



BOLD

PATENTE DE INVENCION

379992

CLASIFICACION CLAS: <u>BOL</u> SUBCLAS: <u>D</u>
--

MEMORIA DESCRIPTIVA

sobre:

"PROCEDIMIENTO PARA SEPARAR RAPIDA Y CONTINUAMENTE LOS
 SOLIDOS FINAMENTE DIVIDIDOS Y EN SUSPENSION CONTENIDOS
 EN LIQUIDOS, Y APARATO PARA LA REALIZACION DE ESTE
 PROCEDIMIENTO"

Solicitante: AMERICAN SUGAR COMPANY,
 entidad norteamericana, establecida en
 NUEVA YORK, Nueva York
 (Estados Unidos de América),
 120 Wall Street.



La presente invención se relaciona, en general, con métodos y aparatos para separar continuamente sólidos finamente divididos y contenidos en suspensión en líquidos, y más particularmente, con métodos y medios que hacen posible la rápida aglomeración, sedimentación y extracción de sólidos contenidos en líquidos, después de lo cual el líquido clarificado o el sólido separado es recuperable como producto final.

La presente invención tiene particular aplicación al tratamiento y clarificación de diferentes líquidos residuales, incluyendo aguas residuales industriales y municipales, tales como líquidos residuales de fábricas y aguas residuales de las alcantarillas parcialmente clarificadas. Como es bien sabido, surgen problemas de la presencia de sólidos en suspensión en los líquidos residuales de diferentes tipos de industrias. Por ejemplo, los líquidos residuales de la fabricación de azúcar de remolacha y de caña, líquidos residuales de fábricas de conservas, fábricas de cerveza, plantas envasadoras de carne, plantas de clarificación de aceites y otras plantas de la industria de la alimentación, contienen grandes cantidades de sólidos finamente divididos y en suspensión, así como sólidos coloidales. De igual manera, los procedimientos de tratamiento de líquidos, tales como los tratamientos de líquidos residuales y de agua potable, los tratamientos de ablandamiento del agua por sosa y cal para suministros industriales, producen grandes cantidades de líquidos sobrantes que contienen sólidos residuales. Las

379992



industrias químicas producen asimismo grandes cantidades de fluidos residuales que contienen sólidos suspendidos. Como ejemplos pueden citarse los residuos de sulfito de las fábricas de papel, residuos de fábricas de conservas, residuos de la elaboración de la cerveza, salmuera de zeolita, etc.

Además de lo dicho, es frecuentemente deseable recuperar los sólidos en suspensión de líquidos tratados para su depuración o su reutilización en el proceso. A título ilustrativo, es frecuentemente deseable recuperar pigmentos o partículas en suspensión de carbón de suspensiones acuosas derivadas de operaciones fabriles. Es asimismo frecuentemente deseable tratar los líquidos sobrantes en operaciones farmacéuticas para recuperar productos valiosos, así como para extraer los subproductos indeseables. En resumen, se trata de una necesidad muy extendida para conseguir resultados satisfactorios en el tratamiento de líquidos acuosos sobrantes de todos tipos, de facilitar la extracción de sólidos en suspensión.

Hasta el presente, los procesos desarrollados para conseguir la separación de sólidos en suspensión de los líquidos que los contienen han requerido por lo general períodos de tiempo relativamente prolongados para efectuar la sedimentación o separación y han necesitado el uso de equipos de separación relativamente caros y voluminosos. El desarrollo de una técnica eficiente, rápida y de fácil control para la separación de sólidos finamente divididos y contenidos en suspensión en líquidos, es por consiguiente

379992



altamente deseable.

Generalmente hablando, la presente invención se refiere a un método y a medios para la rápida y continua separación de sólidos finamente divididos y en suspensión de los

5 líquidos que los contienen, en forma eficiente y controlada. En amplios términos, el método de la presente invención comprende tres operaciones o fases generales: primero, la aglomeración o parcial aglomeración de los sólidos en suspen-

10 sión en un líquido de alimentación por la adición de una pequeña cantidad de un agente favorecedor de la sedimentación. Seguidamente, el líquido de alimentación parcialmente aglomerado es introducido en una zona de sedimentación que contiene una proporción relativamente mayor de aglomerados por unidad de volumen para originar una aglomeración adicio-

15 nal de los sólidos y una sedimentación rápida consiguiente de los mismos, conjuntamente con un arrastre de las partículas sólidas individuales. Finalmente, la densa masa de aglomerados rápidamente sedimentados y sólidos arrastrados es extraída rápidamente como corriente densa de fondo, en una

20 proporción controlada y en un proceso continuo, siendo extraído simultáneamente el líquido clarificado como corriente de superficie. Este procedimiento general está, desde luego, sujeto a un número de variaciones específicas: así, la corriente de superficie puede ser parcialmente reci-

25 clada a la zona de sedimentación para controlar las densidades de la corriente de fondo, así como la naturaleza de los sólidos extraídos del proceso; las condiciones del proceso

379992



pueden asimismo variar en cuanto a tiempo, turbulencia, proporción, etc., para conseguir diversos resultados deseados del proceso.

El aparato para la realización del método arriba expuesto permite la introducción del líquido de alimentación parcialmente aglomerado directamente en una zona de sedimentación en el interior de un depósito de sedimentación comparable a la zona intermedia de sedimentación en los sistemas de sedimentación conocidos hasta el presente. Un aparato particularmente satisfactorio comprende tubos verticales y órganos de desviación dispuestos en el interior del depósito de sedimentación, de tal manera que aseguren una operación de sedimentación desacomodadamente rápida, según se describe más adelante. En general, el método y el aparato de sedimentación objeto de la presente invención, hacen posible la efectiva separación de sólidos contenidos en suspensión en líquidos en períodos de tiempo que oscilan entre una décima y una centésima parte del tiempo requerido hasta el presente para obtener resultados equivalentes.

Un objetivo general de la presente invención es, por tanto, proporcionar un método y medios para la continua separación mutua de líquidos y sólidos que permitan obtener una más rápida y económica separación que la conseguida hasta el presente con los procedimientos y aparatos conocidos para tales fines.

Otro objetivo de la invención es proporcionar medios relativamente simples y altamente eficaces para el trata-

379992



miento de aguas residuales y otros sistemas líquidos, con el fin de separar y extraer de ellos los sólidos finamente divididos y en suspensión.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un método
5 y medios de un carácter tal que sean capaces de ser utilizados en una amplia variedad de sistemas líquido-sólido para realizar una completa separación del líquido de los componentes sólidos en suspensión.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un método
10 mejorado y medios de tal carácter que no requieran procedimientos ni máquinas complicados, y que sean adaptables a virtualmente cualquier sistema actual para el tratamiento de sistemas de líquidos que contengan sólidos en suspensión.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un
15 sistema mejorado para llevar a cabo la sedimentación y la extracción de sólidos en suspensión de elevada eficiencia y que pueda extraer virtualmente todos los sólidos en suspensión presentes en el sistema líquido.

