

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 939 900**

51 Int. Cl.:

B01D 17/02 (2006.01)
B01D 17/00 (2006.01)
B01D 17/12 (2006.01)
B01D 21/00 (2006.01)
C02F 9/00 (2006.01)
C02F 1/36 (2006.01)
C02F 1/40 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2020** **PCT/NO2020/050009**
87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2020** **WO20153850**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2020** **E 20718841 (8)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2023** **EP 3914372**

54 Título: **Una planta de separación de agua-petróleo-sedimentos**

30 Prioridad:

22.01.2019 NO 20190082

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.04.2023

73 Titular/es:

RENA QUALITY GROUP AS (100.0%)
Brevikveien 29c
4014 Stavanger, NO

72 Inventor/es:

SAMUELSEN, ØRJAN WEIDER

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 939 900 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Una planta de separación de agua-petróleo-sedimentos

5 Introducción

La invención se refiere a una planta de separación de agua-petróleo-sedimentos. Más específicamente, la invención se refiere a una de separación de agua-petróleo-sedimentos que tiene un separador vertical que separa de manera gruesa el petróleo en una salida superior, agua contaminada con petróleo en una sección intermedia y sedimentos más pesados en una salida inferior que lleva a un decantador centrífugo. El agua contaminada con petróleo de la sección central se lleva a una planta de filtración por membrana donde el agua permeada está tan libre de contaminación que puede verterse y el retenido puede separarse como petróleo separado o transportarse de regreso, directa o indirectamente, al separador vertical. El sedimento que incluye petróleo, agua y componentes más pesados tales como barro, residuos de cemento, recortes y partículas de metal se transporta a través de una válvula de control automática a un separador/decantador y crea una materia sólida deshidratada que puede destruirse, y agua contaminada con petróleo o petróleo y agua que pueden transportarse de regreso al tanque de residuos con el fin de transportarse finalmente a través del separador vertical y después de eso principalmente a la planta de filtración por membrana.

20 Técnica anterior

La última tecnología comprende una centrifugadora/decantador que centrifuga todo el material que llega del tanque de residuos y transporta el agua separada contaminada con petróleo a una planta de filtración basada en membranas. El inconveniente asociado con una planta de este tipo es que la centrifugadora debe dimensionarse para que la operación separe todo el líquido del sedimento del tanque de residuos. Esta no es una solución eficiente.

El documento CN107043204 describe un sistema para procesar sedimentos de petróleo que comprende un depósito de control para mezclar y agitar los sedimentos de petróleo con agua con el fin de obtener una emulsión que consiste en agua y sedimentos de petróleo. Comprende una primera etapa, un separador trifásico para enfriar, es decir, a temperatura normal, la separación trifásica de dicha emulsión con el fin de obtener una arena de primera etapa, un agua residual de primera etapa y un petróleo residual de primera etapa. Comprende además una segunda etapa, un separador trifásico para la separación trifásica en caliente del agua residual de la primera etapa con el fin de obtener una arena de sedimentos de petróleo de segunda etapa, un agua residual de segunda etapa, un petróleo residual de segunda etapa y una mezcla de gases orgánicos. También comprende un separador de agua-petróleo para separar el petróleo residual de primera etapa del petróleo residual de segunda etapa con el fin de obtener agua residual separada y residuos de sedimentos mixtos. Además, comprende una presa de sedimentación para la precipitación provocada por la floculación del agua residual de segunda etapa para obtener un sedimento y un líquido sobrenadante. Por último, comprende una planta de sinterización y una planta de incineración de sedimentos. De acuerdo con el sistema para procesar los sedimentos de petróleo, se obtiene una separación trifásica de dos etapas, de tal manera que se genera calor mediante incineración, las briquetas de carbón son materiales creados y sinterizados, así como un sistema técnico que tiene bajas emisiones de sedimentos de petróleo.

El documento WO1999/42218 "Jet pump treatment of heavy oil production sand" desvela una planta con un tratamiento a alta presión de lodo de arena con el fin de separar partículas en el fondo de un tanque cilíndrico que tiene una sección inferior cónica para una bomba de chorro y en donde la planta separa residuos de petróleo sobre un nivel de lodo a aproximadamente el 90 % de la altura del tanque. El tanque tiene una parte superior cónica en la que se expulsa el gas orgánico.

La memoria descriptiva de patente de GB GB1570429 describe un aparato para la separación mecánica continua de emulsiones de agua y petróleo y para la recuperación de sus partes constituyentes, que comprende un tanque de recogida/almacenamiento para contener la emulsión y que está conectado a una unidad de ultrafiltro que incluye una membrana que permite el paso del agua y tensioactivos de la emulsión sin permitir el paso del petróleo, un tanque de sedimentación posterior con una salida de rebose para el petróleo separado, una columna de separación mecánica cuya parte inferior está formada como un hidrociclón provisto de aberturas de entrada dispuestas tangencialmente y una tubería de descarga para líquidos más pesados separados en el hidrociclón mientras que su parte superior tiene una conexión de flujo con el hidrociclón para líquidos más livianos separados en el hidrociclón, estando dicha parte superior conectada también a dicho tanque de sedimentación posterior, teniendo la unidad de ultrafiltro una salida en el lado del filtrado de la misma y estando conectada de manera pasable en un conducto de recirculación que está conectado entre dicha tubería de descarga y las dichas aberturas de entrada del hidrociclón.

60 Breve resumen de la invención

La presente invención se define en el conjunto de reivindicaciones adjunto. La invención es una planta de separación de agua-petróleo-sedimentos que comprende:

- un tanque de residuos (0) para agua/petróleo/sedimentos, con una salida para el agua residual;

- un separador vertical (1) que comprende un tanque vertical sustancialmente cilíndrico (11) que tiene una entrada tangencial (12), una salida de petróleo superior (27) en la parte superior del tanque vertical (11), una salida tangencial horizontal central (22) para agua contaminada con petróleo, y una tubería inferior (44) para una salida de sedimentos en el fondo del tanque vertical (11), en donde se proporciona un tronco cónico ahusado hacia arriba (2) en el interior del tanque vertical (11) y la salida tangencial (22) está en un extremo inferior del tronco cónico (2);
- una planta de filtración por membranas (6);
- una válvula de control (3) para la salida de sedimentos;
- un sensor (4) para detectar la densidad del sedimento en una parte inferior del separador vertical (1);
- una unidad de control (41);

en donde la planta de separación de agua-petróleo-sedimentos está dispuesta de tal manera que:

- el agua residual se dirige desde la salida del tanque de residuos (0) al separador vertical (1) y entra a través de una pared (20) del separador vertical (1) y posteriormente a través de la entrada tangencial (12), horizontalmente en el interior del tronco cónico ahusado hacia arriba (2) rodeado por el tanque vertical (11),
- el agua con petróleo sale por la parte superior (21) del tronco cónico (2), mientras que el sedimento se separa por el tronco cónico (2) y desciende en el interior hasta la tubería inferior (44),
- a través de la salida superior de petróleo (27) sale petróleo y eventualmente aire,
- el agua contaminada con petróleo continúa fluyendo hacia abajo, externamente con respecto al tronco cónico (2), hacia la salida tangencial (22) y, a continuación, hacia la planta de filtración por membranas (6);
- la planta de filtración por membranas (6) está dispuesta para liberar la permeación que comprende agua limpia y llevar el retenido concentrado de regreso al separador vertical (1) o al tanque de residuos (0) o para eliminarlo del proceso;

en donde la planta de separación de agua-petróleo-sedimentos comprende además un decantador centrífugo (5) dispuesto para separar los sólidos deshidratados y para llevar el agua tratada en el decantador centrífugo (5) de regreso al separador vertical (1) o al tanque de residuos (0);

- la válvula de control (3) está controlada por la unidad de control (41) que, basándose en la entrada del sensor (4), ajusta continuamente la salida de sedimentos hacia el decantador centrífugo (5).

Las realizaciones beneficiosas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Ventajas de la invención

Una primera ventaja de la invención es que el separador vertical proporcionado entre el tanque de residuos y el separador de membrana efectúa una separación gruesa y separa de manera efectiva el petróleo más ligero hacia una salida de petróleo superior. De lo contrario, este petróleo ligero tendría que pasar a través del decantador centrífugo y su separación consumiría mucha energía. A diferencia del proceso de separación de petróleo por medio de una planta de filtración por membrana, es mucho más eficiente separar un retenido de petróleo cuando una gran parte del petróleo se separa antes en el proceso por medio del separador vertical de acuerdo con la invención.

Otra ventaja de la invención es que la cantidad de líquido y sólido que entra en el decantador centrífugo es significativamente menor en comparación con los métodos de la técnica anterior, ya que una parte significativa del petróleo puede recogerse por la parte superior del separador vertical.

Otra ventaja de la invención es que el agua contaminada con petróleo que entra en la planta de filtración por membrana está menos contaminada e incluye significativamente menos partículas que los métodos de la técnica anterior.

Otra ventaja más de la invención es que el retenido concentrado, compuesto principalmente de petróleo, puede transferirse de regreso al tanque a través de una válvula de control y además hacia el tanque vertical cilíndrico. Como consecuencia, no hay necesidad de monitorizar constantemente la cantidad de retenido y la fracción de petróleo del retenido concentrado se libera a través de la salida en la parte superior del tanque vertical cilíndrico junto con el petróleo que se separa directamente en el tanque vertical cilíndrico.

Una ventaja de la invención es que los polímeros aniónicos en el líquido del orificio que de otro modo podrían obstruir la membrana pueden flocularse usando, por ejemplo, cal CaOH_2 y convertirlos en sólidos que pueden liberarse a través del colador.

El resultado es un proceso continuo y eficiente para separar el barro y el agua contaminados con petróleo. Usando el presente método, el barro viejo, es decir, material de residuos, puede separarse y hacerse circular fuera del pozo en una operación de taponamiento y abandono empleando líquidos de orificio contaminados con recortes, cemento, líquido separador, residuos y agua.

Breve descripción de los dibujos

La invención se ilustra en los dibujos adjuntos, en donde:

La figura 1 es una vista en perspectiva de la planta de separación con un tanque de residuos, un separador vertical, una planta de filtración por membranas y un decantador centrífugo.

La figura 2 muestra un dibujo simplificado de un separador vertical para su uso en el sistema de acuerdo con la invención. La pared del tanque cilíndrico se muestra transparente.

La figura 3 es un dibujo del sistema correspondiente al dibujo de la figura 1 y que incluye un tanque de residuos, un separador vertical, un colador, un tanque de equilibrio, una planta de filtración por membranas y un decantador centrífugo. En la realización mostrada en la figura 3, se muestra un sensor de densidad de acumulación de sedimentos en la parte inferior, la parte en forma de embudo del separador vertical. El sensor comprende una fuente radiactiva para irradiar a través de la parte en forma de embudo y un sensor radiactivo dispuesto de manera opuesta que mide la radiación que penetra mientras se atenúa en función de la densidad (y la composición del material) del sedimento precipitado en el embudo. La señal capturada por el sensor radiactivo se envía a una unidad de control de la válvula de control que se abre para lograr un flujo uniforme deseado desde el embudo y una entrada uniforme de residuos desde el tanque de residuos al separador vertical, y un flujo uniforme de sedimento desde el embudo hasta el decantador centrífugo.

Las figuras 4a-4d muestran unas variantes de la realización que muestra coladores y sensores de densidad.

La figura 4a ilustra una realización que tiene un "colador de retrolavado" automático para agua contaminada con petróleo en la salida. En esta realización también se proporciona una fuente radiactiva y un sensor de densidad para la acumulación de sedimentos en la parte inferior, la parte en forma de embudo del separador vertical.

El sensor comprende una fuente radiactiva para irradiar a través de la parte en forma de embudo y un sensor radiactivo dispuesto de manera opuesta que mide la radiación que penetra mientras se atenúa en función de la densidad (y la composición del material) del sedimento precipitado en el embudo. Esta realización también se muestra en las figuras 2 y 3.

La figura 4b muestra otra realización con coladores dobles operados manualmente para su uso alternativo, y el sensor de densidad mide el instrumento basado en Coriolis (que también mide la velocidad del flujo) y proporciona una señal a la unidad de control que controla la válvula de control.

La figura 4c ilustra otra realización con un colador de retrolavado y un dispositivo de medición de densidad basado en Coriolis y un dispositivo de medición de flujo usado para proporcionar una señal para controlar la válvula de control.

La figura 4d ilustra otra realización con un colador operado manualmente y un sensor radiactivo para proporcionar una señal para controlar la válvula de control.

Descripción de las realizaciones de la invención

La invención proporciona una planta de separación de agua-petróleo-sedimentos que comprende un tanque de residuos (0) para agua/petróleo/sedimentos que tiene una salida para el agua residual hacia un separador vertical (1). El agua residual entra tangencialmente en el interior de un casquillo vertical (20) por debajo de un cono interior (2) abierto en el fondo, en donde el cono se ahúsa hacia arriba, véase la figura 2.

