

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 756**

51 Int. Cl.:

E02B 3/04	(2006.01)
E02B 3/06	(2006.01)
E02B 3/10	(2006.01)
E02B 7/00	(2006.01)
E02B 7/02	(2006.01)
E02B 7/20	(2006.01)
E02B 8/08	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2016 PCT/US2016/029851**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16176489**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2016 E 16787177 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 3259403**

54 Título: **Dique de contención mejorado**

30 Prioridad:

30.04.2015 US 201562155269 P

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

20.02.2020

73 Titular/es:

**P.V. FLOOD CONTROL CORP. (100.0%)
201 505-8th Avenue Sw
Calgary, AB T2P 1G1 , CA**

72 Inventor/es:

VICKERS, PAUL

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 743 756 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

Dique de contención mejorado

5 Referencia cruzada a la solicitud relacionada

Esta solicitud reivindica prioridad a la Solicitud Provisional de los Estados Unidos No. 62/155,269, presentada el 30 de abril, 2015. Además, esta solicitud está relacionada con la Patente de los Estados Unidos No. 6,641 329.

10 Antecedentes

1. Campo de la divulgación

15 La presente divulgación se relaciona con tubos de contención flexibles para diques y específicamente con mejorar su resiliencia y utilidad en el campo.

2. Descripción de la técnica relacionada

20 Se han empleado muchos sistemas para controlar la propagación de aguas de inundación o derrames de fluidos. Uno de los medios más comunes para contener o desviar un flujo de líquido es la bolsa de arena donde las bolsas vacías se llenan con arena y se apilan para formar un dique temporal. La bolsa de arena para desviar temporalmente el flujo de líquido tiene ciertas desventajas, incluyendo el coste monetario de producir las bolsas de arena, coste monetario de rellenado de arena, coste de tiempo de llenar bolsas de arena vacías, y la dificultad de extraer las bolsas de arena llenadas cuando ya no son necesarias. Adicionalmente, los diques de bolsas de arena temporales, aunque son efectivos en desviar algo de flujo de líquido, no son suficientes para contener líquidos.

30 En otras áreas, específicamente aquellas relacionadas con el almacenamiento y desviación de fluidos sobre el suelo a largo plazo, se necesitan métodos de infraestructura y/o de construcción costosos para contener y desviar fluidos. Por ejemplo, en el caso de contención a largo plazo, las piscinas se excavan con maquinaria pesada o estructuras de contención permanentes tales como tanques que se transportan e instalan o construyen en el sitio. Tales métodos, aunque son efectivos para la contención permanente de una cantidad fija de líquido o desviación, involucran un coste significativo y horas hombre para implementar.

35 El documento EP 1 892 335 A2 divulga un aparato de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, y en particular divulga una barrera contra inundaciones con cámaras que se llenan con agua. Una sección base está formada por una multicámara. La barrera contra inundaciones comprende un papel metalizado de cubierta.

40 El objetivo de la invención es proporcionar un aparato más estable para contener un fluido dentro de un área de contención.

Breve descripción de los dibujos

45 Las enseñanzas de las realizaciones se pueden entender fácilmente al considerar la siguiente descripción detallada en conjunto con los dibujos acompañantes. Aquí las realizaciones de ejemplo simplemente muestran diferentes aspectos de la técnica anterior o la invención, sin embargo solo la realización de acuerdo con la figura 3B1 describe una realización de acuerdo con la invención, en donde la tercera porción de la barrera de vapor se teje alrededor de uno o más de la pluralidad de tubos de contención en un interior de la formación piramidal.

50 La figura (FIG.) 1 es un diagrama que ilustra un anclaje de barro para asegurar un dique de desviación de acuerdo con una realización de ejemplo.

La figura 2 es un diagrama que ilustra un anclaje de barro para asegurar una barrera de vapor de acuerdo con una realización de ejemplo.

55 La figura 3A es un diagrama que ilustra una configuración de barrera de vapor al construir un dique de desviación de acuerdo con una realización de ejemplo.

60 La figura 3B1 y figura 3B2 son diagramas que ilustran una configuración de barrera de vapor al construir un dique de desviación de acuerdo con realizaciones de ejemplo.

La figura 3C1 y figura 3C2 son diagramas que ilustran una configuración de barrera de vapor al construir un dique de desviación de acuerdo con realizaciones de ejemplo.

65 La figura 4A, figura 4B, figura 4C son diagramas que ilustran una barrera de vapor integrada de un tubo de contención flexible de acuerdo con realizaciones de ejemplo.

La figura 5 es un diagrama que ilustra un extremo de manguito para un tubo de contención flexible de acuerdo con una realización de ejemplo.

5 La figura 6A y figura 6B son diagramas que ilustran conectores de tubos de contención flexibles de acuerdo con realizaciones de ejemplo.

La figura 7A1, figura 7A2, figura 7B1, figura 7B2, figura 7C, figura 7D, y figura 7E son diagramas que ilustran apoyos de tubos de contención flexibles de acuerdo con realizaciones de ejemplo.

10 La figura 8A, figura 8B, y figura 8C son diagramas que ilustran un sistema de válvula de un tubo de contención flexible de acuerdo con una realización de ejemplo.

15 La figura 9 es un diagrama que muestra la fuerza de presión hidrostática que aumenta con la altura de un fluido contenido.

La figura 10 es un diagrama que muestra la fuerza descendente de un fluido contenido que aumenta con la fuerza de presión hidrostática a medida que sube la altura de un fluido contenido.

20 Descripción detallada de realizaciones

Ahora se hará referencia en detalle a varias realizaciones, cuyos ejemplos se ilustran en las figuras acompañantes. Se nota que siempre que sea viable, pueden usarse números de referencia iguales o similares en las figuras y pueden indicar funcionalidad igual o similar. Las figuras representan realizaciones solo para propósitos de ilustración.

25 Visión general

30 Históricamente, las bolsas de arena fueron construidas en el sitio (o fuera del sitio y entregadas) para construir a mano barreras para contener o desviar temporalmente un flujo de líquido. Este método de construcción de barreras para contención y desviación de fluidos consume extraordinariamente mucho tiempo, requiriendo grandes equipos de personas para construir y/o colocar las bolsas de arena y adicionalmente grandes cantidades de materia prima específica (arena) para el llenado de las bolsas de arena. Adicionalmente, el desmontaje de la barrera requiere equipos igualmente grandes de personas para facilitar la extracción de la materia prima del sitio de barrera.

35 En otras áreas de contención de fluidos, se construyeron grandes estanques de contención de barro u otros hechos por el hombre al excavar una gran sección de terreno nivelado o construyendo barreras de barro en las mismas, y a menudo utilizando una almohadilla (por ejemplo, de hormigón vertido), para recibir y transferir fluidos. La mayor parte del terreno nivelado para la almohadilla soporta el almacenamiento de fluidos, cuya excavación (o movimiento de materiales para la almohadilla) requiere una cantidad significativa de horas de hombre y máquina. Además, la construcción de almohadillas con hormigón requiere una gran cantidad de materiales y transporte de los mismos al sitio de construcción. Además, se debe permitir que el hormigón mismo se cure (seque) antes de usarlo en la contención de fluidos. Las estructuras de estanques de contención de ejemplo creadas en una almohadilla incluyen secciones excavadas para la almohadilla y/o estanques sobre el suelo construidos en la superficie nivelada.

45 Las insuficiencias de las técnicas de contención de fluidos anteriores se extienden más allá del coste y horas hombre para implementar. Por ejemplo, las estructuras de contención de bolsas de arena, aunque son relativamente simples de construir, son más efectivas para la desviación temporal, no para la contención. De este modo, en términos de mitigar el daño por inundación, una barrera de bolsa de arena puede prevenir que una estructura (por ejemplo, una casa) sea lavada a través de la desviación del agua que fluye, pero no es bastante suficiente para prevenir la intrusión de agua permanente. En cuanto a las estructuras más permanentes que son más efectivas que las bolsas de arena, su uso para mitigar el daño por inundación de una manera similar a las bolsas de arena inmediatamente antes de un posible evento de inundación a menudo no es factible.

55 Los grandes tubos de contención flexibles mitigan la dependencia de materias primas específicas, reducen el coste de instalación, y disminuyen el número de personal requerido para construir una barrera de una longitud y altura dadas para la desviación y contención de fluidos. Por ejemplo, un tubo de contención grande (o tubo) puede tomar el lugar de decenas, o cientos de bolsas de arena, para construir secciones de una barrera durante una inundación para la desviación y contención de fluidos de aguas de inundación. En otro ejemplo, un tubo grande puede tomar el lugar de una estructura más permanente para la contención de fluidos. Adicionalmente, el llenado del tubo se puede llevar a cabo a través del uso de cualquier sustancia líquida, tal como agua, hormigón húmedo, otro fluido, o incluso una espuma de expansión y endurecimiento (tal como espuma de poliuretano) o gas en ciertas configuraciones, que puede ser bombeado en el tubo.

65 La sustancia para llenar los tubos puede depender de la aplicación, por ejemplo, se puede usar agua en el caso de barreras temporales construidas para desviar aguas de inundación. En otro ejemplo, se puede usar hormigón en el

caso de una barrera más permanente para la contención de fluidos - en cuyo caso el hormigón, una vez seco, forma una barrera en lugar de un cuerpo del tubo mismo.

De acuerdo con la invención, se proporciona un aparato para contener un fluido dentro de un área de contención. Comprendiendo el aparato: una pluralidad de tubos de contención apilados sobre una superficie de suelo en una formación piramidal, comprendiendo cada tubo de contención flexible un cuerpo flexible y configurado para recibir un fluido de llenado; una barrera de vapor que comprende una primera porción y una segunda porción, extendiéndose la primera porción de la barrera de vapor desde una base frontal de la formación piramidal al área de contención a lo largo de la superficie de suelo, y extendiéndose la segunda porción de la barrera de vapor hacia abajo de una cara frontal de la formación piramidal a la superficie de suelo en la base frontal de la formación piramidal, formando la cara frontal de la formación piramidal una porción del área de contención, en donde la barrera de vapor comprende una tercera porción, extendiéndose la tercera porción de la barrera de vapor hacia abajo de una cara trasera de la formación piramidal a la superficie de suelo en una base trasera de la formación piramidal, en donde la tercera porción de la barrera de vapor se teje alrededor de uno o más de la pluralidad de tubos de contención en el interior de la formación piramidal. En una implementación, los múltiples tubos de contención flexibles pueden formar una sección de un dique para desviación de inundación. Por ejemplo, múltiples tubos de poliéster recubiertos de vinilo con un diámetro de 19 pulgadas pueden llenarse con agua y apilarse uno encima del otro para crear un dique de desviación temporal. Se pueden apoyar juntas múltiples secciones de dique para formar secciones más largas de dique. Estas secciones temporales pueden erigirse al apilar múltiples tubos de una manera piramidal y llenando cada tubo de contención flexible con agua de la inundación que se aproxima o agua de hidrantes locales (u otros medios). Los tubos de contención se pueden asegurar juntos con flejes de poliéster, y fijarse al suelo con anclajes, tal como un anclaje tipo tornillo (estaca de suelo). Adicionalmente, la barrera de vapor o membrana de plástico pueden envolverse sobre las secciones de dique y/o tejerse a través de los tubos de contención flexibles a medida que se colocan antes del llenado para crear una barrera de filtración (por ejemplo, dentro de la sección de dique y entre secciones de dique de apoyo) y reforzar las secciones de dique. Adicionalmente, los pesos de lámina de suelo y/o anclajes de suelo adicionales pueden asegurar una porción de la barrera de vapor que se extiende hacia el área de contención.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un método para contener un fluido dentro de un área de contención, comprendiendo el método: hacer recaer una barrera de vapor sobre una superficie de suelo; posicionar una pluralidad de tubos de contención en la barrera de vapor en una formación piramidal, comprendiendo cada tubo de contención flexible un cuerpo flexible y configurado para recibir un fluido de llenado; llenar la pluralidad de tubos de contención con el fluido de llenado; extender una primera porción de la barrera de vapor desde una base frontal de la formación piramidal al área de contención a lo largo de la superficie de suelo; y extender una segunda porción de la barrera de vapor para cubrir una cara frontal de la formación piramidal a la superficie de suelo en la base frontal de la formación piramidal, formando la cara frontal de la formación piramidal una porción del área de contención. El método comprende además las etapas de: extender una tercera porción de la barrera de vapor para cubrir la cara trasera de la formación piramidal a la superficie de suelo en una base trasera de la formación piramidal, y tejer la tercera porción de la barrera de vapor alrededor de uno o más de la pluralidad de tubos de contención que forman una cara trasera de la formación piramidal en un interior de la formación piramidal durante el posicionamiento de la pluralidad de tubos de contención.