Otro objetivo particular de la invención es proporcionar
20 un método y medios mejorados de tal carácter que lleven a cabo la separación de sólidos en suspensión de los líquidos entre una décima y una centésima parte del tiempo requerido hasta el presente por los sistemas conocidos.

Otros objetivos y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción que a continuación se hace detalladamente de formas de realización preferidas con relación a los dibujos adjuntos. En estos dibujos:

379992



La Fig. 1 es un diagrama del proceso, que ilustra un método general para llevar a cabo la invención;

la Fig. 2 muestra una vista esquemática de un tipo de aparato que puede ser utilizado para la realización de la
5 invención; y

la Fig. 3 es una representación esquemática, a escala ampliada, de una porción del aparato representado en la Fig. 2, que muestra una particular forma de realización de una cámara de sedimentación utilizada para llevar a cabo la
10 presente invención.

Haciendo referencia a los dibujos, la Fig. 1 representa un diagrama de proceso general ilustrando las diferentes etapas del método de la presente invención.

En la etapa 1, un líquido de alimentación que contiene
15 sólidos en suspensión es mezclado continuamente con una cantidad de un agente favorecedor de la sedimentación (entre 0,1 a 30 partes por millón), para efectuar al menos una aglomeración parcial de los sólidos en suspensión. Los agentes favorecedores de la sedimentación capaces de producir
20 la aglomeración de los sólidos en suspensión de acuerdo con la presente invención, incluyen el grupo de polielectrólitos, y particularmente el grupo de los copolímeros orgánicos de la acrilamida que tengan pesos moleculares (estimados) entre dos y tres millones. Agentes favorecedores de la sedimenta-
25 ción de este tipo del grupo de polielectrólitos están descritos, por ejemplo, en las Patentes norteamericanas Nos. 3.025.236, 3.033.782 y 3.157.595.

379992



En la etapa 2, la masa líquida pastosa que contiene sólidos aglomerados se introduce de forma continua como corriente de alimentación en una zona de sedimentación en el interior de un depósito de separación que contiene una
5 masa líquida pastosa previamente formada de relativamente mayor proporción de sólidos aglomerados por unidad de volumen que la de dicha corriente de alimentación.

En la etapa 3 se efectúa una aglomeración adicional de los sólidos en suspensión por mezclado de la corriente de
10 alimentación que contiene sólidos recién aglomerados con los aglomerados previamente formados en la zona de sedimentación. Según se verá más adelante, esta etapa es llevada a cabo necesariamente de forma simultánea con el resto del proceso descrito en las etapas 4, 5 y 6.

15 En la etapa 4, las partículas sólidas en suspensión que no se han integrado en los aglomerados son arrastradas y extraídas por procedimientos físicos como parte de los aglomerados rápidamente sedimentados en la zona de sedimentación.

En la etapa 5, los aglomerados y sólidos arrastrados
20 son rápidamente extraídos como una densa corriente de fondo de la zona de sedimentación simultáneamente con la extracción, en la etapa 6, del líquido clarificado como una clara corriente de superficie.

Es evidente que el líquido clarificado puede ser
25 extraído apropiadamente como un producto final. La densa corriente de fondo de sólidos puede ser sometida a otro tratamiento o ser extraída, con o sin ulterior tratamiento,

379992

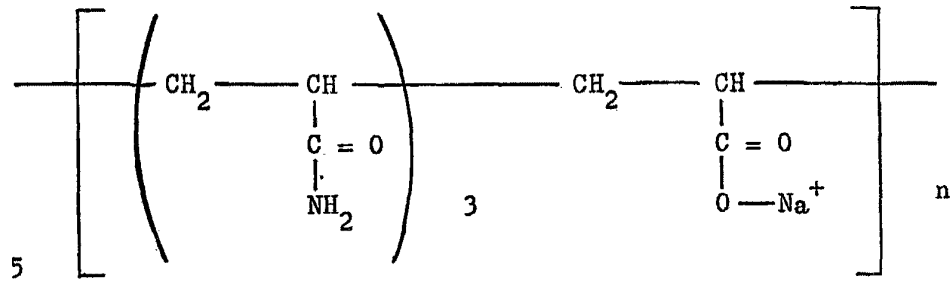


como por ejemplo secado en la etapa 7, para producir un producto final. Alternativamente, el líquido clarificado y/o los sólidos pueden ser desechados, quemados o desprendidos de otra forma.

5 En la etapa 8, representada en líneas de trazos en la Fig. 1, el denso líquido de fondo puede ser reciclado para formar parte de la corriente de alimentación de masa líquida pastosa, quedando establecida la proporción de líquido de fondo y la cantidad del reciclado por el control de la
10 densidad del líquido de fondo. Como se describirá más adelante, tal reciclado proporciona ventajas en diversos sistemas de separación líquido-sólido.

 Como agentes favorecedores de la sedimentación descritos en la etapa 1 pueden utilizarse diversos productos disponibles en el mercado, incluyendo el grupo de las poli-
15 acrilamidas de elevado peso molecular descritas en las Patentes norteamericanas arriba mencionadas. Los polímeros de este tipo que tienen pesos moleculares comprendidos entre alrededor de dos y tres millones, son generalmente preferidos.
20 En particular, las resinas de poliacrilamida utilizables para llevar a cabo la invención incluyen un número de productos disponibles en el mercado. Uno de tales productos es un copolímero sintético de elevado peso molecular conteniendo amidas y grupos carboxílicos (Separan AP30, fabricado
25 por la Dow Chemical Co.), el cual tiene una composición aproximada como se representa en la fórmula siguiente:

379992



Otro agente favorecedor de la sedimentación de resultados altamente satisfactorios y disponible en el mercado en forma de una resina de poliacrilamida modificada, se produce por la copolimerización de acrilamida con más de 5-mol % de β -metacrililoxietiltrimetilamonio metil sulfato. Esta resina de poliacrilamida (por ejemplo, Betz polímero 1420, fabricado por Betz Manufacturing Corporation) se emplea eficazmente en cantidades que oscilan entre menos de 1 hasta 30 partes por millón en peso del sistema líquido-sólido sometido a tratamiento. En general, se ha encontrado deseable el uso de las poliacrilamidas y polímeros similares en la forma de soluciones acuosas diluidas. Las soluciones acuosas diluidas son fácilmente adicionadas en la admisión de alimentación acuosa, en cantidades proporcionales deseadas, utilizando alimentadores proporcionales convencionales y equipos dosificadores. Sin embargo, debe entenderse que cualquier agente favorecedor de la sedimentación que produzca la aglomeración de los sólidos en un grado substancial, puede utilizarse en el proceso descrito para conseguir apreciables mejoras sobre los procedimientos actuales.

La Fig. 2 ilustra un sistema de aparato adecuado para la realización del procedimiento continuo descrito más arriba

379992



en relación con la Fig. 1. Un líquido de alimentación que contiene sólidos en suspensión (por ejemplo, el primer producto de carbonación de una fábrica de azúcar de remolacha o de caña) es introducido en un adecuado tanque de despumación 10 a través de una válvula controladora del flujo 12. Los licores de azúcar de este tipo contienen normalmente hasta un 5 % de sólidos en suspensión (por ejemplo, carbonato cálcico, fibras vegetales e impurezas análogas) de partículas cuyo tamaño oscila desde 0,1 a 100 micras.