El separador vertical (1) lleva a tres salidas: una salida de petróleo superior (27) que libera aire y petróleo que se separan fácilmente en un movimiento de separación ciclónico que surge en el cono interior vertical (2), véase la figura 1.

Una salida tangencial horizontal media (22) para el agua contaminada con petróleo hacia una planta de filtración por membranas (6).

El agua contaminada con petróleo se separa por la parte superior del cono (2) y desciende externamente con respecto al cono y entra en un embudo inferior (13) con una tubería inferior (44) para la salida de sedimentos hacia un decantador centrífugo (5).

El decantador centrífugo (5) está dispuesto para separar el lodo en dos componentes:

En primer lugar, para separar los sólidos deshidratados que posteriormente pueden almacenarse o destruirse. En segundo lugar, para transferir el agua tratada en el decantador centrífugo de regreso al separador vertical (1) o al tanque de residuos (0).

La planta de filtración por membranas (6) también forma parte de la invención y está dispuesta para dos funciones

principales:

En primer lugar, para separar un retenido concentrado y eliminarlo directamente del proceso o transportarlo, directa o indirectamente, a través del tanque de residuos (0) hacia el separador vertical (1).

5 En segundo lugar, en donde el permeado que comprende agua limpia se vierte o se libera o se hace recircular si existe la necesidad.

10 De acuerdo con la invención, la planta de separación está dispuesta de tal manera que el agua residual entra a través de una pared cilíndrica vertical en forma de manguito (20) en el separador vertical (1) y luego tangencialmente, horizontalmente en un cono que se ahúsa hacia arriba (2) rodeado por el tanque cilíndrico vertical (11) en donde sale agua con petróleo por la parte superior (21) del cono (2).

15 El petróleo y posiblemente el aire se liberan a través de una salida de petróleo (27) en la parte superior del tanque vertical sustancialmente cilíndrico (11). Esta estera de petróleo puede liberarse /procesarse/recuperarse/almacenarse.

El agua contaminada con petróleo continúa fluyendo hacia abajo desde la parte superior (21), externamente con respecto al cono (2), hacia una salida tangencial (22) en un extremo inferior (24) del cono (2) y, en general, hacia la planta de filtración por membranas (6).

20 De acuerdo con otra realización de la invención de la planta de separación, el cono (2) separa los lodos que descienden en el interior hasta un embudo (13) con la tubería (44) para la salida de sedimentos por el fondo del tanque vertical sustancialmente cilíndrico (11).

25 De acuerdo con otra realización de la planta de separación, se proporciona un canalón inclinado (25) en el extremo inferior (24) del cono (2) de tal manera que el canalón inclinado (25) lleva a la salida tangencial (22). De este modo, puede evitarse la sedimentación de partículas presentes en el agua en el extremo inferior del cono corriente arriba de la salida (22).

30 En una realización de la planta de separación, se proporciona un manguito cilíndrico (26), extendiéndose dicho manguito concéntricamente desde el extremo inferior (24) del cono (2) y proporcionando una pared trasera dentro del canalón inclinado (25). Esto se extiende hacia abajo para crear un canal para el agua de entrada al tanque de tal manera que no fluya hacia el cono inmediatamente. Las fracciones y partículas más pesadas y el agua se llevan hacia abajo, hacia la parte en forma de embudo inferior (13) del tanque.

35 En una realización del separador bifásico de la invención, el decantador centrífugo (5) puede disponerse para separar conjuntamente el agua y el petróleo y llevar el petróleo y el agua separados, directa o indirectamente, de regreso al separador vertical (1). En una realización del separador trifásico de la invención, el decantador centrífugo (5) está dispuesto para llevar el petróleo separado de tal manera que se recupere y se separe el agua de regreso al tanque de residuos o al separador vertical.

40 En una realización de la invención, se proporciona un colador de retrolavado (23) entre el separador vertical (1) y la planta de filtración por membrana (6), en donde el colador de retrolavado (23) se proporciona entre la salida tangencial (22) y la planta de filtración por membrana (6), estando dicho colador de retrolavado (23) dispuesto para filtrar y eliminar partículas y en donde el agua permeada que está libre de partículas y contaminada con petróleo se lleva a la planta de filtración por membrana (6). En una realización de la invención, puede usarse un filtro (23') entre el separador vertical (1) y la planta de filtración por membrana (6), en donde se proporciona un filtro (23) entre la salida tangencial (22) y la planta de filtración por membrana (6), estando dicho filtro (23) dispuesto para filtrar y eliminar partículas, y en donde el agua permeada que todavía está contaminada con petróleo, pero libre de partículas se transporta de regreso a la planta de filtración por membrana (6). Tales realizaciones se muestran en las figuras 4b y 4d en donde la parte trasera está oculta por la parte delantera. En estos dibujos, se dispone de dos coladores (23') conectados en paralelo en donde puede alternarse entre dejar que la salida (22) lleve a un colador (23') para su operación normal con la salida a la planta de filtración por membranas (6), mientras que el otro colador (23') se cierra y se vacía de partículas o al revés.

55 En una realización de la invención, el colador de retrolavado (23) está dispuesto para transportar las partículas pesadas separadas de regreso al tanque de residuos (1) y a continuación al separador vertical (1) y preferentemente terminan en la parte en forma de embudo inferior (13) y finalmente en la salida de sedimentos (44) para su posterior separación en el decantador centrífugo (5).

60 En una realización de la invención, se proporciona un tanque de equilibrio (28) entre la salida tangencial (22) y la planta de filtración por membrana (6), en donde el tanque de equilibrio (28) está dispuesto para garantizar que la planta de filtración por membrana (6) reciba cantidades suficientes de agua de alimentación, y posiblemente incluso para dosificar el detergente cuando se realiza la "limpieza in situ". El agua contaminada con petróleo se lleva a través de una bomba de alimentación (29) a la planta de filtración por membrana (6), véanse las figuras 1 y 3. Cuando el nivel en el tanque de equilibrio (28), estando dicho nivel controlado por un sensor de nivel y una válvula de control, cae a un nivel bajo, la planta de filtración por membrana (6) se controla de tal manera que recircule agua contaminada y

limpia de regreso al tanque de tal manera que el nivel en el tanque de equilibrio (28) no baje más y las bombas experimenten problemas y succionen aire en la planta de filtración por membrana (6). La recirculación es en realidad una propiedad importante de la planta ya que no es deseable parar las bombas de recirculación (62) de la planta de filtración por membrana (6) cada vez que el flujo salga por la salida tangencial (22) del separador vertical (1) deba detenerse como consecuencia de la alta densidad medida por el sensor de densidad (4, 49, 48) en el embudo (13), el fondeo del separador vertical (1).