Tubos de contención de fluidos y estructuras relacionadas de ejemplo

La figura (FIG.) 1 es un diagrama que ilustra un anclaje de barro para asegurar un dique de desviación de acuerdo con una realización de ejemplo. Como se muestra, una sección de dique 100 de desviación incluye un número de tubos 10 de contención flexibles apilados en una forma piramidal. A saber, para una forma tipo pirámide, una capa base incluye un número de tubos, y el número de tubos disminuye a medida que se agregan capas adicionales. Como se muestra, la sección ilustrada de dique 100 de desviación en una configuración piramidal 3-2-1 que tiene una capa base (por ejemplo, primera capa) de tres tubos 10a, 10b, 10c, que disminuye en uno para cada capa subsiguiente (por ejemplo, tubos 10d, 10e en la segunda capa y tubo 10f en la capa superior). Otras configuraciones pueden incluir tubos base adicionales o menos en la primera capa, y pueden tener capas superiores que incluyen más de un tubo. Por ejemplo, se pueden realizar configuraciones piramidales de 4-3-2-1, 5-4-3, 5-3-2-1, etc.

En una realización, los tubos 10 son estructuras de contención de fluidos flexibles colocadas en una configuración deseada tal como singularmente o en una sección 100 de dique en forma piramidal como se ilustra en la figura 1. Los tubos 10 pueden colocarse de extremo a extremo para construir diques de desviación más largos que el cuerpo de tubo mismo. En algunas realizaciones, las secciones 100 de dique pueden estar dispuestas para formar un corral o área cerrada (por ejemplo, un cuadrado, círculo, rectángulo, u otra forma), ya sea para contener fluido para contención o desviar fluidos. En tales casos, la posición de extremos de tubo puede ser escalonada. De este modo, por ejemplo, los extremos de los tubos 10 ilustrados en la figura 1 pueden no ser coplanares, sino escalonados cuando se apoyan juntas secciones de dique de desviación adicionales para crear barreras o ángulos más largos entre una sección de dique y otra.

Un tubo 10 de contención flexible de ejemplo, cuando está lleno, puede tener aproximadamente 100 pies de largo, con un diámetro de 1 pie a más de 3 pies y tener un volumen en exceso de 750,000 galones. Por consiguiente, el peso de tubo puede variar de aproximadamente 3 toneladas a mucho mayor con base en las dimensiones y el material

utilizado para llenarlos (por ejemplo, agua versus hormigón o significativamente más liviano al utilizar un gas). Antes del llenado, el tubo puede enrollarse hacia arriba lo largo de su longitud para almacenamiento y transporte compactos. Debido a su naturaleza flexible, la longitud de cada tubo 10 de contención puede posicionarse cuando está vacía para tomar casi cualquier forma, por ejemplo, un cuadrado, un "7", un arco, etc. para construir las barreras alrededor de las estructuras y evitar obstáculos. Por ejemplo, en áreas donde se necesitan tener en cuenta los árboles, otros obstáculos o límites de tierra, los tubos 10 se pueden posicionar fácilmente alrededor de los árboles u otros obstáculos cuando están vacíos y luego se llenan.

Los tubos 10 mismos están configurados para almacenar fluido tal como agua o gas (por ejemplo, aire), hormigón u otra sustancia, que puede estar fácilmente disponible en el sitio. Las válvulas pueden estar dispuestas en el cuerpo flexible del tubo de contención flexible para recibir fluido desde un acoplamiento a un aparato de llenado que facilita el flujo de fluido al tubo a través de una o más válvulas. Se puede configurar además una válvula para prevenir la liberación no deseada del fluido. Por tanto, una vez colocados alrededor de obstáculos en una configuración deseada, uno o más tubos se pueden llenar a través de un aparato de llenado de fluido acoplado a la válvula. Aparatos de llenado de fluidos de ejemplos pueden incluir una bomba o manguera o tubería, que pueda ser suministrada con fluido mediante una bomba o gravedad, y en el caso de gas, un contenedor o compresor presurizado. En la práctica, por ejemplo, una vez que se coloca una capa base de tubos 10a-c, se pueden llenar a través del aparato de llenado tal como una manguera y bomba acoplados a las válvulas dispuestas en los tubos respectivos, y tubos adicionales (por ejemplo, tubos 10d-f, o tubos de apoyo (no se muestran) pueden colocarse y llenarse subsecuentemente a través del aparato de llenado a medida que se desee para proporcionar contención o desviación de fluidos disponibles por encargo.

Un tubo 10 o número de tubos (por ejemplo, aquellos en una configuración piramidal) se pueden asegurar en una variedad de maneras, varias de las cuales se ilustran por ejemplo para la sección 100 de dique de desviación. De acuerdo con una realización, un tubo 10 puede incluir uno o más bucles 32 de correa acoplados al cuerpo flexible del tubo. Los bucles 32 de correa tienen un diámetro suficientemente grande para acomodar una correa 13 de un ancho dado. Por ejemplo, un bucle 32 de correa dado puede tener un diámetro de 2.75 pulgadas para acomodar una correa 13 con hasta un ancho de 2.5 pulgadas, un diámetro de 3.25 pulgadas para acomodar una correa 13 hasta un ancho de 3 pulgadas y así sucesivamente. Los bucles 32 de correa acoplados al cuerpo flexible de un tubo 10 ayudan a prevenir, con el uso de una correa 13 correspondiente, el desplazamiento de tubos a lo largo de su longitud, y además ayudan a mantener la posición de tubos en su configuración deseada para la sección 100 de dique. Aunque solo se ilustran dos bucles 32, 32b de correa, uno para cada uno de los tubos 10a y 10c, respectivamente, los tubos 10a y 10c pueden incluir bucles 32 de correa adicionales posicionados alrededor y hacia abajo de sus cuerpos flexibles como se desee. Adicionalmente, los otros tubos pueden incluir bucles de correa (no se muestran) para acomodar una correa 13 próxima al cuerpo flexible. Por ejemplo, uno o más de tubos 10b, 10d, 10f y 10e pueden incluir bucles de correa acoplados a sus cuerpos flexibles de tal manera que la correa 13 se pueda insertar a través de los bucles de correa para mantener la posición de los tubos. En formaciones piramidales más grandes, por ejemplo, 4-3-2-1, con tubos 10 interiores no próximos a una correa 13 dada envuelta alrededor del exterior de la sección de dique, una correa puede estar entretejida entre los tubos y/o se pueden utilizar correas de adición. Por ejemplo, se puede utilizar una primera correa para envolver alrededor del exterior de una sección de dique 4-3-2-1 y una segunda correa utilizada para envolver alrededor de la porción 3-2-1, que se puede insertar además a través de bucles de correa acoplados a tubos que forman la capa base de 4 tubos.

Como se muestra, la correa 13 se enruta a través de los bucles 32a, 32b de correa de tubos 10a y 10c, respectivamente, y alrededor de la sección 100 de dique para asegurar los tubos 10 de la sección de dique juntos. Aunque no se muestra, la correa 13 puede enrutarse a través de cualquier número adicional de bucles de correa (tampoco se muestra) de los otros tubos. Aunque, como se describió anteriormente, los bucles 32 de correa y correa 13 ayudan a prevenir el desplazamiento de tubo a lo largo de su longitud y mantienen los tubos en su configuración deseada para la sección 100 de dique, no previenen el desplazamiento de toda la sección 100 de dique con respecto al suelo 101.

En una realización, los anclajes 3 de barro asegurados al suelo 101 ayudan a prevenir el desplazamiento de un tubo individual o sección 100 de dique con respecto al suelo 101. Como se muestra, se puede colocar un anclaje de barro (por ejemplo, 3a y 3b) adyacente al cuerpo de un tubo (por ejemplo, 10a y 10c) en los bordes del nivel base a lo largo de su longitud. El anclaje 3a de barro de ejemplo incluye un mecanismo de aseguramiento al suelo, tal como una estaca 5 y porción 7 de accionamiento de estaca. Por ejemplo, la porción 7 de accionamiento puede ser una abertura en el anclaje 3a de barro para recibir la estaca 5. La configuración de la estaca 5 y la porción 7 de accionamiento pueden ser de tal manera que la porción de accionamiento pueda recibir la punta y árbol de la estaca accionada en el suelo 101, pero no el otro extremo de la estaca. De esta forma, una vez que la estaca 5 se acciona suficientemente hacia el suelo 101 a través de la porción 7 de accionamiento, el anclaje 3a no se puede extraer de la estaca 5. En otras palabras, una vez que la estaca 5 se acciona en el suelo 101 a través de la porción 7 de accionamiento de estaca, el anclaje 3a de barro permanece seguro al suelo 101 hasta que la estaca 5 se extrae del suelo 101.

Realizaciones de una estaca 5 pueden diferir con base en la composición del suelo 101. Por ejemplo, una estaca 5 para una superficie de suelo de hormigón puede diferir de una estaca para tierra, arcilla, arena, etc. Adicionalmente, se pueden elegir diferentes longitudes de estacas 5 para alcanzar una cierta profundidad en el suelo 101 con base en el tipo de suelo. Por ejemplo, una estaca 5 para hormigón puede ser de una longitud más corta que una estaca para

tierra, sin embargo, pueden proporcionar resistencia similar a la extracción. La estaca 5 puede configurarse con un resalte helicoidal que comienza en la punta accionada hacia el suelo 101 y que se extiende hacia arriba del árbol hacia el extremo opuesto, similar al de un tornillo, de tal manera que la rotación de la estaca en una dirección acciona la punta de la estaca además hacia el suelo 101 y la rotación de la estaca en la dirección opuesta hace retroceder la estaca fuera del suelo.

Un anclaje 3 de barro puede incluir un bucle 9 de correa dispuesto en el anclaje de barro, a través del cual la correa 13 alrededor de los tubos 10 se puede enrutar a través o unir de otro modo (por ejemplo, en un extremo de la correa). Un bucle 9 de correa puede configurarse con un diámetro similar al bucle de correa (por ejemplo, 32a) para recibir la correa 13. La inclusión del bucle 9 de correa asegura el anclaje 3 de barro contra el tubo 10 adyacente y el tubo contra el anclaje. Por ejemplo, como se muestra, la correa 13 se enruta a través del bucle 9 de correa de anclaje 3a de barro para asegurar el anclaje 3a de barro contra el cuerpo de tubo 10a. En algunas realizaciones, solo se pueden usar estacas 5, en cuyo caso los extremos superiores de las estacas 5 incluyen un bucle de correa para recibir la correa 13. Un bucle de correa de ejemplo en el extremo superior de una estaca 5 puede ser un ojo de metal, o gancho que tenga un diámetro o abertura suficiente para recibir la correa 13 misma.

Se pueden colocar uno o más anclajes de barro adicionales (no se muestran) a lo largo de la longitud del cuerpo del tubo 10a como se desee. Adicionalmente, como se muestra, los anclajes 3a, 3b de barro, se pueden colocar a cada lado de una sección 100 de dique (o, en otras realizaciones, un tubo individual) a lo largo de su longitud. El anclaje 3b de barro puede configurarse de una manera similar a la del anclaje 3a de barro para asegurar el anclaje 3b contra el tubo 10c y al suelo 101 para prevenir desplazamiento de la sección 100 de dique con respecto al suelo.

El número de anclajes 3 por longitud de sección 100 de dique puede depender de la longitud de la sección de dique, y la altura de la sección de dique. Cuanto más alta es la sección 100 de dique, más anclajes 3 pueden usarse debido a que la fuerza horizontal del fluido contenido en la sección de dique aumenta con profundidad del fluido contenido. Esta fuerza horizontal se conoce como presión hidrostática, o H_k , que se caracteriza por el peso específico del fluido (r) contenido y el cuadrado de la profundidad (h) del fluido contenido. Específicamente, $H_k = (r/2) * h^2$ con una línea de acción de H_k en $h/3$ por encima de la base de la sección de dique. La sección 100 de dique debe resistir la presión hidrostática para permanecer en su lugar. Refiriéndose brevemente a la figura 9, se muestra un gráfico que ilustra el crecimiento exponencial de fuerza (en 1000lbs) por 10 pies de sección 100 de dique debido a la presión hidrostática con aumento de altura en pulgadas del fluido contenido. En una realización, se utilizan aproximadamente tres anclajes 3, cada uno con una estaca que proporciona 2-10 toneladas de fuerza de aseguramiento por 100 pies de longitud de sección 100 de dique por tubo 10 en una configuración piramidal (ya que el número de tubos se correlaciona con la altura de la sección de dique y de este modo la altura posible del fluido contenido). En el esquema de aseguramiento anterior, se puede incorporar un factor de seguridad para proteger contra fuerzas horizontales adicionales tal como oleaje que aumenta la fuerza que una sección 100 de dique debe resistir sobre la presión hidrostática sola. Por ejemplo, si la fuerza de aseguramiento proporcionada por el número de estacas utilizadas por sección de dique coincide estrechamente con la presión hidrostática, el peso de los tubos mismos en conjunto con las otras características de refuerzo descritas aquí (por ejemplo, inclusión de una barrera de vapor que se extiende hacia el área de contención) puede proporcionar un factor de seguridad suficiente.