10 El líquido despumado fluye por gravedad desde el tanque 10, a través de la válvula controladora del flujo 14, al tanque de sedimentación 16. Antes de entrar en el tanque de sedimentación, se añade un agente favorecedor de la sedimentación del grupo de polielectrólitos desde el tanque 18, a

15 través de bombas 20 y 22 de velocidad variable, en la conducción de entrada 24. En el caso de los agentes favorecedores de la sedimentación Betz 1420 y Separan Ap30, el agente favorecedor de la sedimentación se añade generalmente en un 0,5 % de concentración, con dilución por medio de la

20 corriente de superficie del sedimentador a través de la línea 26, para obtener una solución de 0,025 % en el punto de adición a la alimentación (representado en 28). Cualesquiera medios apropiados pueden ser utilizados para asegurar una adecuada dispersión del agente favorecedor de la sedimentación en la solución mezclada con la alimentación, por ejemplo un relativamente largo conducto en forma de serpentín 30 puede ser ventajosamente utilizado. Alternativamente, pueden

379992



ser también utilizados mezcladores en línea o tanques flocu-
ladores separados (no representados).

El efecto principal de la adición del agente favore-
cedor de la sedimentación al líquido de alimentación que
5 contiene sólidos es iniciar la inmediata formación de aglo-
merados en la corriente de alimentación a medida que es
introducida en el tanque de sedimentación 16. Aun cuando no
es bien conocido el exacto mecanismo por el que la poli-
acrilamida favorecedora de la sedimentación origina la
10 aglomeración de los sólidos suspendidos, está marcadamente
demostrado que los agentes favorecedores de la sedimenta-
ción (en la forma de largas cadenas de polímeros) son adsor-
bidos por los sólidos en suspensión, formando fuertes enlaces
entre el polímero y el sólido. Después que un extremo de la
15 larga molécula es adsorbido por una partícula sólida en
suspensión, el resto de la molécula permanece todavía libre
en la suspensión para ser adsorbidas por otras partículas.
En la presencia de varias moléculas de polímero en solución,
la acción descrita da por resultado una rápida aglomeración
20 y floculación de las partículas en suspensión. Además, a
causa de que la larga molécula orgánica aglomera partículas
a través de un mecanismo de adsorción, el enlace entre el
agente favorecedor de la sedimentación y las partículas en
suspensión se forma rápida y substancialmente de manera
25 irreversible. Los aglomerados tienden así a mantenerse jun-
tos durante toda la operación de sedimentación en el tanque
de sedimentación 16.

379992



Como ilustra en detalle la Fig. 3, la alimentación en la forma de masa líquida pastosa conteniendo sólidos recién aglomerados es introducida en una posición centralizada entre el fondo y la parte superior del depósito de sedimentación, representada en 32. En el aparato ilustrado, esto se cumple por medio de un tubo vertical 34 que pasa a través de un pozo 36 dispuesto en el fondo 38 del tanque hasta una altura substancialmente por encima del fondo del tanque. Por lo general, es deseable que el punto de entrada 32 esté al menos seis pulgadas (15 cm) por encima del fondo del tanque. Se ha encontrado asimismo conveniente interrumpir o detener el movimiento ascendente de la alimentación inmediatamente por encima del punto de entrada. Ello puede llevarse a cabo simplemente por un tabique u otro órgano de detención y desviación 40 dispuesto inmediatamente adyacente por encima del punto de entrada 32. El extremo superior 42 del tubo vertical puede ser asimismo abocinado para coadyuvar en la desviación de la corriente de alimentación entrante en el punto 32. El principal efecto es causar una reducción gradual en las velocidades de flujo, juntamente con una dispersión radial y un mezclado de la corriente de alimentación con el líquido concentrado que contiene sólidos en la zona de sedimentación que circunda el tubo vertical, representada de forma general en 44 de la Fig. 3.

Como ya se ha expuesto más arriba, es una característica de la presente invención que la masa entrante de sólidos recién aglomerados se introduce en el centro de una



suavemente agitada, sedimentada y previamente formada masa líquida pastosa que contiene una proporción relativamente mayor de sólidos aglomerados por unidad de volumen que la presente en la corriente de alimentación. Así, como se ilustra particularmente en la Fig. 3, la corriente de alimentación que se infiltra hacia el exterior desde el punto de entrada 32 (flechas 46) se pone en contacto con aglomerados previamente formados de partículas sólidas que se mueven en el interior de la zona de sedimentación 44. El efecto de esta mezcla de los sólidos recién aglomerados con los aglomerados previamente formados es originar una aglomeración adicional y una agrupación de los sólidos en aglomerados relativamente grandes que tienden a sedimentarse rápidamente en una zona de posos 48 en el fondo del tanque.

En una forma preferida de realización de la invención, los posos que caen en la zona 48 son rápidamente extraídos como una corriente de fondo a través de una salida del fondo 50, dispuesta en el pozo 36. Simultáneamente, una corriente de superficie clarificada 51 es extraída por la parte superior de la cámara de sedimentación a través de una abertura periférica 52 formada en la porción superior del tanque de sedimentación 16. El sobrante clarificado es entonces recogido en una canal 54 y descargado a través de una salida de fondo 56. La simultánea extracción del líquido clarificado y de la densa corriente de fondo, representada por las flechas 58 y 60, se lleva a efecto como parte de un proceso continuo en el que los caudales



de los flujos dependen generalmente de la cantidad de alimentación de la masa líquida pastosa entrante, en 62.

Con referencia de nuevo a la Fig. 3, el tabique deflector 40 puede disponerse montado ajustablemente en la parte superior 64 del tanque de sedimentación para facilitar variaciones en la situación del punto en que se detiene el movimiento ascendente de la corriente de alimentación entrante. Se ha encontrado, por ejemplo, que la corriente de alimentación entrante debería ser detenida en un punto por lo menos dos pulgadas (5 cm) por encima del punto de entrada 32 para asegurar una dispersión radial deseada de los sólidos entrantes, recién aglomerados. Se ha comprobado adicionalmente que es deseable disponer de un lecho de sedimentación 44 de suficiente profundidad para sobrepasar el tabique de detención 40, a fin de conseguir satisfactoriamente la deseada mezcla y formación de aglomerados relativamente grandes. De esta forma, el límite superior del lecho de sedimentación representado en 66, está preferiblemente por lo menos dos pulgadas (5 cm) por encima del tabique deflector 40. La profundidad y la condición del lecho de sedimentación pueden ser mantenidas adicionalmente por medio de un adecuado rastrillo mecánico 68, dispuesto entre la salida de descarga de la corriente de fondo 50 y el tubo vertical 34. Tal y como se ilustra, los elementos individuales del rastrillo pueden ser montados en soportes colgantes 70 sustentados por una combinación de un disco rotatorio 72 y un manguito 74 asociados con un soporte

379992



ajustable 76 para el tabique 40. El rastrillo es accionado por el manguito 74 por medio de adecuados engranajes contenidos en la caja 78 y que cooperan con el motor 80 a través del reductor 82.

