



10	ES	11	NUMERO	16	A 1
		21			
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			452029		
			77 OCT. 1976		

**PATENTE DE INVENCION**

20 PRIORIDADES:		22 FECHA		23 PAIS	
21 NUMERO					
43362/75		22 de octubre de 1.975		Inglaterra	
14098/76		7 de abril de 1.976 que "			
		fue completada el 15 de			
		octubre de 1.976.			
47 FECHA DE PUBLICIDAD		51 CLASIFICACION INTERNACIONAL		62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA	
		C02C			
64 TITULO DE LA INVENCION					
Procedimiento y aparato para el tratamiento de líquidos residuales.					
71 SOLICITANTE (S)					
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED.					
DOMICILIO DEL SOLICITANTE					
Imperial Chemical House, Millbank.- Londres SW1P 4QG, Inglaterra.					
73 INVENTOR (ES)					
FRANK CORNELIUS ROESLER.					
74 TITULAR (ES)					
75 REPRESENTANTE					
GOMEZ-ACEBO.					

Esta invención se relaciona con un procedimiento y aparato para el tratamiento de un líquido haciendo circular el líquido y teniendo contacto el líquido en circulación con un gas. En particular, la invención se relaciona con un procedimiento y aparato para el tratamiento de líquidos que llevan materia biológicamente degradable en solución y/o suspensión, tal como aguas residuales, es decir aguas que llevan residuos biológicamente degradables, incluyendo todos aquellos tipos de residuos domésticos e industriales biológicamente degradables, por ejemplo residuos domésticos normales y los efluentes producidos por granjas, factorías alimenticias y otras industrias productoras de tales residuos.

Los procesos generalmente usados en el tratamiento de aguas residuales, comprenden esencialmente un tratamiento inicial mediante métodos físicos, tales como tamizado y separación de partículas, para eliminar el material basto y pesado, seguido por un tratamiento adicional empleando métodos biológicos para separar los residuos disueltos o los pequeños residuos suspendidos. El tratamiento biológico, tal como en el sistema de lodo activo, comprende una etapa en la cual se oxigena el agua residual. Es importante que, en esta etapa, se consiga una oxigenación intensiva del agua residual. Por lo que la presente invención se refiere al tratamiento de aguas residuales, la misma se relaciona con la oxigenación del agua residual durante el ulterior tratamiento empleando métodos biológicos.

En las solicitudes británicas copendientes Nos. 23.328/73 y 53.921/73 (correspondientes a la solicitud USA No. de Serie 467.511 y Patente belga No. 815.150), se describe un método y aparato para el tratamiento biológico del agua residual, que comprende una etapa en donde el agua residual se hace

5 circular alrededor de un sistema que comprende una cámara de flujo descendente y una cámara de flujo ascendente que comunican entre sí en sus extremos superior e inferior, suministrándose un gas que contiene oxígeno al agua residual a medida que pasa a través de la cámara de flujo descendente.

10 Según la presente invención, se proporciona un procedimiento para el tratamiento de un líquido, haciendo circular el líquido y poniendo en contacto con un gas, en donde el líquido se introduce continuamente en un aparato, haciéndose circular dentro del mismo y separándose dicho líquido después del tratamiento, cuyo aparato comprende una cámara de tratamiento principal que contiene, dentro de la misma o en comunicación con su interior en sus extremos inferiores, un conducto de flujo descendente y un conducto de flujo ascendente, comunicando entre  
15 sí dichos conductos en sus extremos superiores a través de una parte del aparato a partir de la cual puede escapar gas y comunicando el extremo inferior del conducto de flujo ascendente con la cámara en un nivel inferior al que lo hace el extremo inferior del conducto de flujo descendente, fluyendo el líquido descendentemente en el conducto de flujo descendente y ascendentemente por el conducto de flujo ascendente, para producir en la cámara una región superior y una región inferior, en cuyas regiones el tipo de flujo de la mezcla líquido-gas es esencialmente distinto, estando la región superior por encima del nivel  
20 en el cual el extremo inferior del conducto de flujo descendente comunica con la cámara y encontrándose la región inferior por debajo de este nivel, dependiendo el hecho de que el líquido fluya ascendente o descendentemente en la región superior de la cámara de la forma en la cual se introduce el líquido en el  
25 aparato, entrando el contacto el líquido con el citado gas que  
30

es arrastrado o inyectado en el líquido.

Igualmente, y según la invención, se proporciona un aparato, para el tratamiento de un líquido haciéndolo circular y poniéndolo en contacto con un gas, que comprende una  
5 cámara de tratamiento principal que tiene dentro de la misma o en comunicación con su interior, en sus extremos inferiores, un conducto de flujo descendente y un conducto de flujo ascendente, comunicando dichos conductos entre sí en sus extremos superiores a través de una parte del aparato de la cual puede escapar gas, y comunicando el extremo inferior del conducto  
10 de flujo ascendente con la cámara en un nivel más bajo al cual lo hace el extremo inferior del conducto de flujo descendente, medios por los cuales el líquido entra en el aparato, medios por los cuales el líquido sale del aparato, medios para hacer circular el líquido por el aparato y medios para introducir un  
15 gas en el líquido que se hace circular por el aparato. Los medios para introducir un gas en un líquido que se hace circular por el aparato, incluyen cualquier medio para causar el contacto entre el líquido y el gas, por ejemplo inyectándose el gas en el líquido o arrastrándose en el mismo.  
20

La invención es particularmente útil en el tratamiento ulterior de aguas residuales utilizando métodos biológicos y por todo el resto de esta memoria se describirá en términos del tratamiento de aguas residuales. En este contexto, el  
25 gas es un gas que contiene oxígeno por cuyo término se quiere dar a entender oxígeno o cualquier mezcla gaseosa, tal como aire conteniendo oxígeno.

Por conveniencia, y en toda esta memoria, el conducto de flujo descendente y el conjunto de flujo ascendente  
30 serán denominados, respectivamente, impulsor y succionador.

Estos conductos no tienen porque ser necesariamente de sección transversal circular.

Convenientemente, la cámara de tratamiento principal está formada por un pozo de caña dentro de la tierra a una profundidad de hasta 80 metros, preferiblemente 25 a 50 metros. La cámara es adecuadamente de sección transversal circular. El impulsor y succionador están suspendidos preferiblemente dentro de la cámara, siendo sus diámetros individuales no superiores a la mitad del diámetro de la cámara de tratamiento principal.

El succionador se extiende preferiblemente hasta cerca del fondo de la cámara de tratamiento principal, dejando solamente un hueco lo suficientemente grande para que sea fácilmente posible el flujo ininterrumpido. El impulsor termina en un nivel más elevado, por ejemplo entre  $1/3$  y  $3/4$  de la profundidad de la cámara, medido desde la parte superior. Eficazmente, ésto hace que la cámara se divida en dos regiones, una región superior que se extiende descendentemente hacia el extremo inferior del impulsor y una región exterior que se extiende desde el extremo inferior del impulsor al fondo de la cámara. En la región superior, la mezcla líquido-gas fluye ascendente o descendentemente, esencialmente según un flujo de tapón lento, en la mayor parte de las formas de realización básicas, por ejemplo las mostradas en las figuras 1 a 3 y 5, pero en aquellas formas de realización en donde existe un flujo descendente suplementario en el impulsor suministrado por el conducto de chorro a presión descrito más adelante, se superpone un flujo ascendente suplementario sobre el flujo de tapón en la región superior. En la región inferior existe una circulación bien mezclada de la mezcla de líquido/gas, descendiendo el flujo neto desde el impulsor al succionador.

En función del rendimiento para el cual está proyectado el aparato, pueden elegirse convenientemente las longitudes relativas de las regiones formadas en la cámara de tratamiento principal. Ajustando la velocidad de líquido en la región inferior, se puede variar la intensidad de oxigenación, dejando que varíen las proporciones del gas que escapa de la cámara ascendentemente. Existen tres posibilidades principales:

(a) Al elegir una velocidad de circulación tal que la velocidad descendente del líquido en la región inferior sea menor a 0,15 metros/segundo, prácticamente todas las burbujas gaseosas escaparán hacia arriba y se permitirá la oxigenación del agua residual en la región superior. El oxígeno ya disuelto en el líquido como consecuencia del contacto con aire dentro o inmediatamente por debajo del impulsor, se transportará, sin embargo, a la región inferior.

(b) Al elegir una velocidad de circulación tal que la velocidad descendente del líquido en la región inferior sea de 0,4 metros/segundo o mayor, prácticamente todas las burbujas gaseosas serán arrastradas con el líquido y se permitirá la oxigenación del agua residual en la región inferior, junto con el oxígeno ya disuelto en el líquido dentro o inmediatamente por debajo del impulsor.