La figura 2 es un diagrama que ilustra un anclaje de barro para asegurar una barrera 15 de vapor de acuerdo con una realización de ejemplo. El anclaje 3 de barro que se muestra en la figura 2 puede ser de una configuración similar a la de la figura 1. Por ejemplo, el anclaje 3 de barro puede incluir un bucle de correa (no se muestra) para asegurar el anclaje contra el tubo 10a con una correa, que puede envolverse alrededor de la sección 200 de dique o a través de tubos 10 dentro de la sección de dique. Los tubos 10 mismos de sección 200 de dique se muestran con una configuración similar a la de la figura 1.

Sobre la realización de la figura 1, la sección 200 de dique ilustrada en la figura 2 incluye una barrera 15 de vapor para proporcionar resistencia adicional contra la intrusión de fluido a través de la sección 200 de dique. En una realización, la barrera 15 de vapor es un material estanco al agua, tal como Poly Visqueen u otro material que previene la intrusión de fluido a través de su superficie. En una realización, el Poly Visqueen está entre 2-15 milímetros en grosor. En algunas realizaciones, el Poly Visqueen está reforzado, por ejemplo, con un material de cincha embebido tal como hilos de nailon (por ejemplo, cuerda).

La barrera 15 de vapor puede envolverse sobre, debajo, y/o a través de los tubos de una sección 200 de dique dependiendo de la configuración. Adicionalmente, la barrera 15 de vapor puede extenderse a lo largo de una porción o toda la longitud de la sección 200 de dique, y puede incluir múltiples secciones superpuestas para extenderse sobre toda la longitud o porción de la sección de dique. En una realización, la barrera 15 de vapor se extiende sobre una longitud de la sección 200 de dique donde los extremos de tubo se apoyan unos contra otros (por ejemplo, en un cruce de dos secciones 200 de dique) para crear secciones de dique más largas que los tubos 10 mismos. El cruce de dos secciones 200 de dique puede estar en una línea, en un ángulo, u otra configuración. En el caso de una sección 200 de dique piramidal, uno o más tubos pueden estar escalonados para facilitar una curva (por ejemplo, tubos 10b, 10c, 10e en el interior de la barrera pueden estar escalonados hacia atrás desde los tubos 10a, 10d, 10f para una curva derecha). De manera similar, los tubos correspondientes de una sección de dique adicional pueden configurarse (por

ejemplo, escalonados) de tal manera que se apoyen en los tubos 10 de sección 200 de dique para formar un cruce que se curva hacia la derecha.

5 Una configuración de barrera 15 de vapor puede incluir una porción que se extiende desde debajo de la parte trasera 15b de la sección 200 de dique y una porción que se extiende hacia arriba de la parte frontal 15a de la sección de dique desde la base frontal de la sección de dique que forma parte del área de contención. En la configuración ilustrada, la barrera 15 de vapor se extiende debajo del anclaje 3 de barro, que asegura la barrera 15 de vapor al suelo 101 a través del accionamiento de estaca 5 al suelo 101 a través de la barrera de vapor. Adicionalmente, la barrera 15 de vapor puede doblarse en la porción 15b trasera de tal manera que una porción 15a frontal pueda extenderse hacia arriba de la cara frontal de la sección 200 de dique desde la base frontal de la sección de dique y una porción 15c adicional pueda extenderse desde la base frontal de la sección de dique a lo largo del suelo 101 hacia el área de contención de fluido. La porción 15c adicional puede extenderse 1-3 yardas o más desde la base frontal de la sección 200 de dique dentro del área de contención para mitigar la erosión del suelo 101 debajo de la sección 200 de dique por el fluido contenido. La porción 15c adicional se puede asegurar en el extremo extendido al suelo 101 con anclajes de barro adicionales y/o con pesas (no se muestran).

20 El anclaje 3 de barro puede configurarse con una cara 8 en pendiente para proporcionar una inclinación gradual que lleva al cuerpo del tubo 10a adyacente para que la porción 15a de la barrera de vapor recaiga a medida que se extiende hacia arriba de la cara frontal de la sección 200 de dique desde la base frontal que forma el área de contención. Adicionalmente, la porción 7 de accionamiento del anclaje 3 de barro puede configurarse de tal manera que el extremo de accionamiento de la estaca 5 no se extienda más allá de la cara 8 en pendiente del anclaje 3 de barro. De una forma tal, se puede mitigar la rasgadura o perforación de la porción 15a de la barrera de vapor que lleva a la cara frontal de la sección 200 de dique dentro del área de contención.

25 La figura 3A es un diagrama que ilustra una configuración de barrera 15 de vapor al construir un dique de desviación de acuerdo con una realización de ejemplo. Los anclajes 3a, 3b de barro mostrados en la figura 3A pueden ser de una configuración similar a la de la figura 1. Por ejemplo, los anclajes 3a, 3b de barro pueden incluir un bucle de correa (no se muestra) para asegurar el anclaje contra tubos 10a, 10c, respectivamente, con una correa, que puede ser envuelta alrededor de la sección 300a de dique o a través de tubos 10 dentro de la sección de dique. Los tubos 10 mismos de la sección 300a de dique se muestran con una configuración similar a la de la figura 1.

35 Sobre la realización de la figura 1, la sección 300a de dique ilustrada en la figura 3A incluye una barrera 15 de vapor para proporcionar resistencia adicional contra la intrusión de fluido a través de la sección 300a de dique. En una realización, la barrera 15 de vapor es un material estanco al agua, tal como Poly Visqueen u otro material que previene la intrusión de fluido a través de su superficie. En una realización, el Poly Visqueen está entre 5-15 milímetros en grosor. En algunas realizaciones, el Poly Visqueen está reforzado, por ejemplo, con un material de cincha embebido tal como hilos de nailon (por ejemplo, cuerda).

40 La barrera 15 de vapor puede envolverse sobre, debajo, y/o a través de los tubos de una sección 300a de dique dependiendo de la configuración. Adicionalmente, la barrera 15 de vapor puede extenderse a lo largo de una porción o toda la longitud de la sección 300a de dique, y puede incluir múltiples secciones superpuestas para extenderse sobre toda la longitud o porción de la sección de dique. En una realización, la barrera 15 de vapor se extiende sobre una longitud de la sección 300a de dique donde los extremos de tubo se apoyan unos contra otros (por ejemplo, en un cruce de dos secciones 300a de dique) para crear secciones de dique más largas que los tubos 10 mismos. El cruce de dos secciones 300a de dique puede estar en una línea, en un ángulo, u otra configuración. En el caso de una sección 300a de dique piramidal, uno o más tubos pueden escalonarse para facilitar una curva (por ejemplo, tubos 10b, 10c, 10e en el interior de la barrera pueden estar escalonados hacia atrás desde los tubos 10a, 10d, 10f para una curva derecha). De manera similar, los tubos correspondientes de una sección de dique adicional pueden configurarse (por ejemplo, escalonados) de tal manera que se apoyen en los tubos 10 de sección 300a de dique para formar un cruce que se curva hacia la derecha.

50 Una configuración de barrera 15 de vapor puede incluir una porción que se extiende desde debajo de la parte trasera 15b de la sección 300a de dique y hacia arriba de la parte frontal 15a de la sección de dique desde la base frontal de la sección de dique que forma parte del área de contención. Como se muestra en la configuración ilustrada, la barrera 15 de vapor se extiende debajo del anclaje 3a de barro, que asegura la barrera 15 de vapor al suelo 101 a través del accionamiento de la estaca 5 al suelo 101 a través de la barrera 15 de vapor. Adicionalmente, la barrera 15 de vapor puede doblarse en la porción 15b trasera de tal manera que una porción 15a frontal pueda extenderse hacia arriba de la cara frontal de la sección 300a de dique desde la base frontal de la sección de dique y una porción 15c adicional puede extenderse desde la base frontal de la sección de dique a lo largo del suelo 101 en el área de contención de fluidos. La porción 15c adicional puede extenderse 1-3 yardas o más desde la base frontal de la sección 300a de dique dentro del área de contención para mitigar la erosión del suelo 101 debajo de la sección 300a de dique por el fluido contenido. La porción 15c adicional se puede asegurar en el extremo extendido al suelo 101 con anclajes de barro adicionales y/o con pesas (no se muestran).

65 En una realización, el anclaje 3a de barro está configurado con una cara en pendiente para proporcionar una inclinación gradual que lleva al cuerpo del tubo 10a adyacente para que la porción 15a de la barrera 15 de vapor

recaiga a medida que se extiende hacia arriba de la cara frontal de la sección 300a de dique desde la base frontal que forma el área de contención. Adicionalmente, en algunas realizaciones una porción de accionamiento (no se muestra) del anclaje 3a de barro a través del cual se acciona la estaca 5 está configurada de tal manera que el extremo de accionamiento de la estaca 5 no se extienda más allá de la cara en pendiente del anclaje de barro. De una forma tal, se puede mitigar la rasgadura o perforación de la porción 15a de barrera de vapor que lleva a la cara frontal de la sección 300a de dique dentro del área de contención.

En la realización ilustrada en la figura 3A, un segundo anclaje 3b de barro asegurado al suelo 101 a través del accionamiento de estaca 17 asegura además el extremo trasero de porción 15b de la barrera 15 de vapor al suelo 101, por ejemplo, a través del posicionamiento del extremo trasero de la porción 15b de la barrera 15 de vapor debajo del anclaje 15b de barro en la base trasera de la sección 300a de dique y el accionamiento de estaca 17 a través del extremo trasero de porción 15b del vapor hacia el suelo. Adicionalmente, la porción 15a de barrera de vapor que se extiende hacia arriba de la cara frontal de la sección 300a de dique desde la base frontal de la sección de dique está asegurada sobre la parte superior de la sección 300a de dique al anclaje 3b de barro, por ejemplo, a través de una correa 19 de conexión a la estaca 17 o a un bucle de correa (no se muestra) del anclaje 3b de barro. En algunas realizaciones, la porción 15a frontal de la barrera 15 de vapor puede ser de longitud suficiente para extenderse sobre la parte superior de la sección 300a de dique y hasta la base trasera de la sección de dique para ser asegurada a o a través del anclaje 3b de barro sin la ayuda de una correa 19 de conexión. En cualquier caso, la barrera 15 de vapor está asegurada al suelo 101 a través de anclajes de barro, estacas y/o correas.