5 Si se desea, la profundidad del lecho de sedimentación puede ser mantenida, además, por medio de una célula fotoeléctrica 84. Tal y como se ilustra en la Fig. 3, la célula fotoeléctrica 84 es sensible a la luz transmitida por una lámpara 86 a través de una barra plástica transparente 88.

10 Un cristal transparente 90 está dispuesto en el lado del tanque de sedimentación para permitir a la célula fotoeléctrica que pueda explorar libremente las transmisiones de luz de la barra 88. En la fase de trabajo, la célula fotoeléctrica 84 actúa para controlar la bomba de descarga 92

15 de la corriente de fondo (véase Fig. 2) a través de un circuito eléctrico adecuado, representado esquemáticamente en 94. En general, la velocidad de la bomba 92 se ajusta para sobrepasar ligeramente el flujo requerido de la corriente de fondo del tanque de sedimentación, siendo regulada

20 esta corriente por un relé conectador-desconectador dispuesto en el circuito para la célula fotoeléctrica. Cuando el lecho de sedimentación aumenta a una altura que lo lleva entre la barra 88 y la célula fotoeléctrica 84, la turbiedad del líquido origina que la bomba 92 se ponga en marcha para

25 extraer la corriente de fondo a mayor velocidad. Sin embargo, tan pronto como la zona de turbiedad de los sólidos sedimentados desciende a un nivel por debajo de la célula fotoeléct-

379992



trica, la bomba 92 es desconectada para permitir que la altura del lecho de sedimentación aumente gradualmente a su nivel original. De esta manera, la cámara de sedimentación es mantenida por debajo de un límite superior relativamente estacionario, claramente definido, representado en 66.

El funcionamiento del aparato que se acaba de describir, para llevar a cabo el método según la invención, puede ser brevemente esquematizado como sigue:

La corriente de alimentación entrante, después de haber sido despumada si fuera necesario en el tanque de despumación 10, se hace pasar a través de la válvula controladora del flujo 14 hasta el tanque de sedimentación 16. Desde el tanque de almacenamiento 18 es suministrado un agente favorecedor de la sedimentación, a través de las bombas dosificadoras 20, 22 y el serpentín mezclador 30, a un punto de mezcla 28 con la corriente de alimentación entrante. Esta corriente de alimentación, que contiene aglomerados recién formados, penetra en el tanque de sedimentación a través del tubo vertical 34 hasta que alcanza un punto de detención del movimiento ascendente, representado en 32. En este punto, la corriente de alimentación entrante es rodeada por una masa líquida pastosa previamente formada que contiene una proporción relativamente más elevada de sólidos aglomerados por unidad de volumen que la corriente de alimentación y, después de haber sido desviada radialmente hacia fuera por el tabique 40, genera contactos persistentes con dichos aglomerados previamente



formados. El efecto de mezcla de los aglomerados recién
formados con los aglomerados ya presentes da lugar a una
aglomeración adicional y a un agrupamiento de los sólidos
en aglomerados relativamente mayores, que tienden a sedi-
5 mentarse rápidamente en la zona de sedimentación 44. Por
lo general, la proporción de aglomerados en la zona de
sedimentación 44 es comparable a la de una zona intermedia
o ligeramente compactada en el interior de una cámara de
sedimentación convencional, con lo que se asegura la mezcla
10 deseada de la corriente de alimentación con los aglomerados
que la rodean. Los aglomerados resultantes relativamente
grandes forman una densa masa de sólidos que cae por grave-
dad y que filtra eficazmente el líquido de alimentación para
eliminar las partículas sólidas en suspensión no agrupadas
15 todavía en aglomerados. Mientras tanto, el líquido clarifi-
cado se filtra hacia arriba a través de una multiplicidad
de canales que continuamente cambian, formadas en el inte-
rior de la zona de sedimentación 44, proporcionando una
suave agitación en la totalidad de las porciones superiores
20 de dicha zona. Por efecto del movimiento descrito se produce
una rápida sedimentación de los aglomerados relativamente
grandes, incluso cuando se alimentan cantidades relativamente
elevadas de líquidos que contienen sólidos al tanque de
sedimentación. Una densa corriente de fondo de aglomerados
25 y partículas sólidas arrastradas es entonces extraída rápi-
damente a través de la salida del fondo 50 en respuesta al
control de la bomba de descarga 92 de la corriente de fondo,



siendo mantenida la altura del lecho de sedimentación por la bomba 92 en respuesta al mando de la unidad de control constituida por la célula fotoeléctrica 84 y lámpara 86. La extracción de la corriente de fondo viene facilitada por la actuación de los rastrillos mecánicos 68 cuya función es desplazar los aglomerados al pozo de descarga 36, desde donde son aspirados a través del orificio de descarga 50. Al mismo tiempo, el líquido clarificado pasa hacia arriba a través de la cámara de sedimentación y es descargado a través de la cámara anular o canal 54 y la salida superior 56.

El método continuo y el aparato arriba descritos para separar sólidos en suspensión de líquidos se ha comprobado que es altamente eficaz y que permite alcanzar una rápida y completa separación de los componentes líquido-sólidos. A título de ilustración específica, las separaciones de los posos de la primera carbonación de las operaciones de una fábrica de azúcar de remolacha (que normalmente requiere un tiempo medio de retención en el sedimentador del orden de 80 minutos) se lleva a cabo eficazmente con la técnica de separación según la invención en un tiempo medio de retención en el sedimentador de menos de 5 minutos. Resultados similares se obtienen, por ejemplo, en la separación de lodos de canalizaciones de aguas residuales, o en ablandamientos de agua por el proceso de sosa y cal, o en el tratamiento de otros varios líquidos que contienen sólidos finamente divididos y en suspensión. En general, el procedimiento de la presente invención permite conseguir reducciones en



los tiempos de sedimentación que oscilan desde una décima a una centésima del tiempo antes requerido para resultados satisfactorios. El procedimiento y el aparato descritos proporcionan también ventajas en virtud de la simplicidad inherente a su estructura y marcha del proceso (ofreciendo reducciones substanciales en las interrupciones de funcionamiento de la instalación y en los problemas de explotación) así como reducciones substanciales en inversiones para equipo. De particular importancia es la ventaja ofrecida por una substancialmente completa separación entre sólidos y líquidos hecha posible por el método descrito, que consiste en substanciales reducciones posibles en tiempo y costo.