(c) Al elegir una velocidad de circulación tal que la velocidad descendente del líquido en la región inferior sea intermedia entre las velocidades de (a) y (b) anteriores, se conseguirá una división automática de burbujas gaseosas, escapando algunas de las burbujas a la región superior y siendo arrastradas otras a la región inferior.

La velocidad de circulación de la mezcla líquido/gas alrededor del sistema puede utilizarse así para controlar

la intensidad de oxigenación del agua residual en las dos regiones de la cámara de tratamiento principal. Se puede conseguir un control adicional disponiendo más de una abertura a través de la cual el líquido salga desde el impulsor a la cámara. Si existe una pluralidad de aberturas en el impulsor, y las mismas se encuentran separadas verticalmente, se obtendrá una acumulación gradual de velocidad de líquido en la cámara principal y las burbujas y líquido que salen del impulsor se distribuirán homogéneamente, escapando parte hacia arriba desde las aberturas superiores y arrastrándose parte desde las aberturas inferiores.

El líquido que se introduce en el aparato de la invención para su tratamiento, puede entrar a través de un conducto que comunica con el impulsor, por ejemplo que comunique con un compartimento tal como una pileta, a la cual está conectado el impulsor o con la cual comunica. Alternativamente, el líquido entrante puede fluir directamente al extremo superior de la cámara de tratamiento principal. En el primer caso, el líquido pasa por el impulsor a la región inferior de la cámara de tratamiento principal, mientras que, en el último caso, pasa a la cámara de tratamiento principal.

La cámara de tratamiento principal puede comunicar, si se desea, en o cerca de su extremo inferior, con una cámara de flotación. En este caso, el líquido fluye a la cámara de flotación y durante esta fase el gas de flujo ascendente, disuelto en el líquido, sale de la solución y forma burbujas gaseosas sobre partículas sólidas presentes, haciendo que éstas sean transportadas a la superficie superior del líquido en la parte superior de la cámara de flotación, de la cual se pueden separar las partículas sólidas. Es indeseable que entren gran-

des burbujas gaseosas en el extremo inferior de la cámara de flotación que perjudicarían al flujo de líquido en la misma. Esto puede evitarse diseñando de tal modo el sistema que cualquier abertura o aberturas, entre la cámara de tratamiento principal y la cámara de flotación, sean de tales dimensiones y situadas de tal forma que no se transporte ninguna burbuja de aire desde la cámara de tratamiento principal a la cámara de flotación. Esto se puede conseguir controlando la velocidad del flujo en circulación en la cámara principal, de modo que sea lo suficientemente baja para no arrastrar burbujas. Alternativamente, puede proporcionarse, en la entrada del paso a la cámara de flotación, una forma adecuada de trampa, por ejemplo una estructura de persiana. La cámara de flotación es convenientemente una cámara, situada al lado de la cámara de tratamiento principal y separada de la misma por una división, o un conducto suspendido en la cámara de tratamiento principal.

Excepto la abertura principal del extremo del impulsor la cual apunta preferiblemente hacia abajo, la abertura o aberturas del impulsor, desde las cuales las burbujas y el líquido salen a la cámara de tratamiento principal, son preferiblemente toberas que dirigen al flujo de burbujas/líquido horizontalmente.

Puesto que la abertura del extremo inferior del succionador está preferiblemente cerca del fondo de la cámara de tratamiento, el succionador sirve para la finalidad adicional de separar cualquier sólido o lodo que pudiera sedimentar en el fondo de la cámara.

El medio de circulación puede ser una bomba mecánica o, preferiblemente el gas que contiene oxígeno suministrado al sistema. En el primer caso, el agua residual se eleva mediante

la bomba desde un compartimento tal como una pireta en la parte superior del succionador y se aspira a una posición por encima del extremo superior abierto del impulsor en el cual puede caer, arrastrando aire durante la caída. En el último caso, se insufla  
5 aire u otro gas que contenga oxígeno al succionador, cuya parte superior funciona entonces como una bomba elevadora de aire. En este último caso, la oxigenación se efectúa por inyección de un gas que contiene oxígeno en el impulsor o en la cámara de tratamiento principal, justamente por debajo del extremo inferior del impulsor, por ejemplo mediante un rociador de anillo.  
10

En las formas de realización que emplean gas, no existirá, durante la operación, ninguna cantidad significativa de burbujas gaseosas en el impulsor, mientras que la región superior de la cámara principal contendrá un fluido burbujeante.  
15 Esto conduce a una diferencia en caída hidrostática entre el líquido de aquella parte del aparato a través del cual comunican el impulsor y el succionador (la piletta interna de los dibujos) y el líquido de la cámara de tratamiento principal (pileta externa de los dibujos).

La invención, tal y como se ha descrito básicamente más arriba, es particularmente útil en plantas para el tratamiento de aguas residuales, de relativamente pequeña escala, en donde no se necesita una intensidad de oxigenación demasiado grande, por ejemplo en plantas para el tratamiento de aguas residuales domésticas. En tales casos, la velocidad del aire de  
20 tratamiento será relativamente pequeña y la diferencia en caída hidrostática entre la cámara de tratamiento principal y la piletta interior será de aproximadamente 0,5 metros o menos.

Sin embargo, el sistema de la invención puede  
30 usarse también para el tratamiento de aguas residuales con un

elevado BOD, tal como ciertos efluentes residuales de la industria. En este caso, la velocidad del gas de tratamiento será mucho mayor y existirán bastantes más burbujas gaseosas en la región superior de la cámara de tratamiento.

5                   La diferencia en caída hidrostática entre la cámara de tratamiento principal y la pileta interior, puede alcanzar valores tan elevados como de 2 metros. De hecho, bajo tales condiciones la región superior de la cámara de tratamiento es capaz de actuar como una potente bomba elevadora de aire.

10                   Según una modificación de la invención, de gran utilidad, para mayores velocidades de transferencia, se introduce un flujo suplementario de líquido en la parte superior del impulsor desde la región superior de la cámara de tratamiento principal, haciendo uso así de la acción de la bomba elevadora de aire. Esto se puede efectuar a través de un conducto (denominado de aquí en adelante conducto de chorro a presión) que pasa desde la región superior de la cámara de tratamiento principal al impulsor y se extiende descendentemente al interior del impulsor en una distancia equivalente a varios  
15                   diámetros del conducto. El flujo a presión de líquido que pasa a través del conducto de chorro a presión al interior del impulsor, sirve para incrementar el momento del flujo del impulsor y promover así una circulación vigorosa. Preferiblemente, se localiza una trampa, tal como una persiana, en aquella posición en  
20                   donde el tubo o conducto de chorro a presión se une a la cámara de tratamiento principal, al objeto de evitar que las burbujas pasen desde la cámara al conducto. En las figuras 6 y 7 de los dibujos adjuntos, se muestran esquemas de disposiciones adecuadas y en la figura 8 de los dibujos adjuntos se muestra  
25                   el diseño de circulación alrededor de un sistema que comprende  
30

esta disposición.

La modificación que comprende el flujo suplementaria de líquido, es particularmente útil en sistemas de tratamiento de aguas residuales en donde se requiere una velocidad relativamente alta de transferencia de oxígeno al interior del líquido (por ejemplo  $\geq 0,5 \text{ kg } (O_2)/(h \text{ m}^3)$ ). En tales sistemas de alta intensidad, la velocidad del flujo suplementario en la cámara superior será convenientemente del orden de 0,4 a 1 metro/segundo. Sin embargo, incluso en los sistemas de tratamiento de baja intensidad, se consigue cierta ganancia mediante esta modificación al superponer sobre el flujo de tapón en la parte superior de la cámara de tratamiento principal, una pequeña velocidad de circulación extra. Para la operación a baja intensidad, esta velocidad extra puede ser utilmente del orden de 0,05 a 0,15 metros/segundo, especialmente de 0,10 a 0,15 metros/segundo. Poniendo en práctica la invención de este modo, se facilitará el mantenimiento de cualquier sedimento, tal como arena o lodo fino, en suspensión, cuando lo contrario sería decantarlo en la región inferior de la cámara de tratamiento principal. Si bien dicho sedimento sería por último clarificado por el succionador, se requeriría periódicamente una purga de sólidos del compartimento, tal como una pileta, en el cual se abre el extremo superior del succionador, para evitar la acumulación de sólidos en el sistema. Cuando existe una velocidad de flujo adecuada (por ejemplo superior a 0,1 metros/segundo y particularmente superior a 0,3 metros/segundo) en la región superior de la cámara de tratamiento principal, entonces se purgará automáticamente cualquier sedimento de tipo arena suspendido por vía del flujo de salida principal del sistema.