Asegurar la barrera 15 de vapor al suelo 101 en ambos lados de una sección 300a de dique de uno o más tubos 10 proporciona algunos beneficios inesperados. Los tubos 10 mismos también se pueden asegurar al suelo 101 (por ejemplo, como se explica con referencia a la figura 1). De este modo, por ejemplo, en casos donde la barrera 15 de vapor es impermeable al fluido, tal como en el caso de una barrera de vapor construida de Poly Visqueen, los tubos 10 solo necesitan proporcionar forma a la sección 300a de dique ya que la porción de barrera 15a de vapor que se extiende hacia arriba de la cara frontal de la sección de dique desde la base frontal dentro del área de contención previene sustancialmente la transferencia de fluido a través de la sección de dique. Por consiguiente, en una configuración tal como la ilustrada en la figura 3A, los tubos 10 pueden llenarse con una sustancia de densidad sustancialmente diferente que el fluido que está contenido. Por ejemplo, al considerar la contención de un fluido tal como agua, los tubos 10 pueden llenarse con aire u otro gas. A medida que el fluido contenido sube contra la porción 15a frontal de la barrera de vapor, la presión del fluido aumenta con la profundidad para comprimir la porción frontal de la barrera de vapor debajo de la superficie del fluido contenido contra el cuerpo de tubo 10a, luego el tubo 10d, y así sucesivamente. Debido a la forma piramidal de la sección 300a de dique y la porción 15a frontal de la barrera de vapor impermeable que se presiona contra los tubos a lo largo de la cara frontal de la sección de dique dentro del área de contención, a medida que aumenta la profundidad del fluido contenido, se desarrolla una columna de fluido contenido sobre porciones de los tubos en los niveles inferiores de la cara frontal de la sección de dique debajo de la superficie del fluido contenido. Por ejemplo, una columna de fluido contenido se desarrolla sobre una porción de tubo 10a, luego 10b, y así sucesivamente a medida que caen debajo de la superficie del fluido contenido cuando aumenta la profundidad de fluido contenido. El peso de una columna de fluido contenido sobre una porción de un tubo debajo de la superficie del fluido contenido aumenta con la profundidad del fluido contenido (es decir, debido a que la altura de la columna aumenta con la profundidad del fluido contenido). Como la porción 15a frontal de la barrera de vapor es impermeable al fluido contenido, el peso de la columna de fluido que se desarrolla sobre una porción de un tubo (por ejemplo, 10a) presiona hacia abajo en el tubo por medio de la barrera de vapor. Esta fuerza descendente del peso del fluido contenido que actúa sobre los tubos de nivel inferior, por ejemplo, tubo 10a, a través de la parte frontal 15a de la barrera de vapor actúa para ayudar a prevenir el desplazamiento de la sección 300a de dique. Por ejemplo, la fuerza descendente funciona en sintonía con uno o más anclajes, estacas, y/o correas que aseguran la sección 300a de dique para prevenir que el fluido contenido genere una fuerza horizontal suficiente para sacar la sección de dique. Adicionalmente, debido a la fuerza descendente generada al configurar una sección 300a de dique de esta manera, en algunas realizaciones los tubos 10 pueden llenarse con un fluido que tiene una densidad menor que el fluido contenido. Específicamente, debido a que los tubos a lo largo de la cara frontal de la sección 300a de dique dentro del área de contención son presionados de manera descendente al suelo 101 (y contra tubos de nivel inferior) por el fluido contenido mismo a medida que la superficie del fluido contenido sube, la mitigación de la intrusión del fluido contenido debajo y/o a través de la sección de dique y resistencia de dique se mejoran enormemente de tal manera que se puede reducir la densidad del fluido que llena los tubos y/o resistencia de anclaje. De una forma tal, mientras que llenar completamente los tubos con gas puede no implementarse en la práctica, la cantidad de fluido utilizado para llenar los tubos 10 puede reducirse sustancialmente a través del llenado parcial con, por ejemplo, agua y llenado parcial con, por ejemplo, aire sin reducir la efectividad de la sección 300a de dique.

La figura 3B1 y figura 3B2 son diagramas que ilustran una configuración de barrera 15 de vapor al construir un dique de desviación de acuerdo con realizaciones de ejemplo. Las estacas 17a y 17b, aunque no se muestran, se pueden accionar a través de un anclaje de barro para asegurar la barrera 15 de vapor al suelo 101. En algunas realizaciones, la estaca 17a y/o estaca 17b no se utilizan para asegurar la barrera 15 de vapor al suelo 101 debido a que el peso de los tubos 10 mantiene la barrera de vapor al suelo. Por ejemplo, solo se pueden implementar estacas 17a frontales para asegurar la barrera 15 de vapor al suelo 101. Los tubos 10 mismos de sección 300b de dique se muestran con una configuración similar a la de la figura 1.

La sección 300b de dique ilustrada en la figura 3B1 incluye una barrera 15 de vapor para proporcionar resistencia adicional contra la intrusión de fluido a través de la sección 300b de dique y un refuerzo adicional de la sección 300b de dique. En una realización, la barrera 15 de vapor es un material estanco al agua, tal como Poly Visqueen, para prevenir la intrusión de fluido contenido a través de su superficie.

La barrera 15 de vapor puede envolverse sobre, debajo, y/o a través de los tubos de una sección 300b de dique dependiendo de la configuración. Adicionalmente, la barrera 15 de vapor puede extenderse a lo largo de una porción o toda la longitud de la sección 300b de dique, y puede incluir múltiples secciones superpuestas para extenderse sobre toda la longitud o porción de la sección de dique. En una realización, la barrera 15 de vapor se extiende sobre una longitud de la sección 300b de dique donde los extremos de tubo se apoyan unos contra otros (por ejemplo, en un cruce de dos secciones 300b de dique) para crear secciones de dique más largas que los tubos 10 mismos. El cruce de dos secciones 300b de dique puede estar en una línea, en un ángulo, u otra configuración. En el caso de una sección 300b de dique piramidal, uno o más tubos pueden escalonarse para facilitar una curva (por ejemplo, tubos 10b, 10c, 10e en el interior de la barrera pueden estar escalonados hacia atrás desde los tubos 10a, 10d, 10f para una curva derecha). De manera similar, los tubos correspondientes de una sección de dique adicional pueden configurarse (por ejemplo, escalonados) de tal manera que se apoyen en los tubos 10 de sección 300b de dique para formar un cruce que se curva hacia la derecha.

Sobre la realización de la figura 3A, la barrera 15 de vapor en la figura 3B1 incluye una porción 15b que se extiende desde debajo de la base frontal de la sección 300b de dique hasta la base trasera de la sección de dique, una porción 15d que se envuelve alrededor de la parte trasera y sobre la parte superior de la sección de dique, y una porción 15a que se extiende desde la parte superior de la sección de dique hacia abajo de la cara frontal de la sección 300b de dique hasta la base frontal de la sección de dique con una porción 15c que continúa extendiéndose a lo largo del suelo 101 desde la base frontal de la sección de dique hacia el área de contención de fluido. Como se muestra, la barrera 15 de vapor se puede asegurar al suelo 101 mediante la estaca 17a de suelo en la parte frontal, y opcionalmente una estaca 17b adicional en la parte trasera, que se puede accionar a través de anclajes de suelo (no se muestra). La porción 15c de la barrera de vapor que se extiende fuera en frente de la sección 300b de dique puede extenderse 1-3 yardas o más desde la base frontal de la sección de dique hacia el área de contención para mitigar la erosión del suelo 101 debajo de la sección 300b de dique. La porción 15c de la barrera de vapor que se extiende hacia el área de contención puede asegurarse al suelo 101 próxima a la base frontal de la sección 300b de dique y en su extremo. Por ejemplo, la porción 15c de la barrera de vapor se puede asegurar próxima la cara frontal en la base frontal de la sección 300b de dique y en el extremo extendido al suelo 101 con anclajes de barro y estacas adicionales (no se muestran) y/o con pesas 31a y 31b, respectivamente, como se muestra.

En la realización ilustrada, la porción 15a de la barrera de vapor que se extiende hacia abajo de la cara frontal de la sección 300b de dique y la porción 15c de la barrera de vapor que continúa extendiéndose en el área de contención desde la base frontal de la sección de dique proporciona algunos beneficios inesperados al resistir la presión hidrostática del fluido contenido contra la sección 300b de dique. Específicamente, con el peso de la columna de fluido contenido empujando hacia abajo sobre la porción 15c de la barrera de vapor, así como hacia abajo sobre la porción 15a de la barrera de vapor que se extiende hacia abajo de la cara frontal de la sección 300b de dique que está debajo de la superficie del fluido contenido, el efecto resultante de la fuerza descendente de la columna de fluido sobre la barrera de vapor es similar a una persona de pie (por ejemplo, el peso del fluido) en una tabla (por ejemplo, la barrera 15 de vapor) mientras está intentando simultáneamente levantar la tabla (por ejemplo, la fuerza lateral debida a presión hidrostática contra la cara frontal de la sección 300b de dique). Volviendo brevemente a la figura 10, se muestra un diagrama para ilustrar la fuerza descendente de un fluido (agua) contenido de ejemplo en libras por pie de longitud de la sección de dique en un dique con una relación de 1V(vertical): 1H(horizontal) en comparación con la fuerza lateral del fluido contenido en libras por pie de longitud de sección de dique. La relación 1V:1H representa una sección de dique de ejemplo que tiene una cara frontal con una pendiente de 45 grados, por ejemplo, aproximación de una sección de dique en forma piramidal donde por cada pie en altura vertical de dique, la base frontal del dique se extiende horizontalmente un pie hacia el área de contención. La fuerza descendente generada por un fluido contenido debido a la altura de columna aumenta junto con la fuerza horizontal de presión hidrostática a medida que sube la altura de un fluido contenido. La fuerza descendente es caracterizada por el peso específico del fluido (ρ) contenido, la profundidad (h) del fluido contenido, y la relación del dique vertical a horizontal. Para el ejemplo de relación de 1V:1H, la fuerza descendente generada por el fluido con profundidad (h) equivale a $\rho/2 \cdot h^2$. De este modo, como la presión hidrostática actúa lateralmente (por ejemplo, horizontalmente) contra la cara frontal de la sección 300b de dique, la fuerza descendente de la columna de agua en sección 15c y la cara 15a frontal en pendiente de la barrera de vapor (y de este modo en los tubos) ayuda a resistir el movimiento de dique debido a la fuerza lateral de la presión hidrostática.

Continuando con la figura 3B1, como se muestra, la porción 15d de barrera de vapor que se extiende hacia arriba de la cara trasera desde la base trasera hasta la parte superior de la sección 300b de dique puede enrutarse entre uno o más de los tubos 10 dentro del interior de la sección de dique para ayudar a resistir la acción de tracción de la fuerza descendente de la columna de agua sobre la porción 15a de barrera de vapor que se extiende hacia abajo de la cara frontal de la sección de dique. La figura 3B2 ilustra una configuración alternativa en la que la porción 15d de barrera de vapor que se extiende hacia arriba de la cara trasera no se enruta a través del interior entre uno o más de los tubos 10 dentro del interior de la sección 300b de dique. En este ejemplo, la una o más estacas y/o anclajes de suelo y peso

de los tubos 10 en la porción 15b de la barrera de vapor que se extiende debajo de la sección 300b de dique resisten la acción de tracción de la fuerza descendente en la porción 15a de la barrera de vapor que se extiende hacia abajo de la cara frontal de la sección de dique. La configuración ilustrada en la figura 3B2 puede ser más sencilla de implementar cuando el peso de los tubos y/o estacas y anclajes proporcionan resistencia suficiente para resistir la acción de colocación.

La figura 3C1 y figura 3C2 son diagramas que ilustran una configuración de barrera 15 de vapor al construir una sección de dique de desviación de acuerdo con realizaciones de ejemplo. Específicamente, la figura 3C1 y figura 3C2 ilustran beneficios adicionales de construcción de diques de desviación similares a los ilustrados en las figuras 3B1 y 3B2 cuando el fluido contenido se escapa debajo y/o a través de la porción 15a de barrera de vapor en la cara frontal de una sección de dique y/o la porción 15c de la barrera de vapor que se extiende dentro del área de contención.

Como se muestra en la figura 3C1, puede existir una brecha 33 de filtración entre la porción 15b de la barrera de vapor que se extiende desde la base frontal de la sección 300c de dique debajo del tubo 10c hasta la base trasera y las porciones 15a, 15c de la barrera de vapor que se extiende hacia abajo de la cara frontal hasta el base frontal y en el área de contención. A medida que el nivel 35a del fluido 32 contenido sube dentro del área de contención, el fluido contenido puede filtrarse en el suelo 101 más allá de la porción 15c de barrera de vapor que se extiende hacia el área de contención. A su vez, el fluido contenido puede escaparse hacia arriba desde el suelo 101 a través de la brecha 33 y hacia el interior 34 de la barrera de vapor que envuelve los tubos 10. Adicionalmente, el fluido contenido puede escaparse hacia el interior 34 en secciones superpuestas de la barrera 15 de vapor a lo largo de la sección 300c de dique o a través de perforaciones que pueden ocurrir en la porción 15c extendida de la barrera de vapor en el área de contención y/o porción 15a de la barrera de vapor que se extiende hacia abajo de la cara frontal.

Mientras que la porción 15b de la barrera de vapor que se extiende debajo de la sección 300c de dique permanezca asegurada y la porción 15b y porción 15d de la barrera de vapor permanezcan relativamente libres de perforaciones (es decir, las perforaciones no permiten escape de fluido más rápidamente que la tasa de filtración hacia el interior 34 de la sección de dique), el fluido de escape está contenido sustancialmente dentro del interior de la sección de dique mediante la barrera 15 de vapor. A su vez, un nivel 35b del fluido de escape dentro del interior 34 de la sección 300c de dique puede subir a un nivel sustancialmente similar al nivel 35a superficial del fluido contenido.