En una realización ventajosa de la invención, la planta de filtración por membrana (6) es una planta de filtración por membrana tangencial con bomba de circulación (62), es decir, no es una planta de filtración por membrana llamada "sin salida". El agua con el retenido circula y el permeado se transporta tangencialmente a través de la membrana. En la realización preferente, la membrana comprende unas tuberías fabricadas de cerámica.

En una realización de la invención, la planta de filtración por membrana tangencial (6) está dispuesta para llevar el agua de permeado a liberar o a verter en un cuerpo de agua, y devolver el retenido concentrado de regreso al tanque de residuos (0) y a la entrada tangencial (12) para la separación continua que se produce en el separador vertical (1), véase la figura 3, en donde el petróleo separado se lleva de regreso para un nuevo procesamiento en donde el petróleo puede liberarse a través de la salida (27) en la parte superior del separador vertical o de lo contrario se lleva de regreso al circuito de la planta de filtración por membrana (6). En una situación donde existe el riesgo de que el líquido en el tanque de equilibrio tenga un nivel demasiado bajo, el agua permeada puede llevarse temporalmente de regreso al tanque de equilibrio.

El sensor (4) de densidad de sedimentos puede ser de diferentes tipos. En una realización, el sensor de densidad de lodos es un sensor basado en absorción radiactiva que comprende:

- una fuente de radiación (49) proporcionada en una primera cara exterior del embudo (13) para irradiar un líquido, que incluye posiblemente lodo, en el embudo (13),
- un detector de radiación (48) proporcionado en la cara opuesta del embudo (13) y dispuesto para recibir haces de la fuente de radiación (49);
- en donde el grado de absorción de la radiación indica una medida calibrada de la cantidad de lodo presente en el embudo (13);
- en donde la unidad de control (41), basándose en la medida de la cantidad de lodo presente en el embudo (13) abre la válvula de control (3). La unidad de control (41) mantiene abierta la válvula de control (3) hasta que la cantidad de lodo presente en el embudo está por debajo de un valor límite dado. La unidad de control (41) puede controlar la válvula de control (3) para que se abra total o parcialmente en función de la cantidad presente y la capacidad corriente abajo.

En una realización de la invención, el sensor de densidad (4) comprende un medidor de flujo másico que mide la densidad y el flujo hacia el decantador centrífugo (5). Un sensor de densidad de este tipo puede basarse en la medición por ultrasonidos de la densidad y el flujo. El flujo puede medirse por medio de un instrumento Doppler de ultrasonidos. En otra realización, el sensor de densidad (4) puede ser un sensor de densidad del tipo Coriolis como se muestra en las figuras 4b y 4c. En una realización de la invención, el sensor de densidad basado en Coriolis también estará dispuesto para proporcionar una señal con respecto al flujo másico a través de la salida (44). La señal de densidad del sensor de densidad (4) o del sensor de densidad basado en Coriolis (4') y, preferentemente, también la señal relacionada con el flujo másico puede usarse como entrada para la unidad de control que controla la válvula de control (3) en la salida (44) de tal manera que el nivel de sedimento y su densidad en la parte en forma de embudo se mantengan en un nivel aceptable de tal manera que pueda establecerse un proceso continuo.

En otra realización, la planta se programa para funcionar de la siguiente manera: el sensor de densidad/medidor de flujo másico (4, 4') y la válvula de control (3) se conectan a la salida de sedimentos (44) del separador vertical (1). La unidad de control (41) está programada de tal manera que fluya un flujo constante por la salida (44) del separador vertical (1) hacia el decantador centrífugo (5). Este flujo se determina basándose en la capacidad del decantador. El sensor de densidad/medidor de flujo másico (4, 4'), además del flujo constante, también mide la densidad/peso del lodo/masa que fluye. Cuando esta densidad se vuelve más alta de lo deseable, la válvula de control (3) se controla para liberar la misma cantidad o más de flujo de líquido que antes, mientras que la salida horizontal (22) del separador vertical hacia el tanque de equilibrio se cierra por medio de una válvula (46) de tal manera que este lodo/líquido pesado no se extienda por todo el cono y hacia la planta de filtración por membranas (6) donde es indeseable tener cualquier lodo.

En una realización de la invención, la unidad de control (41), además de controlar la válvula de control (3) para el lodo del embudo (13), también controla otra válvula de control (46) para el cierre total o parcial de la salida tangencial (22) hacia el colador (23) mientras la válvula de control (3) está total o parcialmente abierta, con el fin de evitar un desequilibrio en el separador vertical (1) o falta de líquido en el tanque de equilibrio (28) mientras el embudo (13) se drena de sedimentos. La válvula (46) está cerrada para evitar que el líquido/sedimento pesado se extienda hacia arriba en el cono y el sistema de membrana. Puede producirse una situación donde se comience a bombear líquido de perforación no contaminado hacia el separador vertical (1) y que el flujo hacia el sistema de membrana ya no sea deseable durante un cierto período de tiempo. A continuación, se reducirá el flujo hacia el tanque de equilibrio (28) y

se hará circular la planta de filtración por membranas (6) a este tanque de tal manera que dicho tanque esté al menos parcialmente lleno y no sea necesario parar las bombas de circulación en esta fase.

Uno puede imaginar una alternativa de la presente invención reivindicada. Bajo ciertas circunstancias, un sistema puede operar sin decantador centrífugo. En su lugar, el sedimento se libera por la tubería de salida (44) y se lleva a un tanque separado más pequeño para sedimentos más pesados o a un separador separado, por ejemplo, un filtro-prensa. Una planta de separación de agua-petróleo-sedimentos de este tipo tiene las siguientes características:

- un tanque de residuos (0) para agua/petróleo/sedimentos que tiene una salida para el agua residual hacia un separador vertical (1);
- el separador vertical (1) lleva a tres salidas:
 - una salida de petróleo superior (27) que libera aire y petróleo que se separan fácilmente en un movimiento de separación ciclónico que surge en el cono interior vertical (2), véase la figura 1;
 - una salida tangencial horizontal media (22) para el agua contaminada con petróleo hacia una planta de filtración por membranas (6);
 - una tubería inferior (44) para la salida de sedimentos a un tanque o proceso separado para el tratamiento separado de los sedimentos;
- una planta de filtración por membrana (6) está dispuesta en este sistema alternativo para dos funciones principales:

En primer lugar, para separar un retenido concentrado y eliminarlo directamente del proceso o transportarlo, directa o indirectamente, a través del tanque de residuos (0) hacia el separador vertical (1).