En la forma accionada por gas del aparato de la

invención para tratamientos a elevada intensidad, existirá una diferencia clasificable en la caída hidrostática, normalmente de 1 hasta 2 metros, entre el líquido de la parte del aparato a través del cual comunican el impulsor y succionador por sus extremos superiores (que se describe como la pileta interior en la descripción con referencia a los dibujos) y el líquido de la cámara de tratamiento principal o en un compartimento tal como el indicado por pileta exterior en la descripción con referencia a los dibujos en el extremo superior de la cámara de tratamiento principal. La modificación descrita en los párrafos anteriores está basada en esta diferencia de carga. Cuando esta diferencia de carga se utiliza para accionar una circulación suplementaria a través del impulsor y región superior de la cámara de tratamiento principal, se consigue un efecto beneficioso en la transferencia de oxígeno. En el caso del tratamiento a elevada intensidad, en donde una gran cantidad de aire se eleva a través de la cámara, la circulación suplementaria puede efectuarse de forma muy fuerte y se promoverá entonces, a través de las burbujas gaseosas arrastradas por debajo del impulsor, la transferencia de oxígeno a la región inferior. El flujo neto que sale del impulsor será capaz, bajo estas condiciones, de agitar el flujo de la región inferior de la cámara de tratamiento a una profundidad considerable, promoviendo así la transferencia de oxígeno y el mezclado intensivo.

El diseño de la modificación que tiene un conducto de chorro a presión se ilustra en los siguientes ejemplos.

EJEMPLO

Se considera un aparato que tiene una cámara de tratamiento principal con un área en sección transversal interna total de 1 metro cuadrado. Las dimensiones adecuadas del impul-

5 sor y succionador son de 0,25 y 0,16 metros cuadrados de área en sección transversal respectivamente. Como consecuencia, las áreas en sección transversal eficaces de las regiones superior e inferior de la cámara principal son de 0,59 metros cuadrados y 0,84 metros cuadrados respectivamente.

Suponiendo que la velocidad de flujo en la región inferior es de 0,15 metros/segundo, la velocidad de flujo correspondiente es de 0,126 m<sup>3</sup>/segundo y la velocidad de flujo en el succionador es de 0,7875 metros/segundo, por lo que:

10 Caso 1

Suponiendo que la velocidad de flujo en la región superior es de 0,5 metros/segundo, la velocidad de flujo correspondiente es de 0,295 m<sup>3</sup>/segundo. En este caso, la velocidad de flujo total a través del impulsor es de 0,421 m<sup>3</sup>/segundo y la velocidad de flujo en el impulsor es de 1,684 metro/segundo.

En este caso, si la velocidad de flujo requerida en el conducto de chorro a presión es de 5 metros/segundo, entonces el área en sección transversal de este conducto es de 0,059 m<sup>2</sup>. Este conducto se puede acoplar facilmente al impulsor.

20 Caso 2

Por otra parte suponiendo que la velocidad de flujo en la región superior es de 0,7 metros/segundo, la velocidad de flujo correspondiente es de 0,413 m<sup>3</sup>/segundo. En este caso, la velocidad de flujo total a través del impulsor es de 0,557 m<sup>3</sup>/segundo y la velocidad de flujo en el impulsor es de 2,228 m/segundo.

En este caso, si la velocidad de flujo requerida en el conducto de chorro a presión es de 6 metros/segundo, entonces el área en sección transversal de este conducto es de 0,0688 m<sup>2</sup> y se puede acoplar facilmente al impulsor.

30

La invención proporciona una ventaja con respecto a los sistemas de tratamiento con lodo activo normalmente utilizados, ya que no puede ser derivado ningún efluente bruto entrante en cierta duración mínima del tratamiento. Los sistemas generalmente usados, en donde existe una cámara sin dividir que prácticamente es un recipiente agitado, existe siempre la posibilidad de que parte del efluente en bruto a tratar pase más o menos inmediatamente desde el flujo de entrada al flujo de salida. En el sistema según esta invención, esto puede hacerse imposible situando convenientemente los conductos a través de los cuales se suministra el efluente en bruto a las dos regiones de la cámara de tratamiento, así como los conductos de retirada del efluente tratado. De este modo, en las formas de realización mostradas en las figuras 1, 2 y 3, la totalidad del efluente debe pasar necesariamente a través de la región superior del flujo de tapón lento 14 antes de salir del sistema. En la forma de realización mostrada en la figura 5, la totalidad del efluente puede pasar a través de la región superior del flujo de tapón lento 14 y, en adición, debe pasar al menos una vez a través de la región inferior 15, igualmente antes de salir del sistema. En la forma de realización mostrada en la figura 6, la totalidad del efluente debe pasar al menos una vez a través del impulsor y a través de la región superior 14 de la cámara de tratamiento. Por otra parte, si en una forma de realización como la mostrada en la figura 7, que es similar a la ilustrada en la figura 6, el efluente en bruto se suministra por un conducto que alcanza descendentemente al extremo inferior de la región superior 14, es decir en una posición justamente por encima del extremo del impulsor 3, y si el efluente tratado se separa de la pileta interna 5, entonces la totalidad del efluente en-

5 trante debe pasar al menos una vez a través de ambas regiones de la cámara de tratamiento antes de que cualquier parte del mismo puede salir del sistema. Esta disposición de conductos de flujo de entrada y flujo de salida se preferiría a la disposición más simple mostrada en la figura 6, en el caso de que, en cualquier aplicación particular, fuera importante la provisión de una duración mínima prolongada del tratamiento. En todas las formas de realización descritas de la invención, la calidad del tratamiento será más uniforme que en los sistemas normalmente utilizados que disponen de un solo recipiente de tratamiento agitado y, por lo tanto, será mayor la seguridad de describir sustancias nocivas y de conseguir un bajo nivel final de demanda de oxígeno biológico.

15 La invención se ilustra por los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es un diagrama esquemático de una primera forma de realización.

La figura 2 es un diagrama esquemático de una segunda forma de realización.

20 La figura 2A es una sección transversal a través de la línea c-c de la figura 2.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una tercera forma de realización.

25 La figura 4 es un diagrama de una parte de la cámara de tratamiento principal de la primera, segunda, tercera o cuarta forma de realización, que exhibe una forma alternativa de impulsor.

La figura 5 es un diagrama esquemático de una cuarta forma de realización que comprende una cámara de flotación.

La figura 6 es un diagrama esquemático de una quinta forma de realización que constituye la modificación con el conducto de chorro a presión, este dibujo es esencialmente idéntico al de las figuras 1 y 2, con excepción de la inclusión del conducto de chorro a presión y de una trampa asociada.

La figura 7 es una modificación de la forma de realización mostrada en la figura 6.

La figura 8 es un diagrama que ilustra el diseño de circulación del aparato de la invención.

Según las formas de realización primera, segunda, cuarta y quinta, la circulación del líquido se induce inyectando un gas en el mismo, mientras que en la tercera forma de realización la circulación se lleva a cabo por medios mecánicos.

Las formas de realización primera, segunda y quinta, comprenden cada una de ellas una cámara de tratamiento principal 1 cerrada en su extremo inferior y ensanchada en su extremo superior para formar una pileta exterior 11. Convenientemente, la cámara de tratamiento principal 1 es un pozo de caña dentro de la tierra, estando situada la pileta exterior en o cerca del nivel de la tierra. Sin embargo, la cámara 1 puede ser también naturalmente una torre situada por encima de la tierra.

Dentro de la cámara 1, se encuentran el impulsor 3 y el succionador 4 que son conductos que se abren y se extienden descendentemente desde el fondo de la pileta interna 5 a partir de la cual puede escapar el gas, estando abiertos sus extremos inferiores. El succionador 4 se extiende descendentemente en una mayor distancia que el impulsor 3. En estas formas de realización, la pileta interna 5 está situada principalmente dentro de la pileta exterior 12. El líquido, por ejemplo agua residual, entra en la pileta interior 5 a través de un conducto

6, según las tres formas de realización indicadas. La diferencia de nivel entre las piletas 2 y 5 se determina por la velocidad volumétrica de aire insuflado al succionador 4, siendo inferior el nivel en la pileta 5 que en la pileta 2.

5                    En las formas de realización primera, segunda y quinta, se inyecta un gas, por ejemplo aire, al sistema a través de rociadores 7 y 8, suministrándose convenientemente el gas comprimido a ambos rociadores o juegos de rociadores desde un solo compresor (no mostrado en los dibujos). Los rociadores  
10 7 y 8 de cada forma de realización están situados en el mismo nivel practicamente, estando localizado el rociador 8 en el succionador 4 en ambas formas de realización. En la primera forma de realización, el rociador 7 está situado dentro del impulsor 3, mientras que en la segunda y quinta forma de realización está  
15 situado inmediatamente por debajo del extremo inferior abierto de este conducto, saliendo del impulsor el gas insuflado en la corriente de líquido.