La filtración de fluido 32 contenido desde el área de contención hacia el interior 34 de la sección 300c de dique puede aparecer al principio como un fallo de la sección 300c de dique, sin embargo, este no es el caso cuando la barrera 15 de vapor retiene de manera suficiente el fluido de escape dentro el interior 34. De hecho, se obtienen algunos beneficios inesperados en tales casos. A medida que sube el nivel 35b del fluido dentro del interior 34 de la sección 300c de dique, contrarresta la presión hidrostática en la cara frontal de la sección de dique debido al nivel 35a de fluido contenido dentro del área de contención. Específicamente, mientras que el fluido 32 contenido dentro del área de contención genera una fuerza lateral (que puede desplazar toda la sección de dique) que actúa sobre la cara frontal de la sección 300c de dique, también lo hace el fluido dentro del interior 34 de la sección de dique, pero en la dirección opuesta. De hecho, cuando el nivel 35b de fluido dentro del interior 34 es sustancialmente igual al nivel 35a de fluido 32 contenido dentro del área de contención, la fuerza lateral que empuja la porción 15a de la barrera de vapor lejos de la cara frontal (por ejemplo, fuera en el área de contención) desde dentro del interior debido al nivel de fluido dentro del interior neutraliza sustancialmente la fuerza lateral que empuja la porción 15a de la barrera de vapor hacia la cara frontal debido al nivel de fluido dentro del área de contención. Por consiguiente, cuando sube el nivel 35b de fluido dentro de la sección 300c de dique, debido a que se reduce la fuerza del fluido 32 contenido en la cara frontal de la sección de dique es menos probable que la sección de dique se desplace.

Aunque la fuerza contra la cara frontal de la sección 300c de dique debido a la presión hidrostática del fluido 32 contenido puede mitigarse cuando sube un nivel 35b de fluido dentro del interior 34 de la sección de dique, el fluido dentro del interior genera una fuerza lateral que actúa hacia afuera desde el interior de la sección de dique en la porción 15d de la barrera de vapor en la cara trasera de la sección de dique. Por esta razón, realizaciones de la barrera 15 de vapor pueden incluir cincha para refuerzo para aumentar la durabilidad. La barrera 15 de vapor y correas de aseguramiento (no se muestran) alrededor de la sección 300c de dique resisten esta fuerza hidrostática debido al nivel 35b de fluido dentro del interior. De manera importante, la fuerza sobre la porción 15b de la barrera de vapor desde dentro del interior de la sección 300c de dique debido a la presión hidrostática del nivel 35b de fluido no actúa para desplazar la sección de dique. Tejer la barrera 15 de vapor alrededor de uno o más tubos 10 dentro del interior 34 (por ejemplo, como se muestra en la figura 3B1) ayuda a resistir la fuerza hidrostática desde el nivel 35b de fluido interior 34 y de este modo puede reducir la posibilidad de que la barrera 15 de vapor se desplace debido a la presión hidrostática del fluido dentro del interior 34. Por ejemplo, en realizaciones donde la barrera 15 de vapor enrutada entre uno o más de los tubos 10 dentro del interior de la sección de dique (por ejemplo, como se muestra en la figura 3B1), aumentando el nivel 35b de fluido dentro del interior 34 de la sección de dique puede producir que se forme una columna de agua en la parte superior de una o más porciones de la barrera de vapor (por ejemplo, la porción debajo del tubo 10f) dentro del interior, que proporciona presión descendente debido al peso de la columna de fluido (por ejemplo, similar a la fuerza descendente en la cara frontal de la sección de dique). Esta presión descendente sobre la barrera 15 de vapor enrutada dentro del interior presiona la barrera de vapor hacia abajo contra tubos de nivel inferior lo que mitiga el desplazamiento de la barrera de vapor, tubos 10, y la sección 300c de dique misma cuando se produce filtración.

A medida que sube el nivel 35b de fluido dentro del interior 34, la porción 15d de la barrera de vapor puede abultarse debido a la fuerza hidrostática que actúa hacia afuera. Adicionalmente, el peso de la columna de fluido dentro del interior 34 ejerce una fuerza que actúa hacia abajo sobre las áreas abultadas y porción 15b de la barrera de vapor. La combinación de fuerza descendente y el abultamiento actúan para sellar las porciones 15d, 15b de la barrera de vapor contra el suelo 101 en la cara trasera de la sección 300c de dique, ayudando de manera beneficiosa a prevenir que el fluido rompa la sección de dique. La figura 3C2 ilustra los principios anteriores en la práctica.

La figura 3C2 ilustra una sección 300d de dique piramidal 2-1 construida de acuerdo con los principios descritos en relación con la figura 3C1. Como se muestra, la sección 300d de dique contiene un fluido 32 dentro del área de contención y una barrera 15 de vapor envuelta alrededor de la sección de dique. La barrera 15 de vapor incluye una porción 15b que se extiende desde la parte frontal de la sección 300d de dique debajo del tubo 10x y luego debajo del tubo 10y hasta la parte trasera de la sección 300d de dique. La porción 15b de la barrera de vapor continúa en la porción 15d de la barrera de vapor, que se envuelve alrededor del tubo 10y en la parte trasera de la sección 300d de dique al tubo 10z en la parte superior de la sección de dique y continúa en la porción 15a de la barrera de vapor. La porción 15a de la barrera de vapor se extiende desde la parte superior hasta la sección 300d de dique hacia abajo de la cara frontal, y puede incluir una porción extendida (ahora se muestra) que se extiende a lo largo del suelo 101 hacia el área de contención.

La estaca 17a asegura el anclaje 3a al suelo 101 con la correa 13a acoplada al anclaje y envuelta alrededor los tubos para asegurar la sección 300d de dique al suelo en la parte trasera. La correa 13a puede envolverse alrededor de la barrera 15 de vapor y tubos 10 desde la parte trasera de la sección 300d de dique hasta un anclaje y/o estaca (no se muestra) en la parte frontal de la sección de dique con el fin de asegurar adicionalmente la sección de dique al suelo. Se pueden implementar anclajes, estacas, y correas adicionales a lo largo de la longitud de parte trasera de la sección 300d de dique en un intervalo dado junto con anclajes y estacas correspondientes en la parte frontal de la sección de dique (no se muestra). Por ejemplo, el anclaje 3b, estaca 17b, y correa 13b pueden asegurar la sección 300d de dique a un intervalo de 10 pies o mayor del anclaje 3a. El anclaje 3c, estaca 17c, y correa 13c pueden asegurar la sección 300d de dique en el mismo intervalo, por ejemplo, 10 pies. De este modo, en el presente ejemplo, asegurando una longitud de 30+ pies de una sección 300d de dique para contener fluido 32 dentro del área de contención. El intervalo en el que se posicionan los anclajes, estacas, y correas puede variar con base en la altura de la sección 300d de dique, composición del suelo, y si el fluido contenido puede producir ondas que actúan sobre la sección de dique.

Como se muestra, el fluido 32 del área de contención se ha escapado en el interior 34 de la sección 300d de dique al nivel 35b, que puede ser sustancialmente similar al nivel 35a de fluido en el área de contención. Por consiguiente, la porción 15d de la barrera de vapor en la parte trasera de la sección 300d de dique se abulta 37 debido a la fuerza de la presión hidrostática del nivel 35b de fluido dentro del interior 34 que actúa hacia afuera desde dentro del interior 34 de la sección 300d de dique. La fuerza descendente debida a la columna de fluido dentro del interior 34 presiona la parte inferior de bultos 37 en porción 15d de la barrera de vapor contra el suelo 101, lo que ayuda a mitigar la filtración de fluido a través y debajo de la parte trasera de la sección 300d de dique tanto desde el interior 34 de la sección de dique como el área de contención.

La figura 4A, figura 4B, y figura 4C son diagramas que ilustran una barrera 400 de vapor integrada de un tubo 10 de contención flexible de acuerdo con realizaciones de ejemplo. Como se muestra en la figura 4A, un tubo 10 comprende una barrera 400 de vapor integrada dispuesta próxima a un extremo 41 de su cuerpo flexible. Las correas, anclajes, y/o barrera de vapor adicional como se describió previamente pueden funcionar en conjunto con las barreras de vapor integradas para mantener juntos los tubos de apoyo para formar secciones de diques a partir de tubos de apoyo de cualquier longitud.

La barrera 400 de vapor integrada puede estar unida al cuerpo del tubo 10. Por ejemplo, el extremo 42 de la barrera 400 de vapor integrada puede estar unida al cuerpo del tubo 10 a través de un molde de calor u otro medio de fijación. En algunas realizaciones, la barrera 400 de vapor integrada es un manguito que se extiende una distancia sobre el extremo 41 del tubo 10. En una realización, la distancia que la barrera 400 de vapor integrada se extiende sobre el extremo 41 del tubo 10 es suficiente para que el extremo 42 de la barrera de vapor integrada se acople al cuerpo del tubo 10. A su vez, cuando se llena el tubo 10, el cuerpo del tubo se expande y se fija con el extremo 42 de la barrera 400 de vapor integrada a través de la compresión del cuerpo del tubo de expansión en el extremo 42. En tales casos, el extremo 42 de barrera 400 de vapor integrada puede ser de un diámetro menor que el diámetro del cuerpo de un tubo 10 llenado para unir a través de compresión. En cualquier caso, con un extremo 42 de la barrera 400 de vapor integrada unida al tubo 10, el extremo 43 opuesto incluye una abertura 47 y se extiende una distancia más allá del extremo 41 del tubo 10 para recibir un tubo adicional.

En una realización, la distancia que el extremo 43 opuesto se extiende más allá del extremo 41 del tubo 10 es suficiente para acoplar el cuerpo del tubo adicional, que cuando se llena forma una unión con el extremo 43 opuesto a través de compresión. De este modo, por ejemplo, el extremo 43 opuesto de la barrera 400 de vapor puede configurarse similar al extremo 42 en una configuración de manguito. Como un ejemplo, el manguito puede abarcar 1-3 pies del cuerpo del tubo 10, e incluir 1-3 pies de longitud restante desde la abertura 47 para acoplar el cuerpo de otro tubo insertado

ES 2 743 756 T3

en la abertura 47. De este modo, la barrera 400 de vapor integrada puede tener una longitud total de aproximadamente 2-6 pies.

5 En una realización, la barrera 400 de vapor integrada está construida de un material estanco al agua, tal como Poly Visqueen, caucho, etc. u otro material similar al usado para construir el tubo 10 o barrera 15 de vapor, para prevenir la intrusión de fluido a través de su superficie. De este modo, por ejemplo, cuando se inserta un tubo adicional en la
10 abertura 47 como se ilustra en la figura 4B, puede mitigarse la intrusión de fluido entre extremos 41a, 41b de tubo de apoyo. La inclusión de correas, bucles y/o anclajes, tales como los mostrados en la figura 1, que previenen el desplazamiento de los tubos con respecto al suelo, ayudan a mantener el acoplamiento de los tubos dentro de la barrera 400 de vapor integrada de tal manera que se pueda construir un dique sin costura en cualquier longitud de múltiples secciones de dique. Adicionalmente, las barreras de vapor, tales como las explicadas con referencia a las figuras 2-3, se pueden utilizar para envolver secciones de diques piramidales y especialmente el cruce de dos secciones de diques que tienen tubos de apoyo unidos a través de barreras 400 de vapor integradas para mitigar además la filtración de fluido a través del dique.

15 Como se muestra en la figura 4B, un tubo 10a comprende una barrera 400 de vapor integrada dispuesta próxima al extremo 41a de su cuerpo flexible. La barrera 400 de vapor integrada puede estar unida al cuerpo del tubo 10a en un extremo 42 a través de un molde de calor u otro medio de fijación. En algunas realizaciones, la barrera 400 de vapor integrada es un manguito que se extiende una distancia sobre el extremo 41a del tubo 10a y forma una unión en el
20 extremo 42 a través de compresión cuando se llena el tubo 10a.

También se muestra en la figura 4B el tubo 10b de extremo 41b insertado en la abertura 47 del extremo 43 opuesto de la barrera 400 de vapor. En una realización, el extremo 41b de tubo 10b se inserta en la abertura 47 antes del llenado del tubo 10b. A su vez, cuando se llena el tubo 10b, el cuerpo del tubo 10b se expande para formar una unión
25 con el extremo 43 de la barrera 400 de vapor a través de compresión. Por consiguiente, cuando la barrera 400 de vapor integrada se construye a partir de un material estanco al agua, puede mitigarse la intrusión de fluido entre extremos 41a, 41b de tubo de apoyo.

30 Como se muestra en la figura 4C, un tubo 10a comprende una barrera 400 de vapor integrada dispuesta próxima al extremo 41a de su cuerpo flexible. La barrera 400 de vapor integrada puede estar unida al cuerpo del tubo 10a en un extremo 42 a través de un molde de calor u otro medio de fijación. En algunas realizaciones, la barrera 400 de vapor integrada es un manguito que se extiende una distancia sobre el extremo 41a del tubo 10a y forma una unión en el extremo 42 a través de compresión cuando se llena el tubo 10a.