En segundo lugar, en donde el permeado comprende agua limpia que se vierte o libera o se hace recircular si existe la necesidad.

De acuerdo con la invención, la tubería inferior (44) de salida de sedimentos del separador vertical (1) comprende una válvula de control (3) controlada por una unidad de control (41) que, basándose en un sensor (4, 4') de densidad de sedimentos en una parte inferior del separador vertical (1), ajusta continuamente la salida de sedimentos al decantador centrífugo (5).

REIVINDICACIONES

1. Una planta de separación de agua-petróleo-sedimentos que comprende:

- 5 - un tanque de residuos (0) para agua/petróleo/sedimentos, con una salida para el agua residual;
- un separador vertical (1) que comprende un tanque vertical sustancialmente cilíndrico (11) que tiene una entrada tangencial (12), una salida de petróleo superior (27) en la parte superior del tanque vertical (11), una salida tangencial horizontal central (22) para agua contaminada con petróleo, y una tubería inferior (44) para una salida de sedimentos en el fondo del tanque vertical (11), en donde se proporciona un tronco cónico ahusado hacia arriba (2) en el interior del tanque vertical (11) y la salida tangencial (22) está en un extremo inferior del tronco cónico (2);
10 - una planta de filtración por membranas (6);
- una válvula de control (3) para la salida de sedimentos;
- un sensor (4) para detectar la densidad del sedimento en una parte inferior del separador vertical (1);
- una unidad de control (41);
15 en donde la planta de separación de agua-petróleo-sedimentos está dispuesta de tal manera que:

- el agua residual se dirige desde la salida del tanque de residuos (0) al separador vertical (1) y entra a través de una pared (20) del separador vertical (1) y posteriormente a través de la entrada tangencial (12), horizontalmente en el interior del tronco cónico ahusado hacia arriba (2) rodeado por el tanque vertical (11),
20 - el agua con petróleo sale por la parte superior (21) del tronco cónico (2), mientras que el sedimento se separa por el tronco cónico (2) y desciende en el interior hasta la tubería inferior (44),
- a través de la salida superior de petróleo (27) sale petróleo y eventualmente aire,
- el agua contaminada con petróleo continúa fluyendo hacia abajo, externamente con respecto al tronco cónico (2), hacia la salida tangencial (22) y, a continuación, hacia la planta de filtración por membranas (6);
25 - la planta de filtración por membranas (6) está dispuesta para liberar la permeación que comprende agua limpia y llevar el retenido concentrado de regreso al separador vertical (1) o al tanque de residuos (0) o para eliminarlo del proceso;

en donde la planta de separación de agua-petróleo-sedimentos está
30 caracterizada por que:

- comprende un decantador centrífugo (5) dispuesto para separar los sólidos deshidratados y para llevar el agua tratada en el decantador centrífugo (5) de regreso al separador vertical (1) o al tanque de residuos (0);
35 - la válvula de control (3) está controlada por la unidad de control (41) que, basándose en la entrada del sensor (4), ajusta continuamente la salida de sedimentos hacia el decantador centrífugo (5).
- 40 2. La planta de separación de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el tanque vertical (11) tiene un embudo (13) de tal manera que los sedimentos separados por el tronco cónico (2) descienden por el embudo (13) hacia la tubería inferior (44) para la salida de sedimentos por el fondo del tanque vertical sustancialmente cilíndrico (11).
- 45 3. La planta de separación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se proporciona un canalón inclinado (25) en el extremo inferior (24) del tronco cónico (2), en donde el canalón inclinado (25) lleva a la salida tangencial (22).
- 50 4. La planta de separación de acuerdo con la reivindicación 3, en donde se proporciona un manguito cilíndrico (26), extendiéndose dicho manguito concéntricamente desde el extremo inferior (24) del tronco cónico (2), y proporcionando una pared trasera dentro del canalón inclinado (25).
- 55 5. La planta de separación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el decantador centrífugo (5) es un separador trifásico dispuesto para llevar el petróleo separado de tal manera que se libere/recupere.
- 60 6. La planta de separación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el decantador centrífugo (5) es un separador bifásico dispuesto para llevar el petróleo y el agua separados de regreso al tanque de residuos o al separador vertical (1).
- 65 7. La planta de separación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se proporciona un colador de retrolavado (23) entre el separador vertical (1) y la planta de filtración por membrana (6), en donde el colador de retrolavado (23) se proporciona entre la salida tangencial (22) y la planta de filtración por membrana (6), estando dicho colador de retrolavado (23) dispuesto para filtrar y eliminar partículas y
en donde el agua permeada libre de partículas y contaminada con petróleo se lleva a la planta de filtración por membranas (6).
8. La planta de separación de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el colador de retrolavado (23) está dispuesto para transportar las partículas pesadas separadas de regreso al tanque de residuos (1) para un tratamiento adicional en el separador vertical (1) para una posible separación adicional en el decantador centrífugo (5).

9. La planta de separación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se proporciona un tanque de equilibrio (28) entre la salida tangencial (22) y la planta de filtración por membrana (6), en donde el tanque de equilibrio (28) está dispuesto para garantizar que la planta de filtración por membrana (6) recibe cantidades suficientes de agua de alimentación, y el agua débilmente contaminada con petróleo se lleva a una bomba de alimentación (29) y a continuación a la planta de filtración por membrana (6).
10. La planta de separación de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la planta de filtración por membrana (6) es una planta de filtración por membrana tangencial con una bomba de circulación (62).
11. La planta de separación de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la planta de filtración por membrana tangencial (6) está dispuesta para llevar el agua permeada a liberar o vertida en un cuerpo de agua, y devolver el retenido concentrado de regreso al tanque de residuos (0) y a la entrada tangencial (12) en la parte posterior del separador vertical para un nuevo procesamiento en donde el petróleo puede liberarse por la salida superior (27).
12. La planta de separación de acuerdo con la reivindicación 2, y, opcionalmente, con una cualquiera de las reivindicaciones 3 - 11, en donde el sensor (4) de densidad de sedimentos es un sensor radiactivo basado en absorción que comprende:
- una fuente de radiación (49) proporcionada en una primera cara exterior del embudo (13) para irradiar un líquido, que incluye posiblemente lodo, en el embudo (13),
 - un detector de radiación (48) proporcionado en la cara opuesta del embudo (13) y dispuesto para recibir haces de la fuente de radiación (49);
 - en donde el grado de absorción de la radiación indica una medida calibrada de la cantidad de lodo presente en el embudo (13);
 - en donde la unidad de control (41), basándose en la medida de la cantidad de lodo presente en el embudo (13), abre la válvula de control (3) hasta que la cantidad de lodo presente en el embudo está por debajo de un valor límite dado.
13. La planta de separación de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 7, opcionalmente, con una cualquiera de las reivindicaciones 3-6 u 8-12, en donde la unidad de control (41), además de controlar la válvula de control (3) para el lodo del embudo (13), también controla otra válvula de control (46)
- para el cierre total o parcial de la salida tangencial (22) hacia el colador de retrolavado (23) mientras la válvula de control (3) está total o parcialmente abierta, con el fin de evitar un desequilibrio en el separador vertical (1) o falta de líquido en el tanque de equilibrio (28) mientras el embudo (13) se drena de sedimentos.