                  La tercera forma de realización comprende una cámara de tratamiento principal 1 cerrada en su extremo inferior y que se ensancha en su extremo superior para formar la pileta exterior 2. Al igual que en las otras formas de realización,  
20 el impulsor 3 y el succionador 4 se extienden descendentemente al interior de la cámara 1 y tienen abiertos los extremos inferiores. En la tercera forma de realización, al igual que en las otras, el succionador 4 se extiende descendentemente en una  
25 distancia mayor que el impulsor 3. Sin embargo, en la tercera forma de realización solamente es el succionador 4 el que se abre y se extiende descendentemente desde la pileta interior 5. El impulsor 3 está situado al lado de la pileta 5 y su extremo superior se extiende por encima del nivel de líquido de  
30

esta pileta. El líquido entra en la pileta interior 5 desde el succionador y a través del conducto 6, el cual constituye la entrada para efluente en bruto, y se succiona ascendentemente desde la pileta por la bomba 10 al interior del conducto 11 que primeramente asciende y luego desciende. Desde el extremo más alejado del conducto 11, el líquido cae a través de una distancia al interior de un conducto adecuadamente conformado 16 acoplado a la parte superior del impulsor 3, arrastrando aire en su caída.

La figura 4 muestra una parte de un sistema en donde el impulsor 3 tiene una serie de agujeros 12 en niveles diferentes de su pared hacia su extremo inferior, permitiendo así que el líquido y las burbujas gaseosas escapen desde el impulsor a niveles diferentes.

Basicamente, la operación de cualquiera de las formas de realización mostradas en las figuras 1 a 3 ó la forma alternativa mostrada en la figura 4 en el tratamiento biológico de agua residual, es similar. En cada caso, el agua residual a tratar entra en la pileta interior a través del conducto 6 y sale de la pileta exterior a través del canal 13 después del tratamiento. La circulación se induce mecánicamente mediante la bomba según la figura 3 o mediante inyección de aire a través del rociador 8, como se ilustra en las figuras 1 y 2. El aire inyectado a través del rociador 7 puede contribuir también a mantener la circulación. Según la circulación inducida con aire, la parte superior del succionador 4 se hace que actúe como una bomba elevadora de aire debido a la diferencia de vacíos entre las partes superiores del impulsor y succionador 4. El aireamiento del agua residual se efectúa por inyección de aire a través de los rociadores 7 y 8 según las figuras 1, 2, 5, 6 y 7 y mediante

el arrastre que se presenta en la caída del agua residual desde el conducto 11 al conducto 16 sobre el impulsor 3, según la figura 3.

5 El agua residual se hace circular desde la pileta interior 5, el impulsor 3, a la parte inferior de la cámara de tratamiento principal, desde la cual fluye lentamente al interior de la pileta exterior 2 o pasa descendentemente al fondo de la cámara y a continuación al interior del succionador 4, en donde sube rápidamente a la pileta interior 5 para su circulación. Eficazmente, la cámara de tratamiento principal está dividida en las regiones superior e inferior 14 y 15 respectivamente, extendiéndose la región superior por debajo del extremo inferior del impulsor 3 y extendiéndose la región inferior por debajo de este nivel. En la región superior 14 existirá esencialmente un flujo de tapón, excepto en la quinta forma de realización, mientras que en la región inferior 15 existirá una circulación bien mezclada de agua residual aireada. El efecto de la forma alternativa del impulsor 3 mostrada en la figura 4, consiste en liberar líquido y burbujas de aire desde el impulsor a distintos niveles y proporcionar así una división homogénea del líquido que fluye a continuación ascendentemente a la región 14 desde la cual fluirá descendentemente a la región 15. Esta separación de las dos corrientes de líquido causará una división consecuente del flujo de aire, en una parte que pasa a la región superior 14 y otra parte que pasa a la región inferior 15.

20 La disposición de las aberturas laterales mostradas en la figura 4, podría sustituirse por otras configuraciones, por ejemplo el impulsor 3 podría terminar en una serie de conductos coaxiales de diámetro sucesivamente reducido, suspendidos uno del otro. La cuarta forma de realización mostrada en la figura 5 es similar a las formas de realización 1, 2, y 3, en cuanto a sus características esenciales, y funciona de un modo esencialmente

similar en el tratamiento biológico de agua residual. Al igual que las formas de realización primera y segunda, la cuarta forma de realización es accionada por la inyección de aire en el succionador 4 a través del rociador 8, haciendo que la parte superior del succionador 4 actúe como una bomba elevadora de aire. La cuarta forma de realización comprende una cámara de tratamiento principal 1 que tiene, suspendidos en la misma, un impulsor 3 y un succionador 4 cuyos extremos superiores se abren al fondo de la pileta interna 5. Se rocía aire en el impulsor 3 y succionador 4 mediante los rociadores 7 y 8 respectivamente. Al igual que en las otras formas de realización, el succionador 4 se extiende descendientemente a la cámara 1 en una distancia mayor a la que lo hace el impulsor 3. En la práctica, la cámara de tratamiento 1 está dividida eficazmente en dos regiones 14 y 15 como anteriormente, siendo la región superior 14 una región de esencialmente flujo de tapón, a menos que se introduzca un conducto de chorro a presión en el aparato, y la región inferior 15 es una región de circulación-mezclada. La cámara de tratamiento 1 está separada, mediante una división 17, de la cámara de flotación 18, existiendo una abertura o aberturas 19 por debajo o cerca del extremo inferior de la división 17, con lo cual el líquido puede pasar desde la cámara 1 a la cámara 18. En su extremo superior, la cámara 18 se abre a la pileta exterior 2 desde la cual el líquido sale del aparato por el punto 13. En la cuarta forma de realización, el agua residual entra en el extremo superior de la cámara de tratamiento 1 a través del conducto 6 en lugar de entrar en la pileta interior 5 como en las otras formas de realización.

En la práctica del tratamiento de agua residual, la cuarta forma de realización funciona como a continuación se describe. El agua residual entra en el extremo superior de la cámara de tratamiento 1 a través del conducto 6 y pasa descendientemente en flujo de tapón mientras se airea a través de la región superior 14 de ésta cámara al interior de la región inferior 15, en donde continúa aireándose. La mayor parte del agua residual pasa entonces desde el succionador 4 a la pileta interior y que aquí al impulsor 3. La mayor parte del agua residual pasa alrededor del lazo succionador/impulsor varias veces antes de pasar a través de la abertura 19 al interior de la cámara de filtración 18. La abertura

19 es de una región de la cámara principal 1 en donde la velocidad descendente del flujo es insuficientemente grande para transportar burbujas, evitando con ello que las burbujas grandes de aire pasen a través de la abertura 19 y perjudican al flujo establecido en la cámara de flotación 18.

En esta cámara, a medida que sube el agua residual, el aire disuelto sale de la solución y las burbujas así producidas se forman o se pegan por si mismas a las partículas sólidas presentes en el agua llevando a las partículas a la superficie del líquido en la pileta 2 de la cual se pueden separar dichos sólidos y, por ejemplo, retornarse a la pileta superior 5 para su ulterior tratamiento. El agua residual tratada sale de la pileta exterior 2 por 13.

La quinta forma de realización mostrada en la figura 6 y su modificación mostrada en la figura 7 son iguales a las formas de realización primera y segunda en cuanto a sus detalles básicos. Sin embargo, tienen la importante diferencia de que el conducto de chorro a presión 20 conduce desde la región superior de la cámara de tratamiento principal 1 a través de la pileta interior 5, sin comunicar con la misma, y por último al impulsor 3. La trampa 21, en el punto en donde el conducto 20 sale de la cámara de tratamiento principal 1, evita que las burbujas grandes pasen desoientemente por el conducto 20 al interior del impulsor 3.

En la práctica, el conducto de chorro a presión 20 causa una circulación suplementaria que se superpone por si misma sobre la circulación de flujo de tapón básicamente esencial en la región superior 14 de la cámara 1 e intensifica la oxigenación. Una zona de elevada turbulencia se presenta inmediatamente por debajo del rociador 7 que inyecta gas al líquido que sale del extremo inferior del impulsor 3.