35 También se muestra en la figura 4C el tubo 10b de extremo 41b insertado en la abertura 47 del extremo 43 opuesto de la barrera 400 de vapor integrada. En una realización, el extremo 41b de tubo 10b está entrelazado con el extremo 41a de tubo 10a dentro de la barrera 400 de vapor integrada. Por ejemplo, los extremos 41 de tubo 10 pueden enrollarse juntos y la barrera 400 de vapor integrada se extiende sobre los extremos de tubo 10 entrelazado para insertar el tubo 10b en la abertura 47 antes del llenado de los tubos 10.

40 A su vez, cuando se llenan los tubos 10, los cuerpos de los tubos 10 se expanden dentro de la barrera 400 de vapor integrada para formar una unión en extremo 43 (y en extremo 42 en una configuración de manguito) de la barrera de vapor integrada a través de compresión. Adicionalmente, los extremos 41 de tubo entrelazado se expanden unos contra otros dentro de la barrera 400 de vapor cuando se llenan los tubos 10, lo que junta de manera segura los dos tubos juntos a medida que se comprimen dentro de las paredes de la barrera de vapor integrada. Por consiguiente, cuando la barrera 400 de vapor está construida de un material estanco al agua, la intrusión de fluido entre extremos 41a, 41b de tubo de apoyo puede mitigarse y el entrelazado de los extremos 41a, 41b de tubo de apoyo asegura que los tubos 10a, 10b sean desmontados.

50 La figura 5 es un diagrama que ilustra un extremo 500 de manguito de acuerdo con una realización de ejemplo. Como se muestra en la figura 5, un tubo 10 de acuerdo con una realización se inserta en un extremo 500 de manguito. El extremo 500 de manguito incluye una abertura 57 en un extremo 53 para recibir el tubo 10 y está encerrado en el otro extremo 55. La abertura 57 del extremo 500 de manguito se extiende una distancia (por ejemplo, 1-3 pies) sobre el extremo 41 del tubo 10 para formar una unión en extremo 53 con el cuerpo de tubo 10 a través de compresión cuando
55 se llena el tubo 10. El extremo 41 del tubo 10 puede enrollarse antes de la inserción en el extremo 500 de manguito para disminuir la longitud del cuerpo flexible que se extiende desde la abertura 57, y de este modo reducir la longitud de un tubo 10 dado a una longitud más corta como se desee.

60 El tubo 10 de extremo 41 enrollado se inserta en la abertura 57 del extremo 500 de manguito antes del llenado de tubo 10. A su vez, cuando se llena el tubo 10, el cuerpo del tubo 10 se expande dentro del extremo 500 de manguito para formar una unión con extremo 53 del extremo 500 de manguito a través de compresión para prevenir que el tubo se expanda en toda su longitud. De una forma tal, se puede configurar una longitud más corta de tubo a partir de una longitud más larga de tubo. Adicionalmente, el tubo 10 puede apoyarse en otro tubo en extremo 55 del manguito.

En una realización, el extremo 500 de manguito es un material estanco al agua, tal como Poly Visqueen, caucho, etc. u otro material similar al usado para construir el tubo 10 de la barrera 15 de vapor, para prevenir la intrusión de fluido a través de su superficie.

5 La figura 6A y figura 6B son diagramas que ilustran conectores 63 de tubo de contención flexibles de acuerdo con realizaciones de ejemplo. La figura 6A ilustra un conector 63a de tubo lineal de acuerdo con una realización. En una realización, un tubo de contención flexible no está sellado en uno o más de sus extremos. En tales realizaciones, un conector puede sellar el extremo del tubo de contención flexible, y opcionalmente acoplar múltiples tubos de contención flexibles. Como se muestra en la figura 6A, un tubo incluye un lado 60a superior y un lado 60b inferior que
10 no están sellados en el extremo del tubo. En vez, el conector 63a asegura el extremo del tubo para formar un sello entre el lado 60a superior y el lado 60b inferior del tubo en su extremo de tal manera que el fluido 61 pueda estar contenido dentro del cuerpo flexible.

15 En una realización, el conector 63a incluye una primera cavidad 64a para recibir una porción del extremo del tubo. La porción puede formarse al enrollar el extremo del tubo de tal manera que el lado 60a superior del tubo se enrolle con el lado 60b inferior del tubo. El extremo enrollado del tubo puede entonces insertarse en la primera cavidad 64a. La longitud del conector 63 y de este modo la primera cavidad 64a pueden extenderse una distancia similar al diámetro del tubo (por ejemplo, hasta el ancho del lado 60a superior y el lado 60b inferior del tubo cuando no está lleno) de tal manera que el extremo enrollado del tubo puede estar completamente o en su mayoría encerrado dentro de la primera
20 cavidad 64a.

Se muestra una segunda cavidad 64b para facilidad de explicación e incluye características similares a la primera cavidad 64a. La segunda cavidad 64b también puede recibir un extremo enrollado de un tubo de una forma similar a la de la primera cavidad 64a como se explicó anteriormente. Las cavidades 64a, 64b pueden estar separadas por una
25 pared 65 interna del conector 63. En realizaciones donde solo se necesita una única cavidad (por ejemplo, primera cavidad 64a), la pared 65 interna del conector 65 puede permanecer para mantener la primera cavidad 64a. Como se muestra, una cavidad 64, y específicamente refiriéndose a la segunda cavidad 64b como una referencia, incluye un labio 67a de retención superior y un labio 67b de retención inferior. Otras realizaciones pueden incluir solo un único labio 67 de retención por cavidad 64. Un labio 67 de retención asegura el extremo enrollado de un tubo dentro de una
30 cavidad 64 para prevenir la extracción del extremo enrollado cuando se tira en una dirección lejos del conector 63. Adicionalmente, cuando se llena el tubo, un lado 60 del tubo se expande contra un labio 67 de retención y la porción enrollada se expande dentro de la cavidad 64 contra el labio 67 de retención y paredes (por ejemplo, 65) dentro de la cavidad para prevenir que el extremo enrollado del tubo sea extraído, y de este modo también sellando el extremo del tubo dentro de la cavidad 64 para prevenir la liberación de fluido 61 dentro del tubo.

35 La figura 6B ilustra un conector 63b de tubo apilado de acuerdo con una realización. El conector 63b de tubo apilado difiere del conector 63a de tubo lineal de la figura 6A porque se reduce el espacio entre los extremos de tubo conectados a través del conector 63b de tubo apilado. De este modo, por ejemplo, el conector 63b de tubo puede mitigar el uso de una barrera de vapor y/o cantidad de material de barrera de vapor usado entre los extremos de tubo conectados.
40

La figura 7A hasta figura 7E son diagramas que ilustran apoyos de tubos de contención flexibles de acuerdo con realizaciones de ejemplo. En una realización, los extremos de tubo de contención flexibles se forman en diferentes conformaciones para mitigar la filtración de fluido entre extremos de tubo de apoyo. Los apoyos pueden ser sólidos o
45 flexibles y estar contruidos de, por ejemplo, materiales tales como PCV, plástico moldeado, metales, etc.

Como se muestra en la figura 7A1, el tubo 70a está construido con un extremo 71a de tubo inclinado. Los extremos 71a de tubo inclinados pueden estar en un ángulo sustancialmente de 45 grados de tal manera que se puede formar ya sea una esquina de ángulo recto o sección recta entre dos tubos que tienen una configuración de tubo 70a al apoyar
50 dos extremos 71a de tubo inclinados juntos. Los tubos se pueden configurar con otros ángulos como se desee.

Como se muestra en la figura 7B1, el tubo 70b está construido con un extremo 73a de tubo plano. Los extremos 73a de tubo plano pueden apoyarse en su cara para formar una sección recta a partir de dos tubos. Alternativamente, un extremo 73a de tubo plano puede apoyarse contra un cuerpo de otro tubo para formar un ángulo recto o contra una
55 cara inclinada, tal como el extremo 71a inclinado de 45 grados mostrado en la figura 7A1 para extenderse en un ángulo.

Como se muestra en la figura 7B2, un apoyo 72b de tubo incluye una cavidad para insertar un tubo 10 de contención flexible con un extremo redondo (u otro extremo conformado). De esta forma, los tubos 10 mismos no necesitan
60 construirse con un extremo en forma particular. Cuando se llena, el tubo 10 puede expandirse contra las paredes de la cavidad del apoyo 72b de tubo. En una realización, la cavidad está conformada 74 para adaptarse al extremo redondo del tubo 10. Otras realizaciones de un apoyo 72b de tubo pueden incluir una cavidad conformada 74 para adaptarse a otros tipos de extremo de tubo tales como 71a, y 73b, de la figura 7A1 y figura 7B1, respectivamente.

Un extremo 73b del apoyo 72b de tubo puede configurarse en una variedad de formas para apoyarse con otro tubo o apoyo de tubo. Por ejemplo, la figura 7B2 ilustra el apoyo 72b de tubo con un extremo 73b plano que permite el apoyo en configuraciones similares a las del tubo 70b en la figura 7B1 construido con un extremo 73a de tubo plano.

5 Refiriéndose a la figura 7A2 como otro ejemplo, el apoyo 72a de tubo incluye un extremo 71b inclinado. El extremo 71b inclinado permite el apoyo en configuraciones similares a las del tubo 70a en la figura 7A1 construido con un extremo 71a de tubo inclinado. Adicionalmente, el apoyo 72a de tubo puede incluir una cavidad para insertar un tubo 10 de contención flexible con un extremo redondo (u otro extremo conformado). De este modo, cuando se llena, el tubo 10 puede expandirse contra las paredes de la cavidad del apoyo 72a de tubo. En una realización, la cavidad está conformada 74 para adaptarse con el extremo redondo del tubo 10. Otras realizaciones de un apoyo 72a de tubo pueden incluir una cavidad conformada 74 para adaptarse con otros tipos de extremo de tubo tales como 71a, y 73b, de la figura 7A1 y la figura 7B1, respectivamente.

15 La figura 7C ilustra un apoyo 72c de dos tubos para recibir el tubo 10a y tubo 10b. Por consiguiente, el apoyo 72c de dos tubos puede incluir una cavidad conformada 74 para adaptarse a cada extremo de tubo. En algunas realizaciones, los apoyos 72c de dos tubos se construyen en otras configuraciones, tales con un ángulo entre las dos aberturas. A su vez, se forma un ángulo correspondiente entre el tubo 10a y tubos 10b cuando se insertan los tubos. De esta forma, los tubos 10 pueden ser apoyados mediante el apoyo 72c de dos tubos para juntar secciones de dique de desviación en una forma deseada.

20 La figura 7D ilustra un primer apoyo 72d1 de tubo configurado para recibir un primer tubo 10a y que incluye una cara conformada para recibir un segundo apoyo 72d2 de tubo. De manera similar, el segundo apoyo 72d2 de tubo está configurado para recibir un segundo tubo 10b e incluye una cara conformada para recibir el primer apoyo 72d1 de tubo. La configuración de las caras correspondientes de apoyos 72d1 y 72d2 de tubo cuando se acoplan como se muestra puede ser de tal manera que la fuerza contra los tubos 10 en una o más direcciones sea resistida para prevenir el desplazamiento de los tubos al contener o desviar un fluido.

25 La figura 7E ilustra una cavidad 74 de un apoyo 72 de tubo de acuerdo con una realización. El extremo 77 del apoyo 72 de tubo puede configurarse similar a, por ejemplo, el extremo 71b de apoyo en la figura 7A2, extremo 73b de apoyo en la figura 7B2, o en otra configuración. Como se muestra, la porción del apoyo 72 de tubo que se extiende sobre el extremo de tubo y sobre el cuerpo flexible de un tubo cuando el extremo de tubo está completamente insertado en la porción conformada 74 de extremo de la cavidad puede incluir una sección 75 estrechada en su extremo. La sección 75 estrechada ayuda a agarrar el cuerpo del tubo a medida que se expande dentro de la cavidad receptora cuando se llena para prevenir la extracción del tubo del apoyo 72 de tubo.

30 La figura 8A hasta figura 8C son diagramas que ilustran un sistema de válvula de un tubo 10 de contención flexible de acuerdo con una realización de ejemplo. En una realización, los tubos 10 descritos aquí utilizan válvulas 85 de retención herméticas que permiten que sea presurizado y llenado un tubo hasta su capacidad máxima. La válvula 85 de retención también permite el llenado de tubos desde la base de una inclinación con el fin forzar los fluidos cuesta arriba en situaciones con terreno desnivelado.

