagulantes C<sub>24</sub> a C<sub>27</sub> y se efectúa una serie de ensayos en matraz de la misma forma que en los ejemplos anteriores, con la suspensión de caolín.

TABLA XVI

Ej. nº	Productos coagulantes	Cantidad de NaOH 0,1 N añadida (ml)	ppm añadidas (calculado como Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Copos		Turbidez del líquido que sobrenada	pH del líquido que sobrenada
				Velocidad de formación (minutos)	Dimensiones		
	BAC	0,5	5	no formado	-	74,0	7,12
24	C-24	0,5	5	9	muy finos	8,8	7,16
25	C-25	0,5	5	6	bastante finos	1,5	7,13
26	C-26	0,5	5	5	medianos	0,5	7,10
27	C-27	0,5	5	4	bastante grandes	0,0	7,11

25

30

1

TABLA XIV

<u>Ej. nº</u>	<u>Productos coagulantes</u>	<u>ppm añadidas (calculado como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</u>	<u>Velocidad de formación (minutos)</u>	<u>Copos</u> <u>Dimen</u>
	BAC	5	2	fino
16	C-16	5	2	medi
17	C-17	5	1	"
18	C-18	5	1	"
19	C-19	5	1	"

10

EJEMPLOS 20-23

Utilizando los productos coagulantes C-20 a C-23 (Preparación 5) s la misma manera que en los ejemplos anteriores.

TABLA XV

<u>Ej. nº</u>	<u>Productos coagulantes</u>	<u>ppm añadidas (calculado como Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</u>	<u>Velocidad de formación (minutos)</u>	<u>Copos</u> <u>Dimensi</u>	
	BAC	5	4	finos	
20	C-20	5	<1	median	
21	C-21	5	<1	"	
20	22	C-22	5	<1	"
23	C-23	5	<1	"	

15

EJEMPLOS 24-27

En estos ejemplos, se utilizan los productos coagulantes C<sub>24</sub> a C<sub>27</sub> traz de la misma forma que en los ejemplos anteriores, con la suspensio

25

TABLA XVI

<u>Ej. nº</u>	<u>Productos coagulantes</u>	<u>Cantidad de NaOH 0,1 N añadida (ml)</u>	<u>ppm añadidas (calculado como Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)</u>	<u>Velocidad de formación (minutos)</u>	<u>Copos</u> <u>Dimen</u>
	BAC	0,5	5	no formado	
24	C-24	0,5	5	9	muy
25	C-25	0,5	5	6	bast
30	26	C-26	0,5	5	medi
27	C-27	0,5	5	4	bast

TABLA XIV

Muestras (cal- do como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Velocidad de formación (mi- nutos)	Copos		Turbidez	pH
		Dimensiones	Velocidad de decantación, (minutos)		
5	2	finos	10	13,9	7,01
5	2	medianos	10	6,5	7,04
5	1	"	8	6,7	6,97
5	1	"	8	3,0	7,01
5	1	"	8	4,6	6,89

EJEMPLOS 20-23

antes G-20 a G-23 (Preparación 5) se efectúa una serie de ensayos en matraz de anteriores.

TABLA XV

Muestras (cal- do como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Velocidad de formación (mi- nutos)	Copos		Turbidez del líquido que sobrenada	pH del líquido que so- brenada
		Dimensiones	Velocidad de decantación, (minutos)		
5	4	finos	8	5,6	7,40
5	<1	medianos	2	0,2	7,38
5	<1	"	2	<0,1	7,40
5	<1	"	2	<0,1	7,41
5	<1	"	3	0,8	7,40

EJEMPLOS 24-27

los productos coagulantes G<sub>24</sub> a G<sub>27</sub> y se efectúa una serie de ensayos en ma-  
jemplos anteriores, con la suspensión de caolín.

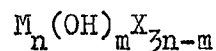
TABLA XVI

Muestras (cal- do como Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Velocidad de formación (mi- nutos)	Copos		Turbidez del líquido que sobrenada	pH del líquido que so- brenada
		Dimensiones	Velocidad de decantación (minutos)		
5	no formado	-	-	74,0	7,12
5	9	muy finos	5	8,8	7,16
5	6	bastante finos	3	1,5	7,13
5	5	medianos	"	0,5	7,10
5	4	bastante grandes	3	0,0	7,11

1 En resumen, la Patente de Introducción que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

5 1. Un procedimiento de preparación de un producto coagulante principalmente para el tratamiento de un medio acuoso, caracterizado porque consiste en añadir un ión de ácido polivalente a una sal de aluminio básica representada por la fórmula general:



10 (donde M representa un metal trivalente o polivalente, X representa un anión mineral monovalente que puede ser Cl, NO<sub>3</sub> o CH<sub>3</sub>COO y 3n es superior a m), con una basicidad (m/3n x 100) comprendida entre 30 y 83 % aproximadamente y a continuación se hace envejecer la mezcla.

15 2. Un procedimiento según la Reivindicación 1, que consiste en preparar una solución de una sal normal de un metal trivalente o polivalente (M), conteniendo un anión monovalente que puede ser Cl, NO<sub>3</sub> o CH<sub>3</sub>COO y un ión sulfato, agregar a esta solución un compuesto de un metal que puede ser Ca o Ba en defecto con respecto al ión sulfato y separar el sulfato insoluble de Ca o de Ba de manera que el ión sulfato pueda permanecer en la solución madre con una relación molar de SO<sub>4</sub>/M de 0,015 - 0,4.

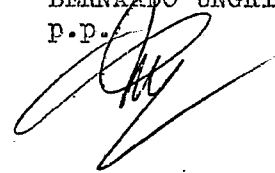
25 3. Un procedimiento según la Reivindicación 1, que consiste en disolver el metal trivalente o polivalente (M) con un ácido, que puede ser el ácido clorhídrico, el ácido nítrico o el ácido acético, en defecto con respecto a la cantidad equivalente y en presencia de un anión divalente o polivalente (Y) en una cantidad tal que la relación Y/M es de 0,015 a 0,4.

30

1                   4. Se reivindica por último como objeto sobre el  
que ha de recaer la Patente de Introducción que se solici-  
ta: UN PROCEDIMIENTO DE PREPARACION DE UN PRODUCTO COAGU-  
5                   LANTE, PRINCIPALMENTE PARA EL TRATAMIENTO DE UN MEDIO ACUO-  
SO.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la  
presente memoria descriptiva que consta de treinta y tres  
páginas mecanografiadas.

Madrid, 4 Marzo 1.974  
BERNARDO UNGRIA  
P.P.



10

15

20

25

30