EJEMPLOS

Realizando el procedimiento de acuerdo con la invención, se ha descubierto que la cantidad de líquido de alimentación entrante en el tanque de sedimentación tiene un efecto definido sobre la densidad de la corriente de fondo y la claridad o brillantez de la corriente superior. Así, con una cantidad constante de adición del agente favorecedor de la sedimentación, una reducción en la cantidad de la corriente de alimentación produce una inmediata disminución del lecho de sedimentación, en tanto que un aumento de la cantidad de líquido de alimentación da lugar a una expansión similar del lecho de sedimentación. El efecto de variaciones en la cantidad de la corriente de alimentación sobre la densidad de la corriente de fondo y la claridad de la corriente superior viene ilustrado por los datos contenidos en la siguiente Tabla I:



TABLA I

EFFECTOS DEL CAUDAL DE FLUJO

	Alimentación Galones (Litros por por <u>minuto:</u> <u>minuto):</u>	Corriente de fondo <u>Grados Brix:</u>	Claridad corriente de superficie <u>Unidades Kopke:</u>
5	21 (80)	45	200
	16 (60)	75	300
	8 (30)	57	170
	17 (64)	47	120
	20 (76)	45	150
	11 (42)	47	250
	20 (76)	34	-
10	21 (80)	35	200
	13 (49)	52	140
	18 (68)	44	-
	21 (80)	35	120

La tabla precedente representa los resultados de la separación de sólidos en suspensión de la primera carbona-
 15 ción de líquidos de remolacha durante cuatro diferentes períodos del proceso en una cámara de sedimentación con una capacidad aproximada de 50 galones (190 litros). La tabla muestra que cantidades de alimentación de 20 galones por minuto (76 litros por minuto), o mayores, pueden utilizarse
 20 continuamente con separaciones muy satisfactorias de los sólidos en suspensión contenidos en los líquidos. Así, las lecturas de claridad expresadas en unidades Kopke indican una claridad superior a la de las estadísticas de experien-
 25 cias realizadas con la técnica Kopke. La claridad según el procedimiento Kopke viene determinada por la posibilidad de leer inscripciones a través de una profundidad de inmersión en líquido claro medida en milímetros. Normalmente, se consi-



dera que un valor de 100 representa una claridad excelente. La tabla indica pues que las lecturas de claridad van mucho más allá de la escala del instrumento para una cantidad de alimentación de hasta 21 galones por minuto (80 litros por 5 minuto) y mayores. Las lecturas de la Tabla I fueron determinadas por medidas interpoladas de la profundidad de inmersión en milímetros a un punto en el que la inscripción era todavía claramente visible. La Tabla I muestra asimismo que la densidad de la corriente de fondo (medida en grados 10 Brix), era uniformemente elevada, y consecuente con la claridad de la corriente de superficie.

Para determinar las cantidades de flujo equivalentes en galones por minuto y por pie cuadrado de área de sedimentación, se hicieron comparaciones entre una unidad sedimentadora de una capacidad de 50 galones (190 litros) y una 15 unidad de sedimentación menor, constituida por un modelo de laboratorio de una capacidad de 1.550 mililitros. Las cantidades de sedimentación determinadas por la comparación están resumidas en la siguiente Tabla II.

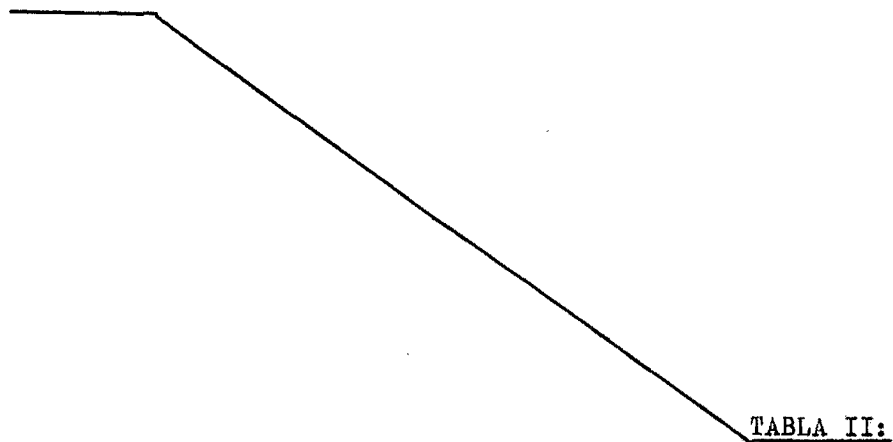




TABLA II

CANTIDADES DE FLUJO POR UNIDAD DE SUPERFICIE

Agente favore- cedor de 5 sedimen- tación partes por millón:	Cantidades equivalentes de flujo				Corriente de fondo	
	en galones por minuto por pie cuadrado de superficie:		(en litros por minuto por metro cuadrado de superficie):		Grados Brix:	
	50 Gal	1550 ml	(190 l)	1550 ml	50 Gal (190 l)	1550 ml
5	5.5	3.6	(224)	(147)	52-53	55
5	5.1	3.6	(208)	(147)	53	55
5	7.5	7.0	(306)	(286)	42	34
5	6.4	7.0	(261)	(286)	47	30
10	4.5	3.5	(184)	(143)	58-60	56
3	4.4	3.5	(180)	(143)	53-55	49
3	3.3	3.5	(135)	(143)	55	47-49
1.5	3.9	3.5	(159)	(143)	45	41
1.2	3.8	3.5	(155)	(143)	40	35

En las pruebas resumidas en la tabla precedente, la corriente de superficie de cada prueba fue uniformemente brillante y las adiciones de agente favorecedor de la sedimentación de poliacrilamida estuvieron comprendidas entre 3 y 5 partes por millón. Cabe destacar, además, que a 1,2 partes por millón de agente favorecedor de la sedimentación de poliacrilamida, fue registrada una lectura de claridad Kopke del orden de 100 en la unidad de 50 galones (190 litros) de capacidad. La densidad de la corriente de fondo para cada una de las pruebas fue asimismo uniformemente elevada y consecuente con la claridad de los líquidos de la corriente de superficie. La Tabla II muestra pues que cantidades de alimentación dentro de los límites de 3 y 8 galones por minuto y por pie cuadrado (122 a 326 litros por minuto y por m²) de área de sedimentación producen resultados unifor-

379992



memente satisfactorios. En la práctica, cantidades de alimentación entre 3 y 10 galones por minuto y por pie cuadrado (122 litros a 407 litros por minuto y por m²) de área de sedimentación fueron utilizados con pequeñas variaciones en los resultados indicados. Con referencia a la unidad de sedimentación de 50 galones de capacidad (190 litros), este hecho queda demostrado de manera general por los resultados contenidos en la siguiente Tabla III, que representa determinaciones gravimétricas realizadas con respecto a la cantidad de sólidos en suspensión, con distintas cantidades de caudal del flujo de alimentación entrante.