35 La figura 8A es un diagrama que ilustra una configuración de tubo de ejemplo para llenar un tubo 10 de contención flexible con un sistema de válvula, de acuerdo con una realización. Como se muestra, el tubo 10 incluye una membrana 80 interna que forma múltiples cámaras 81 dentro de un único tubo 10. En la figura 8A, se muestra una única membrana 80 interna que forma una cámara 81a inferior y una cámara 81b superior. Una membrana 80 interna puede estar formada de un material similar al del cuerpo 10 de tubo, y como tal, puede ser estanco al agua para separar los fluidos en cada cámara 81. Una válvula 85 puede estar dispuesta dentro de la membrana 80 para facilitar el flujo de fluido de una cámara a la siguiente, pero no viceversa. Por ejemplo, la válvula 85b puede facilitar el flujo de fluido 87c desde la cámara 81a inferior a la cámara 81b superior pero no desde la cámara superior a la cámara inferior.

40 Una válvula 85a dispuesta en el cuerpo del tubo 10 que corresponde a la cámara 81a inferior puede recibir fluido 87a desde una conexión con una manguera 83 o bomba, que a su vez fluye hacia la cámara inferior. La válvula 85a puede prevenir la liberación de fluido desde la cámara 81a inferior cuando se termina la conexión con la manguera 83.

45 El fluido 87a recibido a través de la válvula 85a fluye hacia y llena 87b la cámara 81a inferior. Cuando finalmente se alcanza la capacidad de llenado 87b de fluido de la cámara inferior, la válvula 85b permite el flujo de fluido 87c desde la cámara inferior hacia la cámara 81b superior. De este modo, recibir fluido 87a adicional en la cámara 81a inferior produce que la cámara 81b superior se llene 87d con fluido. Las válvulas 85a y 85b también pueden ser de construcción similar para reducir el número de componentes requeridos para la construcción 10 de tubo. Una válvula 85c dispuesta en el cuerpo del tubo 10 que corresponde a la cámara 81b superior puede permitir la liberación de gas/fluido desde la cámara 81 superior al exterior del tubo 10. En algunas realizaciones, la válvula 85c incluye una liberación de presión que se activa para liberar fluido de la cámara 81b superior cuando se experimenta una condición de presión de llenado máxima. La válvula 85c también puede incluir un mecanismo de liberación que se acopla para vaciar el fluido del tubo 10.

50

55

60

65

5 La figura 8B ilustra un beneficio de ejemplo de la configuración de válvula y tubo de la figura 8A en el caso de una perforación 88 u otra falla del cuerpo de tubo 10 que corresponde a la cámara 81a inferior. Como se muestra, la cámara 81a inferior de un tubo 10 llenado se perfora y el fluido 89 escapa de la cámara 81a inferior a través de la perforación. Sin embargo, debido a que el fluido en la cámara 81b superior no puede pasar a través de la membrana 80 ni de la válvula 85b hacia la cámara 81a inferior no escapa a través de la perforación 88. Las válvulas 85a y 85c tampoco liberan fluido desde la cámara 81b superior. Por tanto, el nivel de fluido en la cámara 81b superior se mantiene para prevenir la falla completa del tubo 10.

10 En escenarios donde la cámara 81b superior está perforada, el fluido de ambas cámaras puede escapar en la configuración de ejemplo del tubo 10. Sin embargo, debido a que la cámara 81a inferior es más probable que experimente una perforación, un escenario tal es menos probable.

15 La figura 8C ilustra un ejemplo de vaciado de un tubo con la configuración de válvula de la figura 8A. Como se muestra, un conector 91 unido a una manguera se acopla a un mecanismo de liberación de válvula 85c (por ejemplo, abre una liberación de presión) para liberar fluido 92a desde la cámara 81b superior. A medida que se libera fluido de la cámara 81b superior, la válvula 85b permite que el fluido 92b pase de la cámara 81a inferior más allá de la membrana 80 a la cámara superior de tal manera que también se vacíe el fluido 92c dentro de la cámara 81a inferior. En algunas realizaciones, la válvula 85c es de configuración similar a las válvulas 85a, 85b para reducir costes de fabricación. En tales casos, la válvula 85c puede ser una válvula de retención que no incluye una liberación de presión y el conector 20 91 cuando se inserta obliga a abrir la válvula de retención.

25 Tras leer esta divulgación, los experimentados normales en la técnica apreciarán diseños estructurales y funcionales alternativos todavía adicionales a través de los principios divulgados de las realizaciones. De este modo, aunque se han ilustrado y descrito realizaciones y aplicaciones particulares, debe entenderse que las realizaciones no se limitan a la construcción precisa y componentes divulgados aquí y que diversas modificaciones, cambios y variaciones que serán evidentes para los experimentados en la técnica pueden hacerse en la disposición, operación y detalles del método y aparato divulgados aquí en tanto que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (300b) para contener un fluido dentro de un área de contención, comprendiendo el aparato (300b):
- 5 una pluralidad de tubos (10a-10f) de contención apilados sobre una superficie (101) de suelo en una formación piramidal, comprendiendo cada tubo (10a-10f) de contención flexible un cuerpo flexible y configurado para recibir un fluido de llenado;
- 10 una barrera (15) de vapor que comprende una primera porción (15c) y una segunda porción (15a),
 extendiéndose la primera porción (15c) de la barrera (15) de vapor desde una base frontal de la formación piramidal al área de contención a lo largo de la superficie (101) de suelo, y
- 15 extendiéndose la segunda porción (15a) de la barrera (15) de vapor hacia abajo de una cara frontal de la formación piramidal hasta la superficie (101) de suelo en la base frontal de la formación piramidal, formando la cara frontal de la formación piramidal una porción del área de contención,
- 20 en donde la barrera (15) de vapor comprende una tercera porción (15d), extendiéndose la tercera porción (15d) de la barrera (15d) de vapor hacia debajo de una cara trasera de la formación piramidal hasta la superficie (101) de suelo en una base trasera de la formación piramidal,
- caracterizado porque la tercera porción (15d) de la barrera (15) de vapor está tejida alrededor de uno o más de la pluralidad de tubos (10a-10f) de contención en un interior (34) de la formación piramidal.
- 25 2. El aparato (300b) de la reivindicación 1, en donde la barrera (15) de vapor comprende una cuarta porción (15b), extendiéndose la cuarta porción (15b) de la barrera (15) de vapor desde la base trasera de la formación piramidal hasta la base frontal de la formación piramidal a lo largo de la superficie (101) de suelo.
- 30 3. El aparato (300b) de la reivindicación 2, en donde la barrera (15) de vapor es una lámina continua de material que tiene un primer extremo y un segundo extremo, correspondiendo el primer extremo a un extremo de la primera porción (15c) de la barrera (15) de vapor dentro del área de contención y correspondiendo el segundo extremo a un extremo de la cuarta porción (15b) de la barrera (15) de vapor en la base frontal de la formación piramidal.
- 35 4. El aparato (300b) de la reivindicación 2 o 3, en donde la barrera (15) de vapor es un material estanco al agua, y en donde un extremo de la cuarta porción (15b) de la barrera (15) de vapor en la base frontal de la formación piramidal está posicionado para proporcionar una brecha (33) de filtración que permite una porción del fluido contenido dentro del área de contención entre en un interior (34) de la formación piramidal, conteniendo la barrera (15) de vapor sustancialmente la porción del fluido que ingresa a través de la brecha (33) de filtración dentro del interior (34).
- 40 5. El aparato (300b) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un anclaje (3, 3a-3c) asegurado a la superficie (101) de suelo, el anclaje (3, 3a-3c) está configurado para mantener la posición de la barrera (15) de vapor, en donde una correa acoplada al anclaje (3, 3a-3c) mantiene la posición de la barrera (15) de vapor y una estaca (5) asegura el anclaje (3, 3a-3c) a la superficie (101) de suelo, la barrera (15) de vapor posicionada entre el anclaje (3, 3a-3c) y la superficie (101) de suelo para mantener la posición de la barrera (15) de vapor.
- 45 6. El aparato (300b) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además:
- una segunda pluralidad de tubos de contención apilados en la superficie (101) de suelo en una formación piramidal; y
- 50 un apoyo de cada tubo de contención en la segunda pluralidad de tubos de contención con un tubo de contención correspondiente en la primera pluralidad de tubos (10a-10f) de contención.
7. El aparato (300b) de la reivindicación 6, en donde la segunda porción de la barrera (15) de vapor que se extiende hacia abajo de la cara frontal de la formación piramidal de la primera pluralidad de tubos (10a-10f) de contención abarca el apoyo de la segunda pluralidad de tubos de contención con la primera pluralidad de tubos (10a-10f) de contención.
- 55 8. El aparato (300b) de la reivindicación 6 o 7, en donde un apoyo de un tubo de contención en la segunda pluralidad de tubos de contención con un tubo de contención correspondiente en la primera pluralidad de tubos (10a-10f) de contención comprende un manguito, extendiéndose el manguito sobre un extremo de un primer tubo (10a-10f) de contención y un extremo de un segundo tubo de contención.
- 60 9. El aparato (300b) de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde un apoyo de un tubo de contención en la segunda pluralidad de tubos de contención con un tubo de contención correspondiente en la primera pluralidad de tubos (10a-10f) de contención comprende al menos un apoyo (72a, 72b, 72c, 72d1, 72d2) receptor de tubo de contención, comprendiendo un apoyo (72a, 72b, 72c) receptor de tubo de contención:
- 65

una primera abertura para recibir un extremo de un primer tubo de contención; y

una segunda abertura para recibir un extremo de un segundo tubo de contención.

5 10. El aparato (300b) de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde un apoyo de un tubo de contención en la segunda pluralidad de tubos de contención con un tubo de contención correspondiente en la primera pluralidad de tubos (10a-10f) de contención comprende al menos un apoyo (72) receptor de tubo de contención, comprendiendo un primer apoyo (72) receptor de tubo de contención:

10 una abertura para recibir un extremo de un primer tubo de contención; y

un extremo (74) conformado, el extremo (74) conformado configurado para acoplarse a un segundo apoyo receptor de tubo de contención o se apoya a un segundo tubo de contención.

15 11. Un método para contener un fluido dentro de un área de contención, comprendiendo el método:

recaer una barrera (15) de vapor sobre una superficie (101) de suelo;

20 posicionar una pluralidad de tubos (10a-10f) de contención sobre la barrera (15) de vapor en una formación piramidal, comprendiendo cada tubo (10a-10f) de contención flexible un cuerpo flexible y configurado para recibir un fluido de llenado;

llenar la pluralidad de tubos (10a-10f) de contención con el fluido de llenado;

25 extender una primera porción (15c) de la barrera (15) de vapor desde una base frontal de la formación piramidal al área de contención a lo largo de la superficie (101) de suelo; y

30 extender una segunda porción (15a) de la barrera (15) de vapor para cubrir una cara frontal de la formación piramidal a la superficie de suelo en la base frontal de la formación piramidal, formando la cara frontal de la formación piramidal una porción del área de contención ,

comprendiendo el método además:

35 extender una tercera porción (15d) de la barrera (15) de vapor para cubrir la cara trasera de la formación piramidal a la superficie (101) de suelo en una base trasera de la formación piramidal, y

40 tejer la tercera porción (15d) de la barrera de vapor alrededor de uno o más de la pluralidad de tubos (10a-10f) de contención formando una cara trasera de la formación piramidal en un interior de la formación piramidal durante el posicionamiento de la pluralidad de tubos (10a-10f) de contención.

45 12. El método de la reivindicación 11, en donde la barrera (15) de vapor es una lámina continua de material que tiene un primer extremo y un segundo extremo y en donde la base frontal de la formación piramidal está posicionada en el segundo extremo de la barrera (15) de vapor, comprendiendo el método además:

envolver el primer extremo de la barrera (15) de vapor desde una base trasera de la formación piramidal sobre una parte superior de la formación piramidal y hacia abajo de la cara frontal de la formación piramidal para extender la segunda porción de la barrera (15) de vapor, y

50 en respuesta a la envoltura, posicionar el primer extremo de la barrera (15) de vapor dentro del área de contención para extender la primera porción de la barrera (15) de vapor, en donde la pluralidad de tubos (10a-10f) de contención posicionados en el segundo extremo de la barrera de vapor proporcionan una brecha (33) de filtración, que recibe el fluido dentro del área de contención; y

55 recibir una porción del fluido dentro del área de contención en un interior de la formación piramidal a través de la brecha (33) de filtración, la envoltura del primer extremo de la barrera (15) de vapor desde la base trasera de la formación piramidal sobre la parte superior de la formación piramidal y hacia abajo de la cara frontal de la formación piramidal que contiene sustancialmente la porción del fluido que ingresa a través de la brecha (33) de filtración dentro del interior.