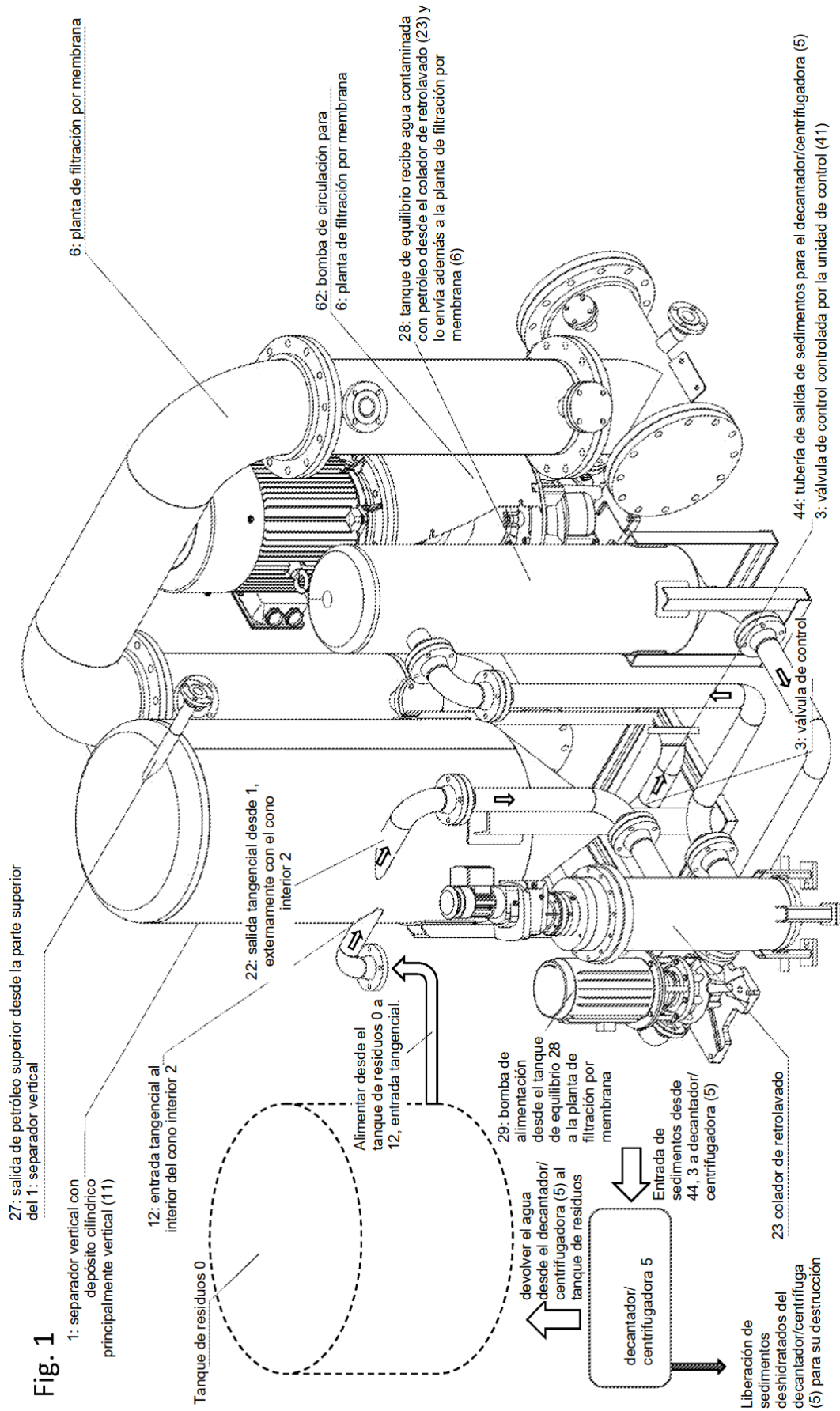


Fig. 2