TABLA III
EFEECTO CAUDAL DE FLUJO SOBRE SOLIDOS EN SUSPENSION
UNIDAD SEDIMENTADORA DE 50 GALONES (190 LITROS)

15	<u>Alimentación</u>		<u>CORRIENTE DE FONDO</u>		<u>CORRIENTE DE SUPERFICIE</u>	
	Galones por minuto/pie cuadrado:	(Litros p. min/metro cuadrado):	Grados Brix:	% sólidos secos en suspens.	Claridad Kopke:	% sólidos en suspensión:
	8.1	(330)	49		300	.0049
	6.7	(274)	55		-	.0098
20	5.4	(220)	55		-	.0040
	4.7	(192)	55		-	.0073
	3.8	(155)	52		-	.0045
	3.8	(155)				.0045
	9.2	(375)	46	23.4	200	.0128
	8.2	(335)	47	24.2	300	.0088

SEDIMENTADOR INDUSTRIAL

25	<u>Alimentación</u>		<u>Corriente de superficie</u>
	Galones por minuto/pie cuadrado:	(Litros p. min/metro cuadrado):	% sólidos secos en suspensión:
	0.37	(15)	.0098
	0.37	(15)	.0073
	0.37	(15)	.0045
	0.37	(15)	.0045

379992



En general, la tabla precedente muestra que la proporción de sólidos en suspensión retenidos en la corriente de superficie fue equivalente o menor que los normalmente retenidos con unidades sedimentadoras convencionales (por ejemplo, un sedimentador industrial de 9.000 pies cúbicos equivalentes a unos 255 metros cúbicos), incluso con las más elevadas cantidades de alimentación. Además, las operaciones realizadas con las más elevadas cantidades de alimentación (y con los tiempos más cortos de tratamiento), dieron por resultado una retención de sólidos en suspensión en exceso de lo que normalmente se experimenta en operaciones industriales. Por otra parte, las lecturas de claridad de la corriente de superficie fueron substancialmente mayores que las obtenidas normalmente en operaciones convencionales.

De la descripción que precede se desprenderá que se ha inventado un método y medios para su realización altamente eficientes y comparativamente simples para separar rápidamente sólidos en suspensión contenidos en sistemas líquido-sólido. Se ha descrito asimismo un método y medios con los que tales sistemas líquido-sólido pueden ser tratados en proceso continuo para la extracción de sólidos insolubles, en períodos de tiempo que son una fracción de los tiempos previamente requeridos por los aparatos convencionales, y que hacen posible aumentar las capacidades más elevadas de los sedimentadores industriales actuales. Finalmente, se ha demostrado que el nuevo método y el nuevo aparato son capaces de ser ajustados con respecto a determinadas variables en el procedi-



miento para permitir una utilización eficiente de ambos en
diversas aplicaciones comerciales e industriales, con el fin
de producir los resultados más beneficiosos. Estas y otras
particularidades quedan claramente comprendidas en el ámbito
5 de la invención, tal y como aquí se describe y reivindica.

N O T A

Descrito suficientemente el invento, así como la manera
de ponerlo en práctica, se hace constar que todo cuanto no
altere, cambie o modifique su principio fundamental, puede
10 quedar sometido a variaciones de detalle, siendo lo esencial
y por lo que se solicita Patente de Invención, lo que queda
resumido en las siguientes reivindicaciones:

1ª.- Procedimiento para separar rápida y continuamente
los sólidos finamente divididos y en suspensión contenidos en
15 líquidos, y aparato para la realización de este procedimiento,
caracterizado porque se forma continuamente una masa líquida
pastosa mezclando un líquido que contenga sólidos con un
agente favorecedor de la sedimentación en cantidad sufi-
ciente para originar que al menos una parte de los sólidos
20 se acumule a modo de aglomerados, introduciéndose continua-
mente dicha masa líquida pastosa como corriente de alimenta-
ción en una zona de sedimentación en el interior de un depósi-
to de separación que contenga ya una masa líquida pastosa
previamente formada con un contenido de sólidos aglomerados
25 en una proporción relativamente mayor por unidad de volumen
que la de dicha corriente de alimentación, formándose aglome-
rados adicionales en dicha zona de sedimentación por contacto



de la corriente de alimentación con dichos sólidos previamente aglomerados y con ello un denso poso de aglomerados de rápida sedimentación, y extrayéndose continuamente el líquido clarificado de las regiones superiores del depósito al tiempo que se extrae dicho denso poso de las regiones inferiores del mismo como corriente de fondo, sirviendo asimismo la sedimentación de los aglomerados que forman dicho denso poso para arrastrar, y por lo tanto para extraer, las partículas sólidas individuales y los aglomerados menores como una parte de dicha corriente de fondo.

2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho agente favorecedor de la sedimentación es un miembro del grupo de los polielectrólitos orgánicos.

3ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque dicho polielectrólito favorecedor de la sedimentación es un copolímero orgánico de acrilamida, de un peso molecular entre 2.000.000 y 3.000.000.

4ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho agente favorecedor de la sedimentación se adiciona en una proporción comprendida entre 0.1 y 30 partes por millón de dicho líquido de alimentación.

5ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicha corriente de alimentación de masa líquida pastosa se introduce en una cantidad que oscila entre 3 y 10 galones por minuto y por pie cuadrado (122 a 408 litros por minuto/metro cuadrado) de sección transversal del área de filtrado en dicha zona de sedimentación, siendo suficiente

M.



dicha cantidad de corriente de alimentación para producir un grado de percolación en dicha zona de sedimentación que aumente la cantidad de aglomeración adicional.

5 6ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque al menos una parte de dichos aglomerados adicionales tienen un tamaño medio mayor que el tamaño medio de dichos aglomerados previos.

10 7ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el denso poso se extrae continuamente de dicho depósito de separación como corriente de fondo en una cantidad predeterminada proporcional a la cantidad del líquido de alimentación, con el fin de mantener continuamente dicha zona de sedimentación por debajo de un límite superior relativamente estacionario en dicho depósito de separación.

15 8ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho líquido clarificado se extrae continuamente de dicho depósito de separación en una cantidad que en esencia es directamente proporcional a la cantidad del líquido de alimentación.

20 9ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho líquido de alimentación que contiene aglomerados se introduce centralmente en dicha zona de sedimentación y es desplazado de allí radialmente hacia fuera para realizar rápidamente dicha aglomeración adicional.

25 10ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª y 9ª, caracterizado porque el movimiento radial del líquido de alimentación se lleva a cabo por detención del desplazamiento

hsp-

379992



ascendente de dicho líquido de alimentación, mientras que se permite la libre circulación hacia fuera del líquido de alimentación.

11ª.- Procedimiento según la reivindicación 10ª, caracterizado porque el movimiento ascendente del líquido de alimentación se detiene en un punto situado por lo menos dos pulgadas (cinco centímetros) por encima del punto de introducción del líquido de alimentación.

12ª.- Procedimiento según la reivindicación 10ª o la 11ª, caracterizado porque dicho límite superior, relativamente estacionario, de la zona de sedimentación está situado por lo menos dos pulgadas (cinco centímetros) por encima del punto de detención del movimiento ascendente de dicho líquido de alimentación.

13ª.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10ª, 11ª ó 12ª, caracterizado porque el punto de introducción de dicho líquido de alimentación está situado por lo menos seis pulgadas (quince centímetros) por encima del punto de extracción de dicha densa corriente de fondo.

14ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 13ª, caracterizado porque dicho líquido de alimentación se introduce en una cantidad del orden de 7.5 galones por minuto y por pie cuadrado (306 litros por minuto/metro cuadrado) del área de la sección transversal de dicha zona de sedimentación.

15ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque una porción de dicha

379992



densa corriente de fondo se hace recircular mezclándola con el líquido de alimentación, permitiendo tal recirculación un grado de control de la cantidad de aglomeración y de la densidad de la corriente de fondo extraída de la zona de sedimentación.

16^a.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el tiempo medio de permanencia de dicho líquido de alimentación en dicha zona de sedimentación es menor de aproximadamente cinco minutos.

10 17^a.- Aparato para la realización del procedimiento según las reivindicaciones 1^a a 16^a, caracterizado porque comprende un depósito de separación provisto de medios de salida en la parte superior y en el fondo; de medios de entrada adyacentes al fondo de dicho depósito de separación, incluyendo dichos
15 medios de entrada unos conductos que se extienden hasta una posición centrada en dicho depósito de separación; de medios para introducir un líquido de alimentación que contenga materiales sólidos finamente divididos y en suspensión, en un punto de entrada centrado determinado por dichos conductos;
20 de medios adyacentes al punto de entrada determinado por dichos conductos, para detener y alterar la dirección de desplazamiento de dicho líquido de alimentación, con lo que el líquido de alimentación es dirigido en una dirección substancialmente radial con respecto a dicho punto centrado de
25 entrada; y de medios controladores de la cantidad de descarga del poso por dichos medios de salida de la corriente de fondo, con lo que se controla y se establece una deseada profundidad

[Handwritten signature]



del lecho de sedimentación de los sólidos y aglomerados sólidos en dicho depósito de sedimentación.

18ª.- Aparato según la reivindicación 17ª, caracterizado porque dichos conductos del líquido de alimentación comprenden un tubo vertical que pasa a través del fondo de dicho depósito de separación y que se extiende verticalmente hasta una posición intermedia entre la parte superior y el fondo de dicho depósito de separación.

19ª.- Aparato según la reivindicación 17ª, caracterizado porque dichos medios para detener y alterar la dirección del flujo de dicho líquido de alimentación comprenden un tabique dispuesto por encima y estrechamente adyacente a dicho punto de entrada de dicho líquido de alimentación.

20ª.- Aparato según las reivindicaciones 18ª y 19ª, caracterizado porque dichos tubo vertical y tabique están montados ajustables entre sí en el fondo de dicho depósito de sedimentación.

21ª.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 17ª a 20ª, caracterizado porque dichos medios para controlar la cantidad de descarga a través de dichos medios de salida del fondo incluyen medios de bombeo y medios de respuesta luminosa para controlar dichos medios de bombeo de acuerdo con la turbiedad del líquido en un predeterminado punto dentro de dicho depósito de sedimentación.

22ª.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 17ª a 21ª, caracterizado por comprender medios rastreadores desplazables entre dichos medios de entrada y dichos medios de

[Handwritten signature]

30 ABR 1970

salida del fondo, rodeando dichos medios rastreadores a los citados medios de entrada, y siendo desplazables con respecto a estos últimos para descargar positivamente los sólidos de peso hacia dichos medios de salida del fondo.

5 23ª.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 17ª a 22ª, caracterizado porque dichos medios de salida superiores comprenden una abertura periférica en la parte superior de dicho depósito de separación, y conductos asociados a ella para recibir el derrame por gravedad del líquido
10 clarificado.


24ª.- PROCEDIMIENTO PARA SEPARAR RAPIDA Y CONTINUAMENTE LOS SOLIDOS FINAMENTE DIVIDIDOS Y EN SUSPENSION CONTENIDOS EN LIQUIDOS, Y APARATO PARA LA REALIZACION DE ESTE PROCEDIMIENTO,

15 tal y como queda descrito y reivindicado en la presente memoria que consta de treinta y dos páginas mecanografiadas por una sola cara y de tres láminas de dibujos.

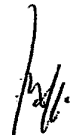
BARCELONA, 30 de Abril de 1970.

AMERICAN SUGAR COMPANY
P.P.

J. GOMEZ-ACEBO Y MODET
p. p. Edo.: E. Ferreruela Colón



379992



ESQUEMA

379992

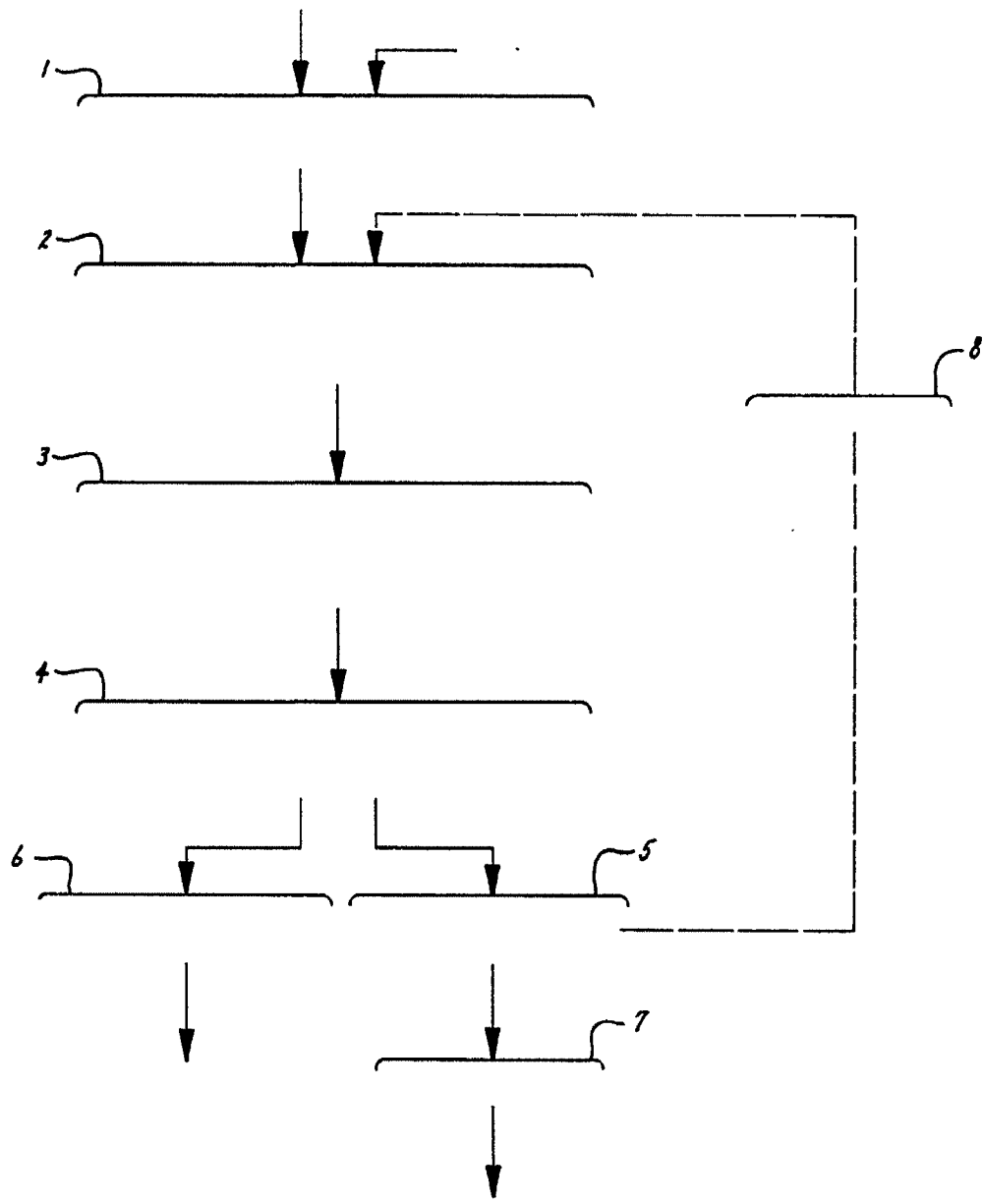
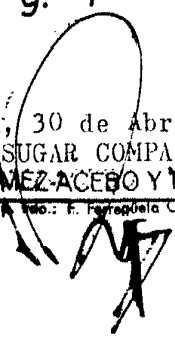