En la figura 8, se muestra un diseño de flujo alrededor del aparato de la invención. En este diagrama, el flu-

jo sigue en la dirección marcada por las flechas. Los flujos de las diversas partes están marcados como sigue:

- A lo largo del conducto de flujo de entrada -22
- Descendentemente por el impulsor -23
- 5 - Descendentemente por la región inferior de la cámara de tratamiento principal -24
- Ascendentemente por el succionador -25
- Ascendentemente por la región superior de la cámara de tratamiento principal -26
- 10 - Descendentemente por el conducto de chorro a presión -27
- A lo largo del conducto de flujo de salida -28

En las cuatro primeras formas de realización el flujo descendente 27 es cero. Velocidades de flujo de líquido adecuadas en las diversas partes, son las siguientes (valores en m/s):

15 Descendentemente por el impulsor (23) - 1 a 2,5, preferiblemente 1,5 a 2.

20 Descendentemente por la región inferior de la cámara de tratamiento principal (24) - la velocidad de flujo de líquido en esta región puede variarse en función del diseño de flujo de las burbujas gaseosas que se desee conseguir, como anteriormente se ha explicado. Por ejemplo, la velocidad de flujo de líquido puede ser convenientemente de 0,05 a 0,25, con preferencia de 0,10 a 0,20.

25 Ascendentemente por el succionador (25) - 0,40 a 1,20, preferiblemente de 0,60 a 1,0.

30 Descendentemente por el conducto de chorro a presión - de 2 a 6.

Con respecto a la región superior de la cámara de tratamiento principal (26), existen dos casos:

(1) Sistema sin conducto de chorro a presión.

En este caso, el flujo en la región superior puede ser ascendido (figuras 1, 2, 3) o descendido (figura 4) pero siempre : será muy lento - normalmente inferior a 0,10.

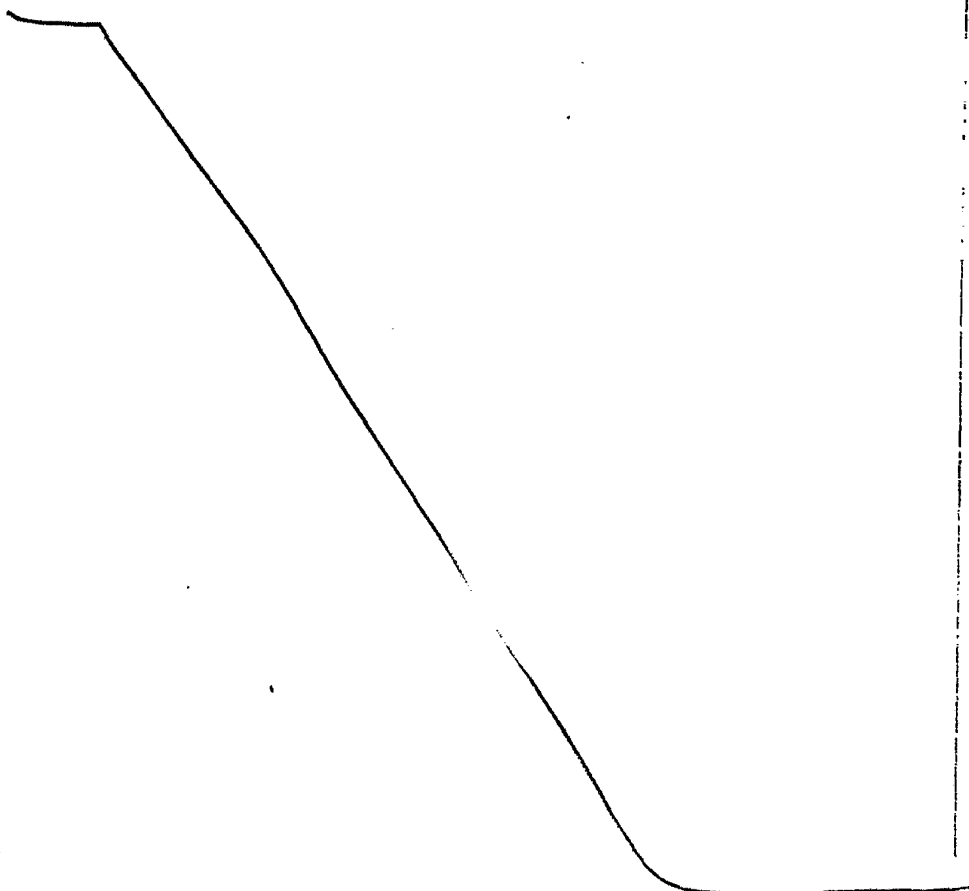
5

(2) Sistema con conducto de chorro a presión.

En este caso, el flujo en la región superior será ascendente y las velocidades adecuadas serán del orden de 0,10 a 0,80 m/s, preferiblemente de 0,30 a 0,60 m/s.

10

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

5 1.- Procedimiento y aparato para el tratamiento  
de líquidos residuales, haciendo circular el líquido y po-  
niéndole en contacto con un gas, caracterizándose el proce-  
dimiento porque el líquido se introduce continuamente en un  
aparato, en donde se hace circular y del cual se extrae des-  
pués del tratamiento, cuyo aparato comprende una cámara de  
tratamiento principal que tiene dentro de la misma, o en  
comunicación con su interior en sus extremos inferiores, un  
10 conducto de flujo descendente y un conducto de flujo ascen-  
dente, cuyos conductos comunican entre sí en sus extremos  
superiores a través de una parte del aparato de la cual pue-  
de escapar el gas, comunicando el extremo inferior del con-  
ducto de flujo ascendente con la cámara en un nivel mas bajo  
al que lo hace el extremo inferior del conducto de flujo  
15 descendente, fluyendo el líquido descendentemente por el con-  
ducto de flujo descendente y ascendentemente por el conducto  
de flujo ascendente, para producir en la cámara una región  
superior y una región inferior, en cuyas regiones el tipo de  
flujo de mezcla líquido/gas es esencialmente diferente, es-  
20 tando la región superior por encima del nivel al cual el  
extremo inferior del conducto de flujo descendente comunica  
con la cámara, estando la región inferior por debajo de este  
nivel, dependiendo el que el líquido fluya ascendente o des-  
cendentemente en la región superior de la cámara, de la for-  
25 ma en la cual se introduce el líquido en el aparato, entran-  
do en contacto el líquido con el gas que es arrastrado por  
el líquido o inyectado en el mismo.

30 *MC* 2.- Procedimiento según la reivindicación 1,  
caracterizado porque el gas es un gas que contiene oxígeno.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2,

5            caracterizado porque comprende la etapa de controlar la ve-  
locidad de circulación del líquido y gas para causar tipos  
de flujo esencialmente diferentes de la mezcla líquido/gas  
en la región superior de la cámara por encima del extremo  
inferior del conducto de flujo descendente y en la región  
inferior de la cámara por debajo del extremo inferior del  
conducto de flujo descendente.

10            4.- Procedimiento según la reivindicación 3,  
caracterizado porque la velocidad de circulación es tal que  
la velocidad descendente del líquido en la región inferior  
es lo suficientemente baja para permitir que prácticamente  
todas las burbujas gaseosas escapen ascendentemente.

15            5.- Procedimiento según la reivindicación 3,  
caracterizado porque la velocidad de circulación es tal que  
la velocidad descendente del líquido en la región inferior  
es lo suficientemente alta para permitir que prácticamente  
todas las burbujas gaseosas sean arrastradas a la región  
inferior.

20            6.- Procedimiento según la reivindicación 3,  
caracterizado porque la velocidad de circulación es tal que  
la velocidad descendente del líquido en la región inferior  
causa una división automática de las burbujas gaseosas,  
escapando algunas a la región superior y siendo arrastradas  
otras a la región inferior.

25            7.- Procedimiento según la reivindicación 3,  
caracterizado porque la velocidad de circulación se controla  
disponiendo mas de una abertura a través de la cual el lí-  
quido sale del conducto de flujo descendente y entra en la  
cámara.

30            8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindi-

m/c

aciones anteriores, caracterizado porque el líquido que se introduce en la cámara para el tratamiento entra a través de un conducto que comunica con el conducto de flujo descendente.

5 9.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el líquido que entra en la cámara para el tratamiento fluye directamente al extremo superior de la cámara.

10 10.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el conducto de flujo descendente se imparte al líquido un flujo descendente suplementario, causando con ello un flujo ascendente suplementario en la región superior.

15 11.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque el flujo descendente suplementario se imparte por un conducto de chorro a presión.

20 12.- Aparato para la realización del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque comprende una cámara de tratamiento principal que tiene dentro de la misma, o en comunicación con su interior en sus extremos inferiores, un conducto de flujo descendente y un conducto de flujo ascendente, los cuales comunican entre sí en sus extremos superiores a través de una parte del aparato de la cual puede escapar el gas, comunicando el extremo inferior del conducto de flujo ascendente con la cámara en un nivel mas bajo al que lo hace el extremo inferior del conducto de flujo descendente; medios por los cuales el líquido sale del aparato; medios para hacer circular el líquido por el aparato; y medios para introducir un gas en el líquido que se hace circular por el aparato.