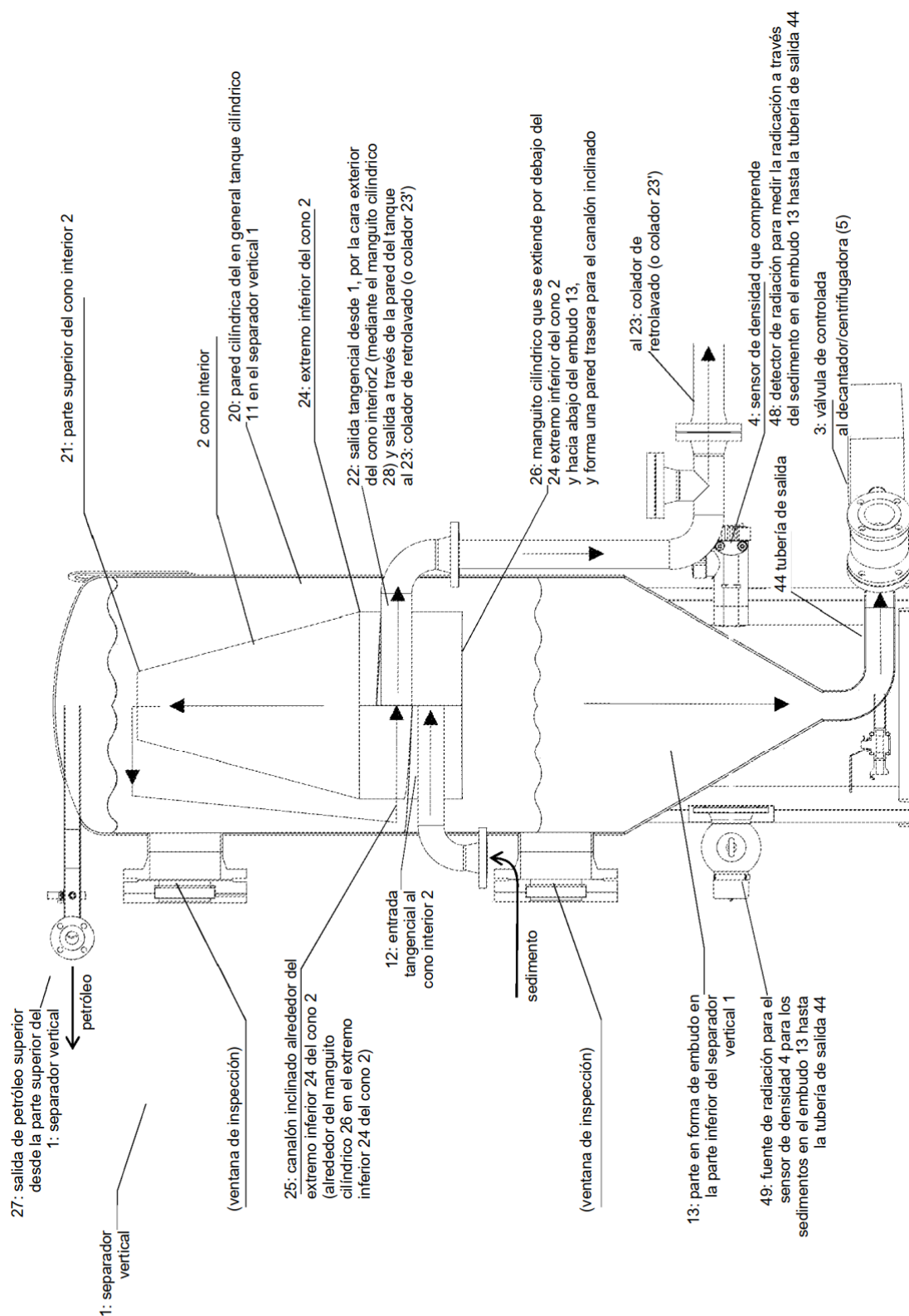
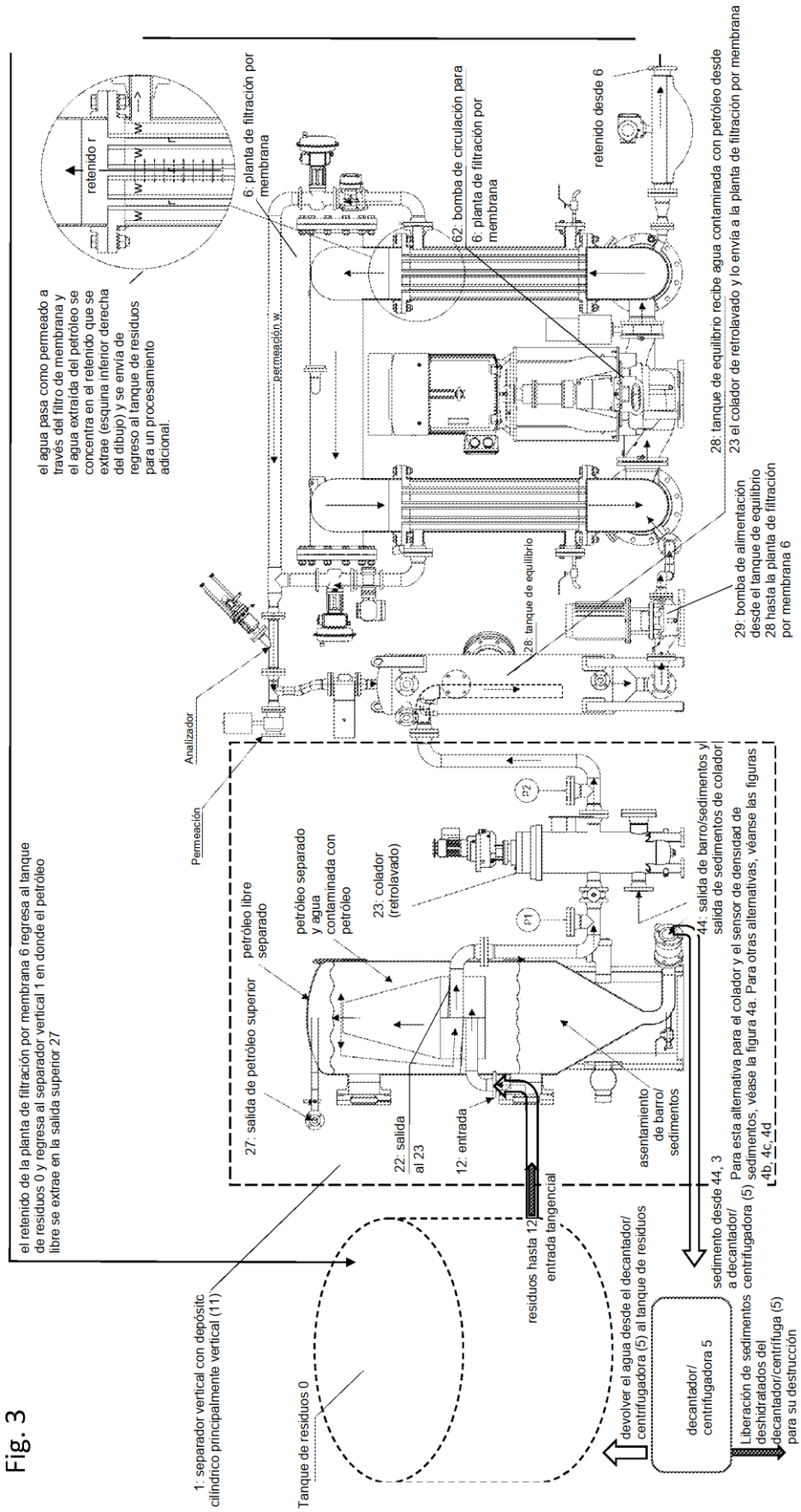