Fig. 1

BARCELONA, 30 de Abril de 1970
AMERICAN SUGAR COMPANY
P.P. J. GOMEZ-ACEBO Y MODER

p. A. No.: F. Ferragüela Colón



ESQUEMA

379092

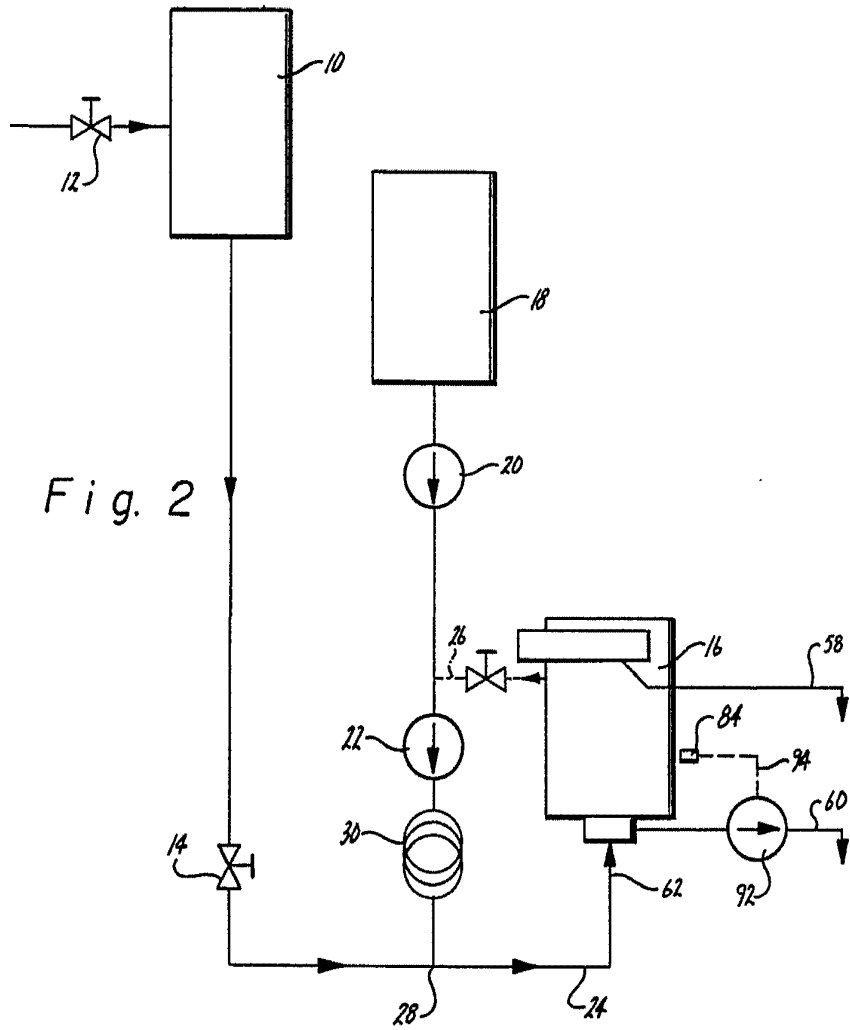


Fig. 2

BARCELONA 30 de Abril de 1970
 AMERICAN SUGAR COMPANY
 P.P. J. GONZALEZ Y MOJET

[Handwritten signature]

ESCALA VARIABLE

379992

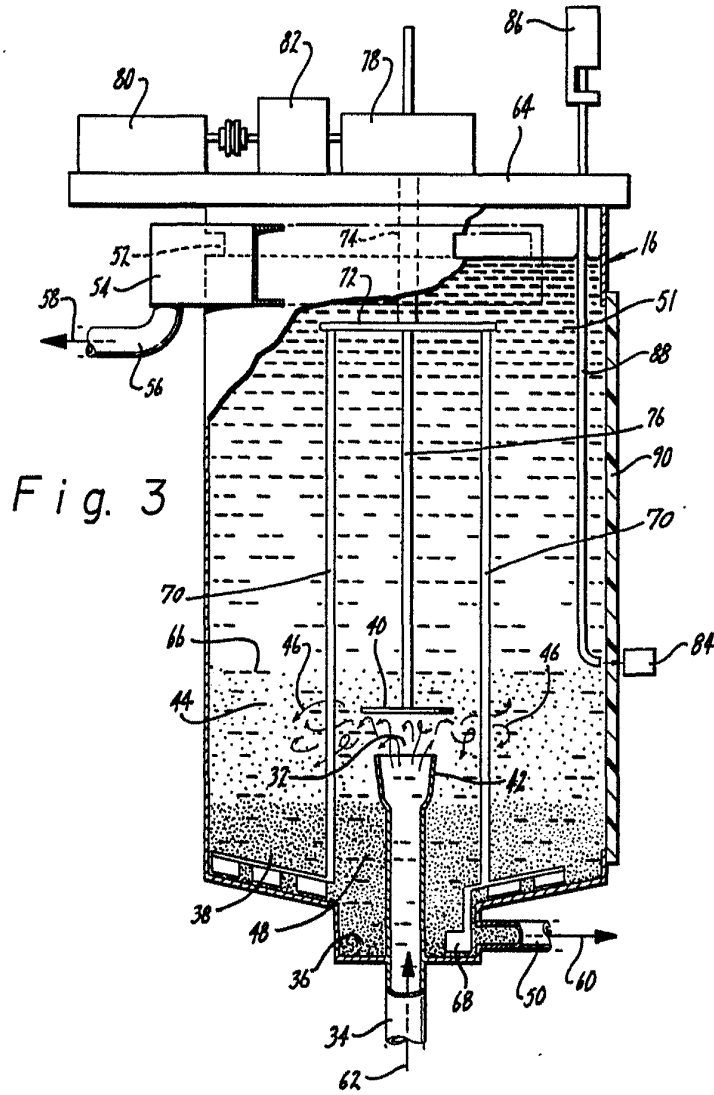


Fig. 3

BARCELONA, 30 de Abril de 1970
AMERICAN SUGAR COMPANY
P.P. J. GOMEZ-ACERO Y MODET

P. P. F. E. Ferrández Colón