25  
30

M/E

13.- Aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque comprende medios para causar el contacto entre el líquido y el gas.

5

14.- Aparato según la reivindicación 13, caracterizado porque comprende medios para inyectar o arrastrar el gas dentro del líquido.

10

15.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado porque la cámara comprende un pozo que tiene una longitud de hasta 80 metros, con preferencia de 25 a 50 metros.

16.- Aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque el pozo está introducido en la tierra.

15

17.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, caracterizado porque el conducto de flujo descendente y el conducto de flujo ascendente se encuentran suspendidos dentro de la cámara.

18.- Aparato según la reivindicación 17, caracterizado porque los diámetros individuales del conducto no son superiores a la mitad del diámetro de la cámara.

20

19.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18, caracterizado porque el extremo inferior del conducto de flujo descendente está situado cerca del fondo de la cámara.

25

20.- Aparato según la reivindicación 19, caracterizado porque el extremo inferior del conducto de flujo descendente está situado por encima del extremo inferior del conducto de flujo ascendente, tal como entre  $1/3$  y  $3/4$  de la profundidad de la cámara, medida desde la parte superior.

30

21.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 20, caracterizado porque comprende medios para

*m/c*

impartir un flujo suplementario en el conducto de flujo descendente y, de este modo, un flujo suplementario en la región superior de la cámara.

5

22.- Aparato según la reivindicación 21, caracterizado porque dicho flujo suplementario se proporciona por un conducto de chorro a presión.

10

23.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 22, caracterizado porque se proporciona mas de una abertura a través de las cuales el líquido sale del conducto de flujo descendente y entra en la cámara.

24.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 23, caracterizado porque el líquido entra a través de un conducto que comunica con el conducto de flujo descendente.

15

25.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 23, caracterizado porque el líquido entra directamente en el extremo superior de la cámara.

20

26.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 25, caracterizado porque comprende una cámara de flotación que comunica con la cámara de tratamiento principal en o cerca de su extremo inferior.

25

27.- Aparato según la reivindicación 26, caracterizado porque comprende una trampa adaptada para evitar que las burbujas de aire sean transportadas a la cámara de flotación.

28.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 27, caracterizado porque los medios de circulación comprenden una bomba mecánica.

30

29.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 27, caracterizado porque los medios de circula-

*mfe*

ción comprenden el gas introducido en el líquido.

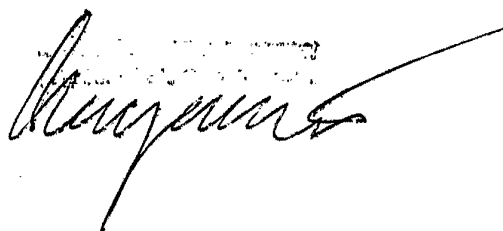
30.- Procedimiento y aparato para el tratamiento de líquidos residuales, tal y como queda sustancialmente descrito en esta memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

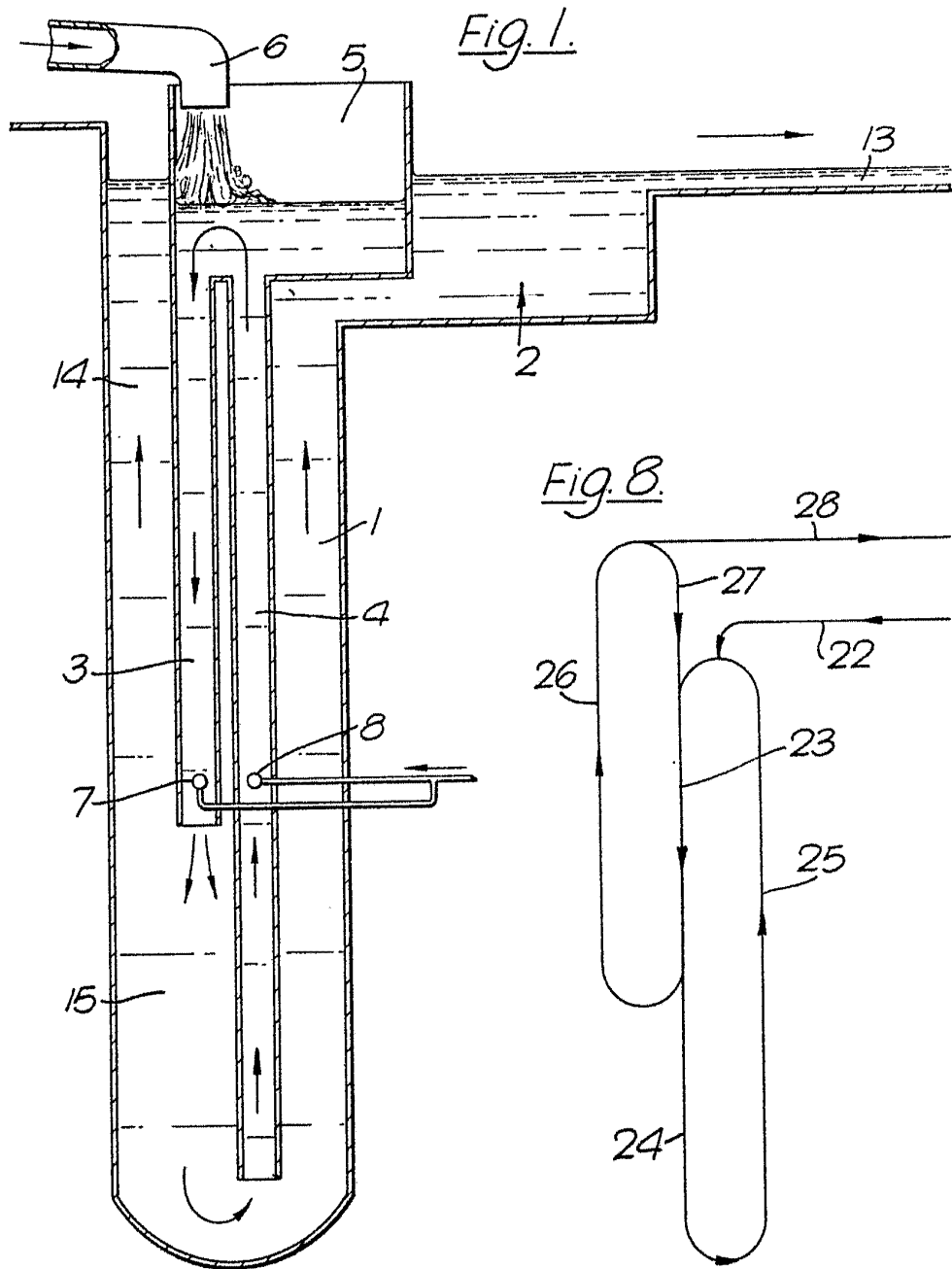
5

Esta memoria consta de 28 páginas escritas a máquina por una sola cara.