Fig. 3



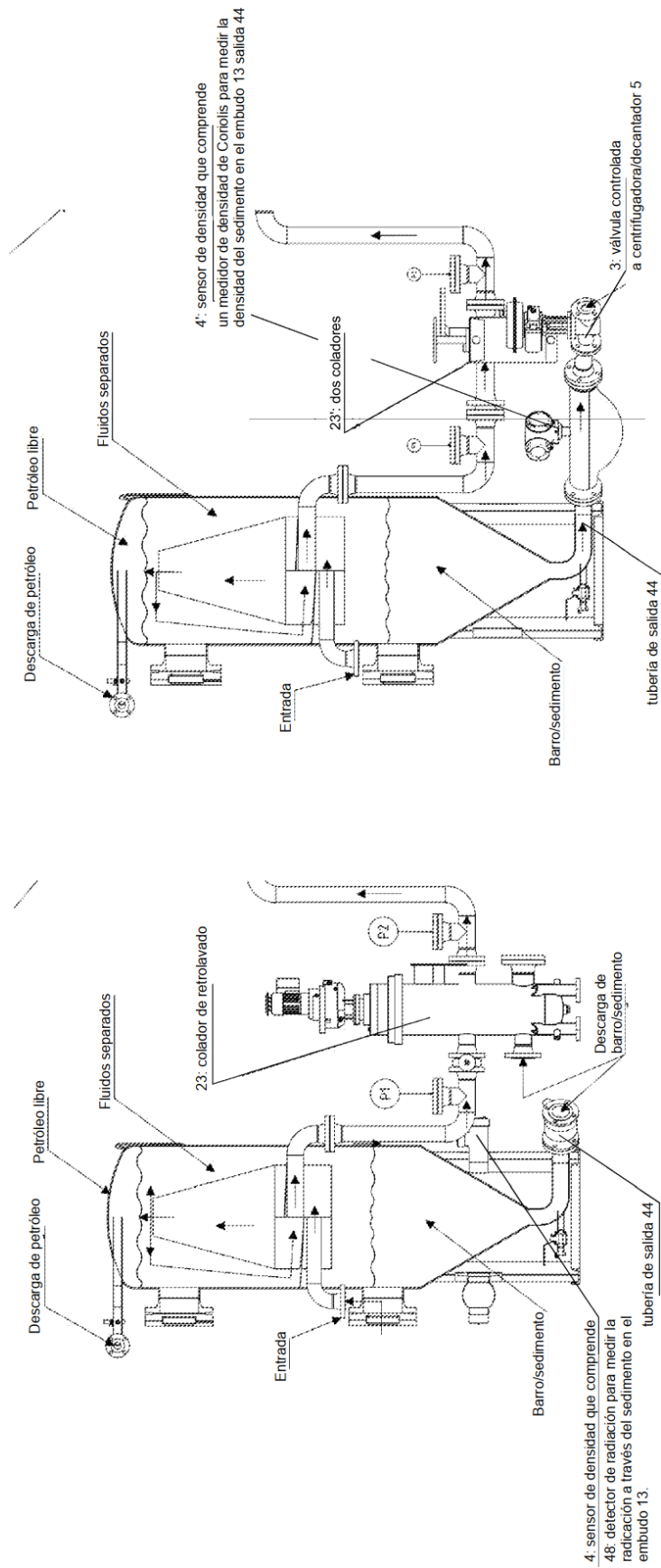


Figura 4a: realización con colador de retrolavado y control de sensor radiactivo para la válvula 3, ref. (Figuras 2 y 3)

Figura 4b: realización con colador (manual) y medidor de densidad de Coriolis y flujo que controla la válvula 3

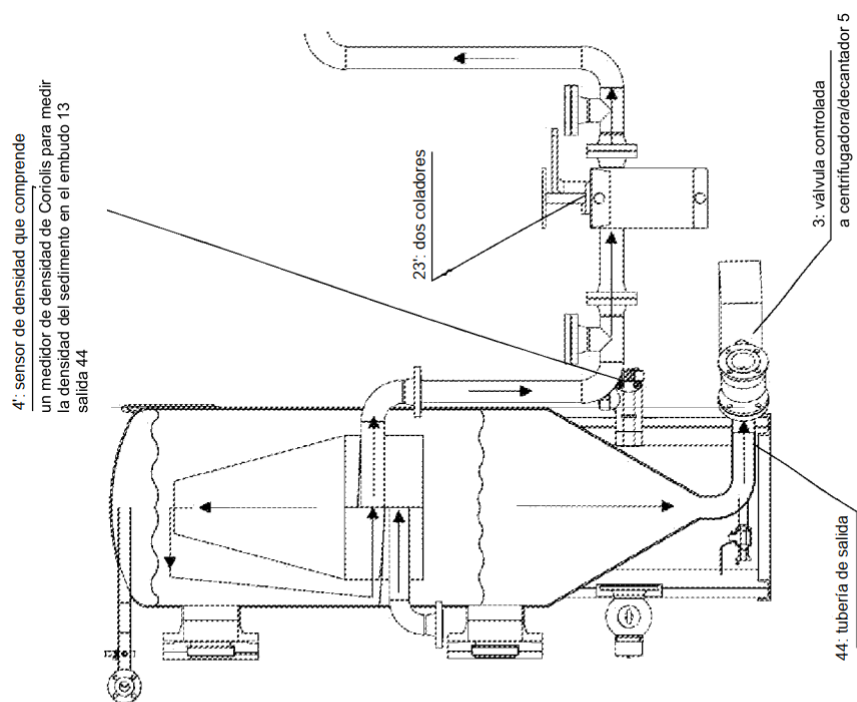


Figura 4d: realización con colador (manual) y control de sensor de radioactividad para la válvula 3

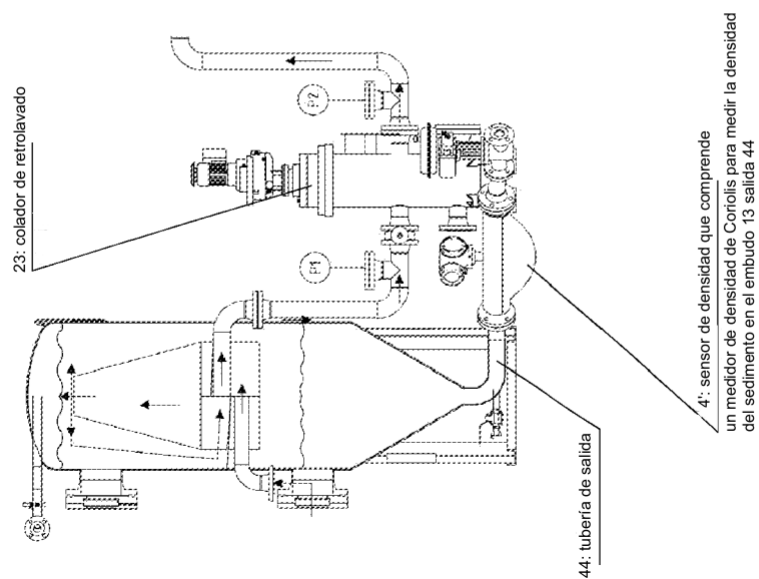


Figura 4c: realización con colador de retrolavado y medidor de densidad de Coriolis y flujo que controla la válvula 3