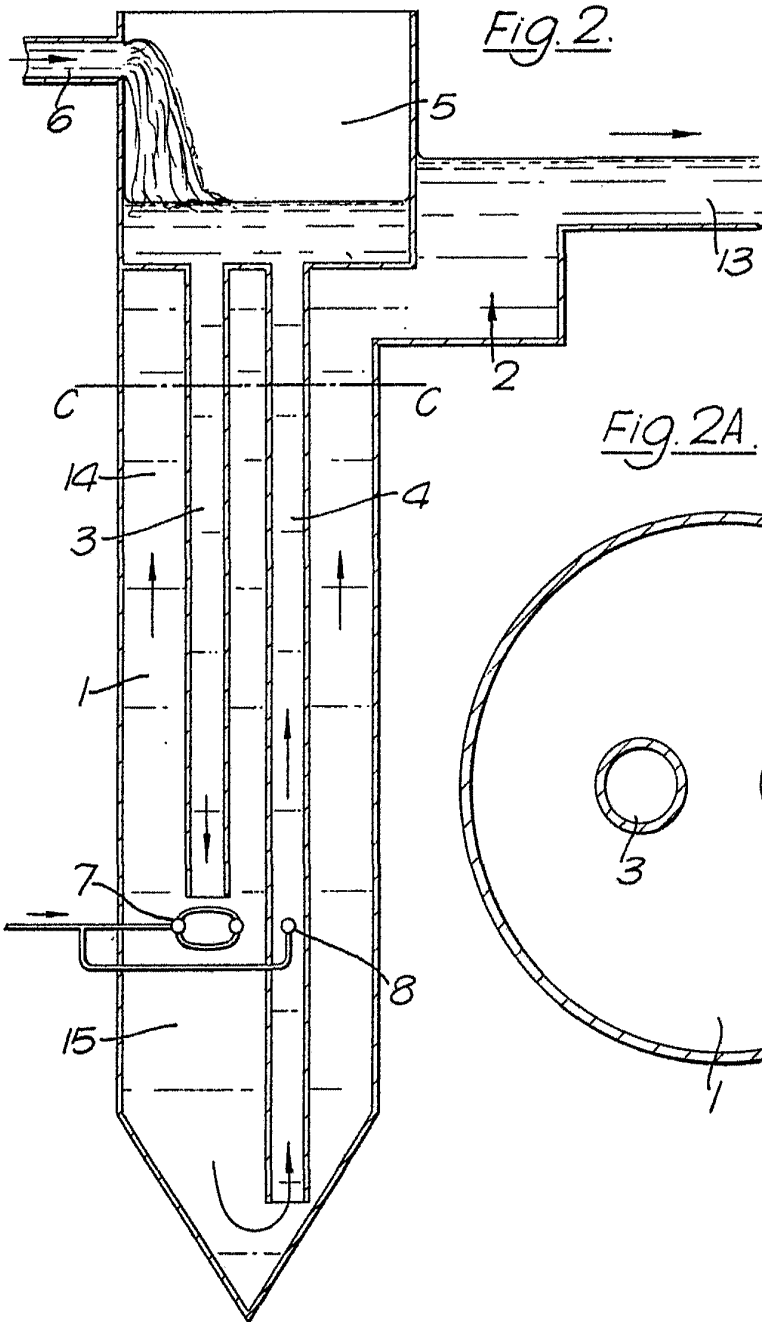
Madrid,

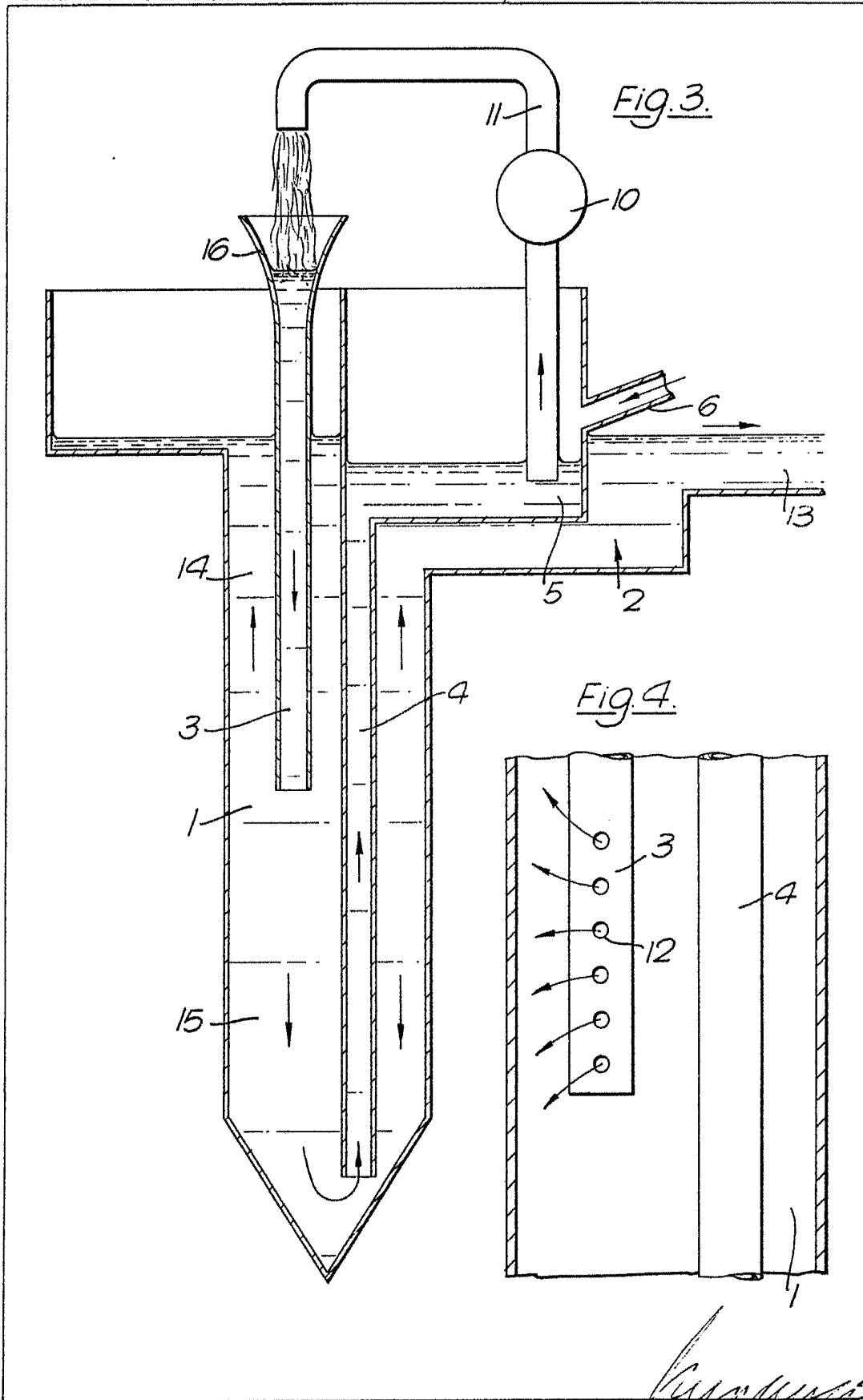
22 DE  
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED.

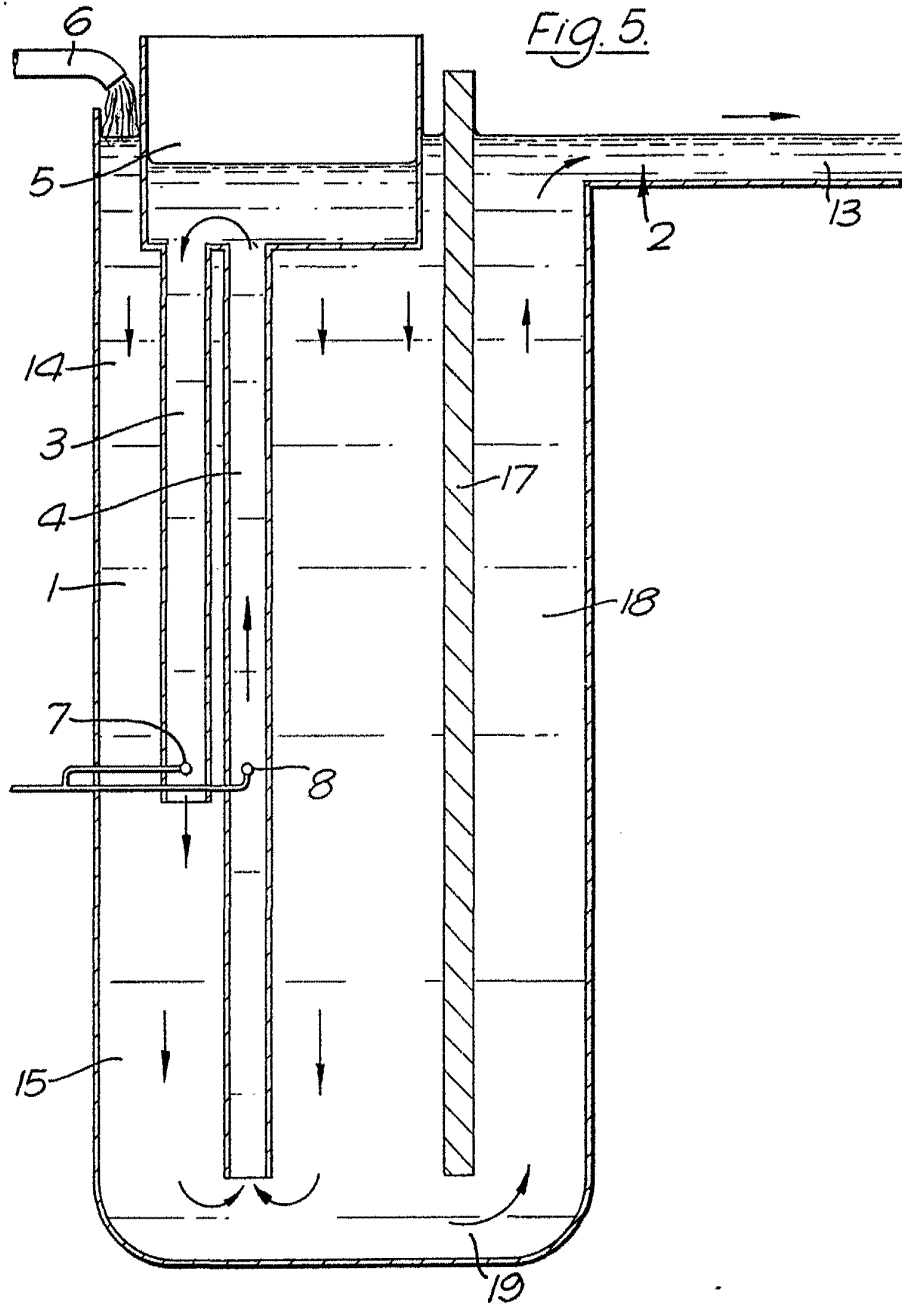




*Imperial*

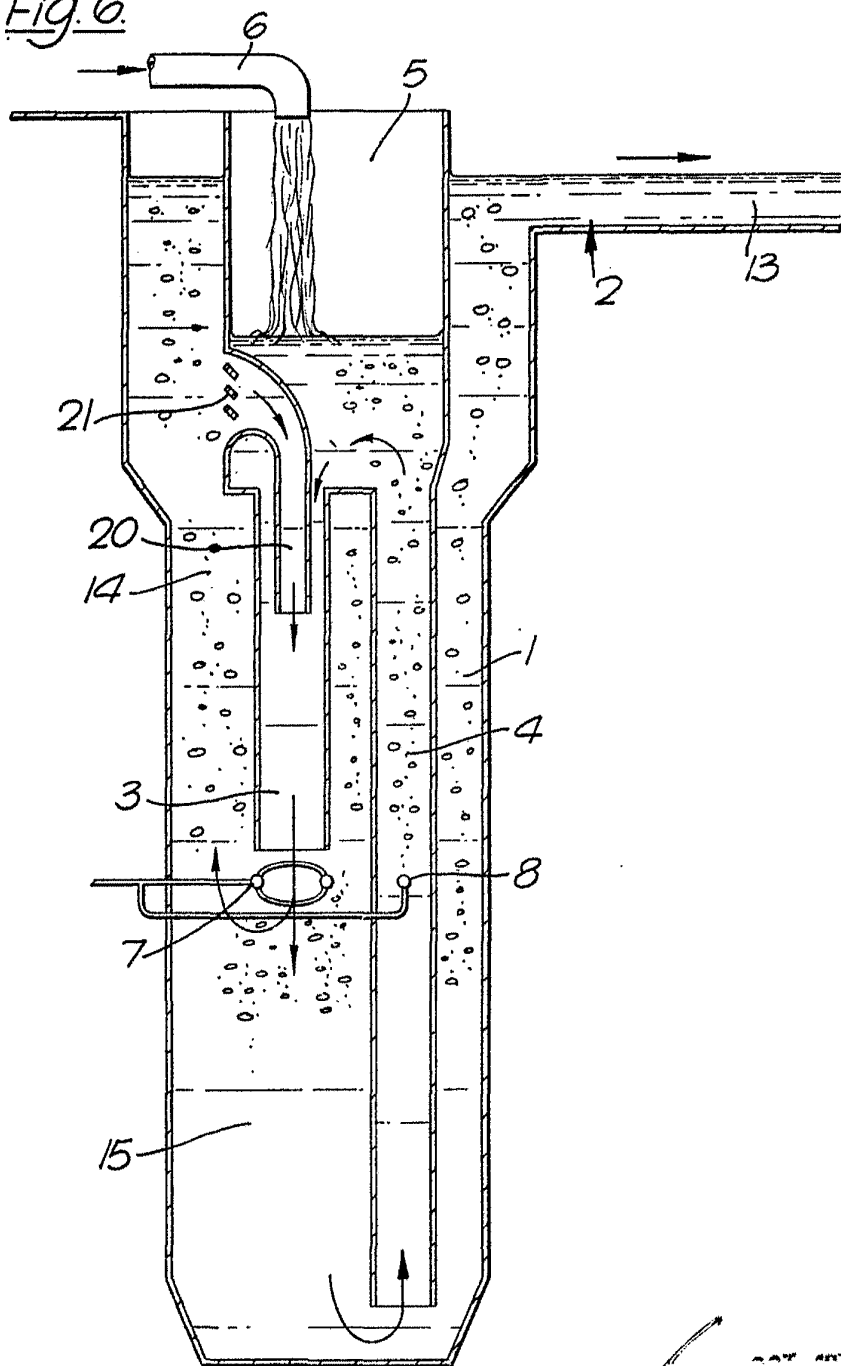




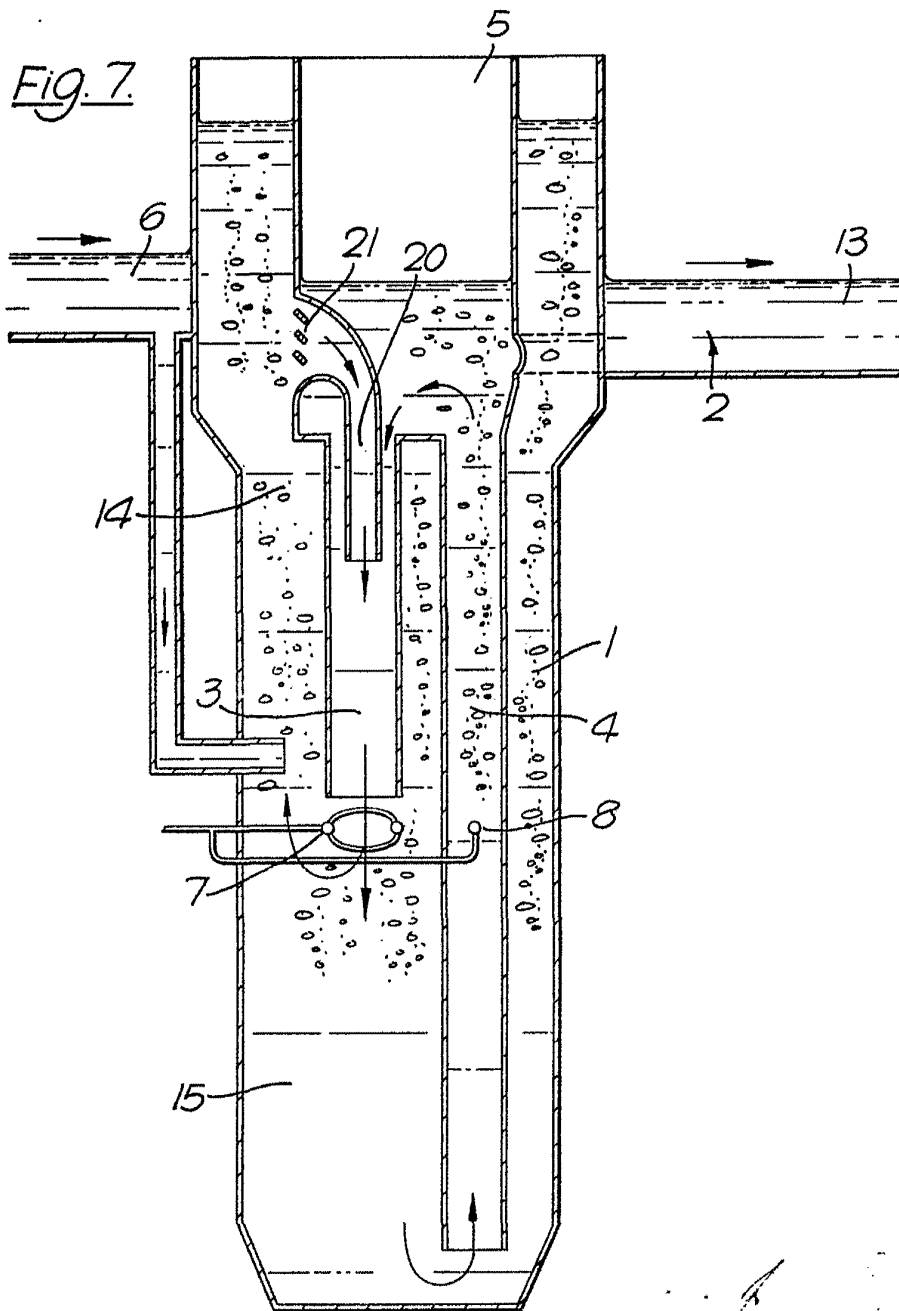


*Imperial*

FIG. 6.



RAY BENTON  
*Ray Benton*



*Proprietor*