60 13. El método de la reivindicación 11 o 12, que comprende además:

posicionar una segunda pluralidad de tubos de contención en la barrera de vapor en una formación piramidal; y

65 apoyar cada uno de los tubos de contención en la segunda pluralidad de tubos de contención con un tubo de contención correspondiente en la primera pluralidad de tubos (10a-10f) de contención, en donde apoyar un tubo de

contención en la segunda pluralidad de tubos de contención con un tubo de contención correspondiente en la primera pluralidad de tubos (10a-10f) de contención comprende al menos uno de:

- 5 extender, antes de llenar dichos tubos (10a-10f) de contención, un manguito sobre un extremo de al menos uno de los dichos tubos de contención; o insertar, antes de llenar dichos tubos de contención, un extremo del tubo de contención correspondiente en la primera pluralidad de tubos (10a-10f) de contención en una primera abertura de un apoyo (72a, 72b, 72c) receptor, e insertar un extremo del tubo de contención en la segunda pluralidad de tubos de contención en una segunda abertura del apoyo (72a, 72b, 72c) receptor.

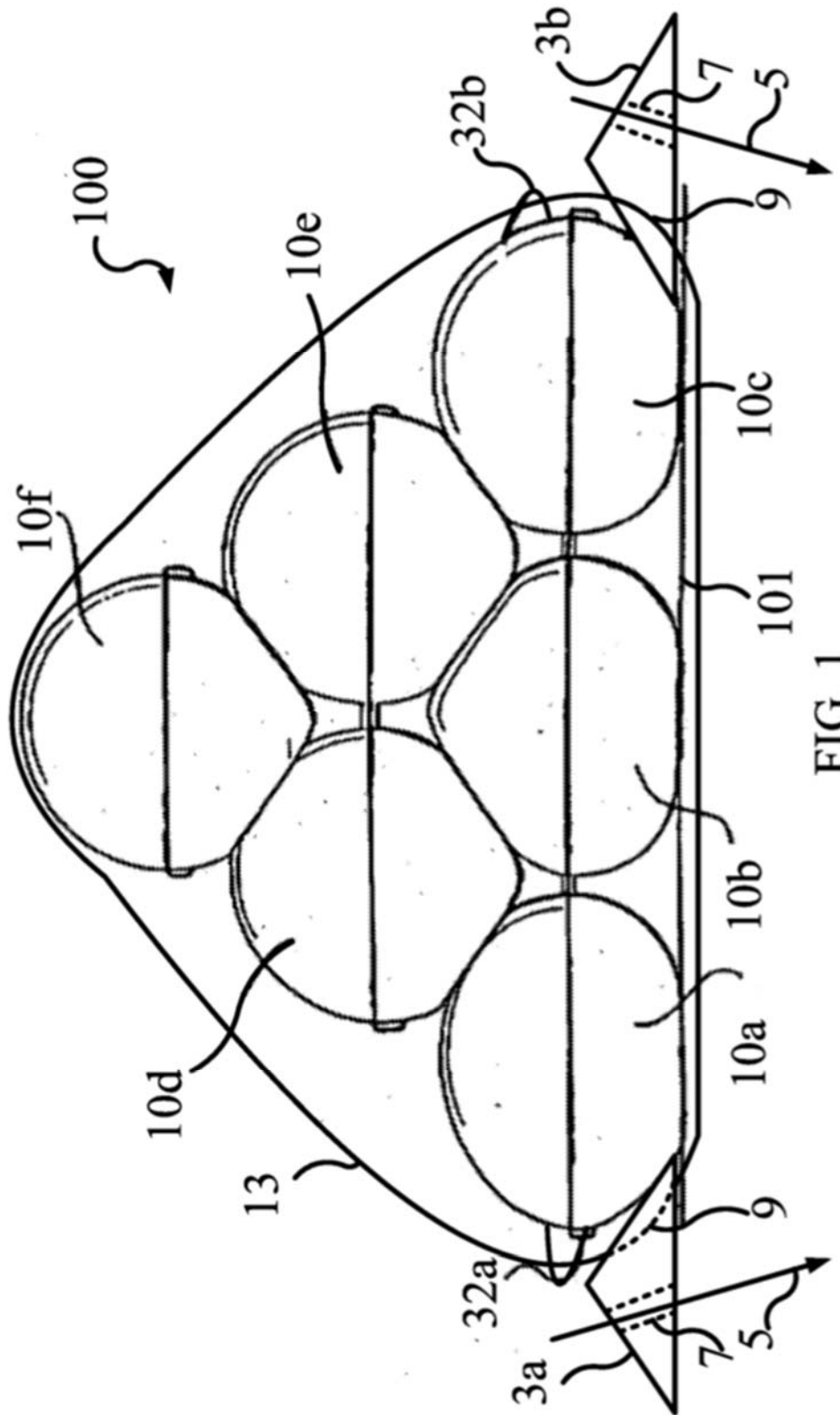


FIG. 1

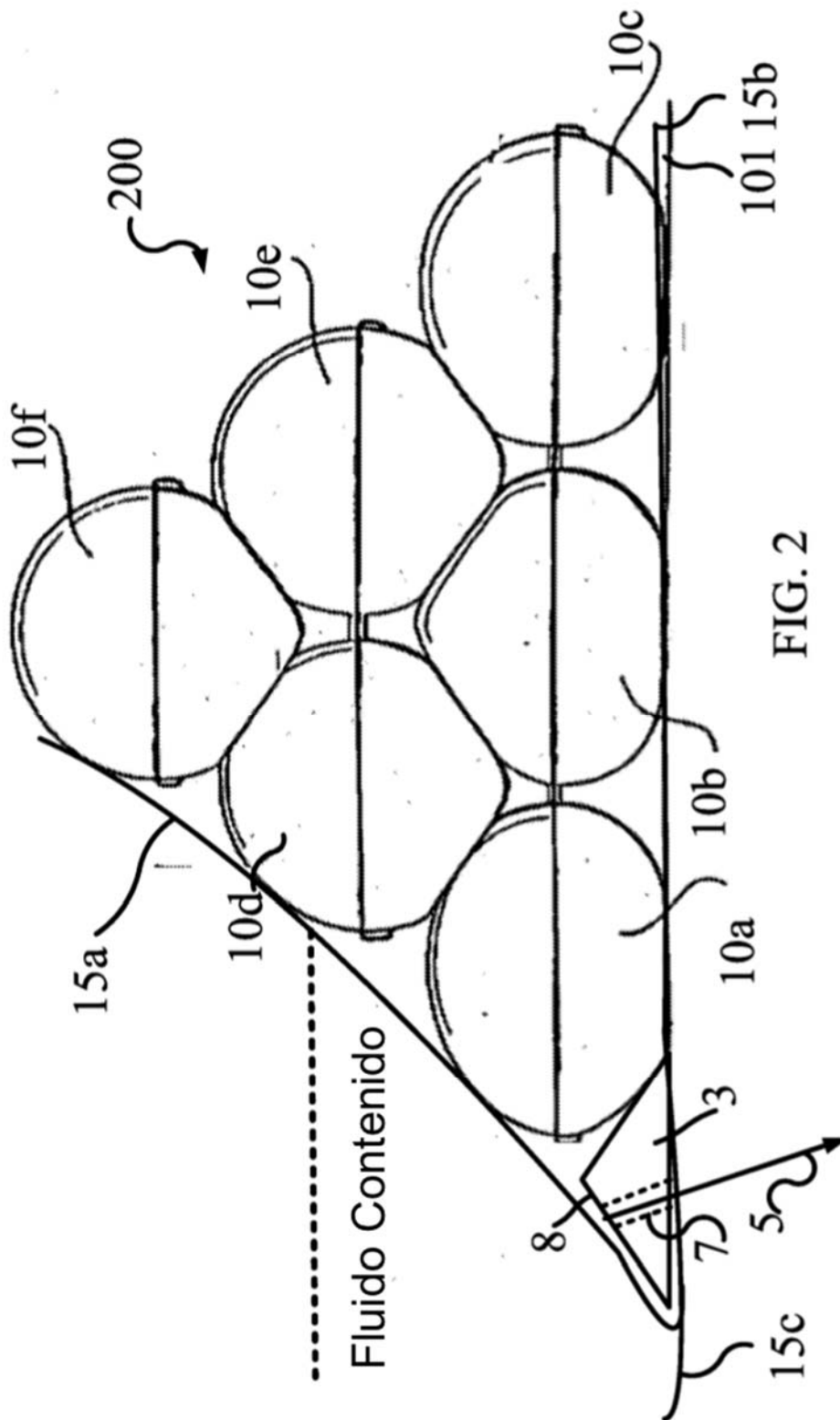


FIG. 2

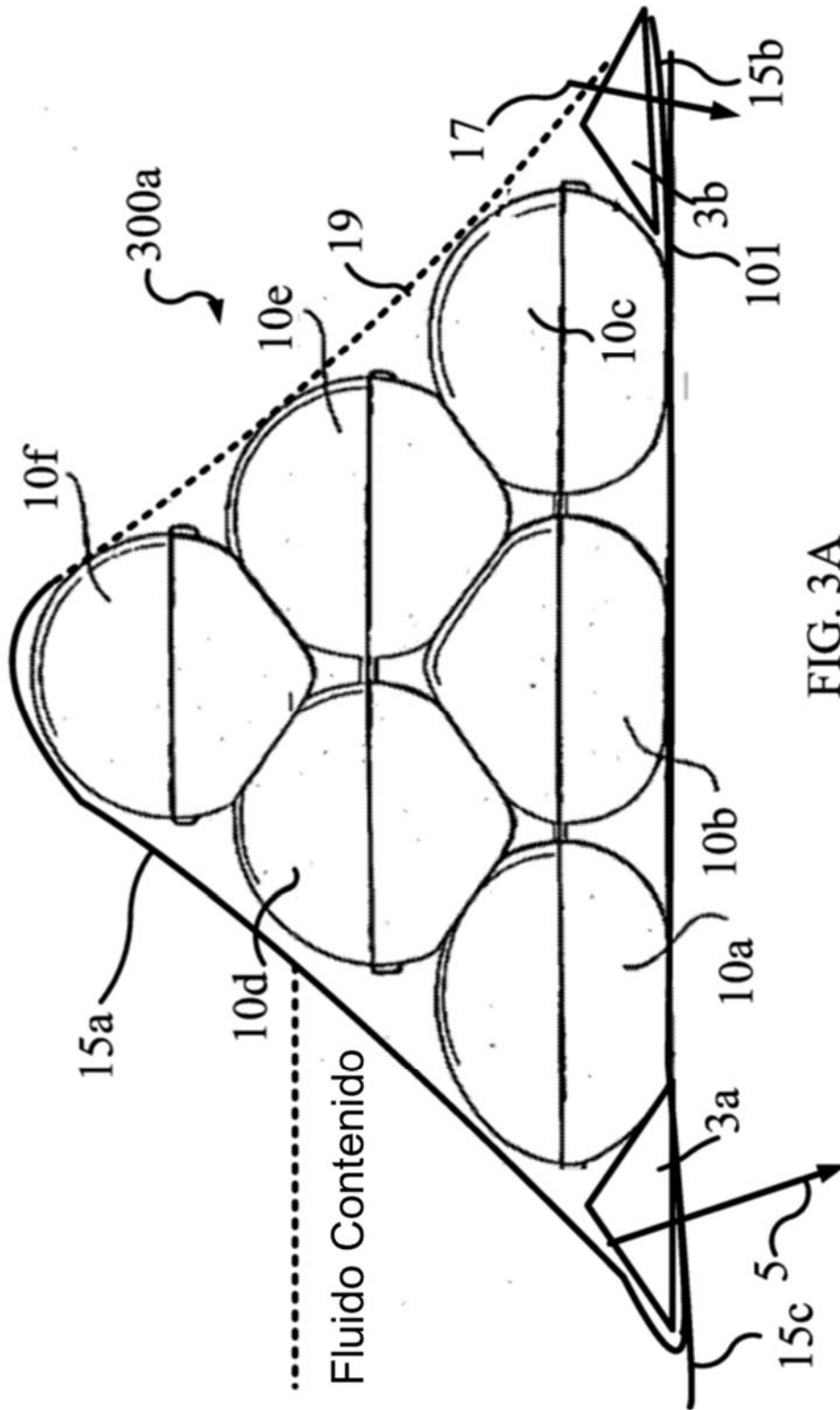


FIG. 3A

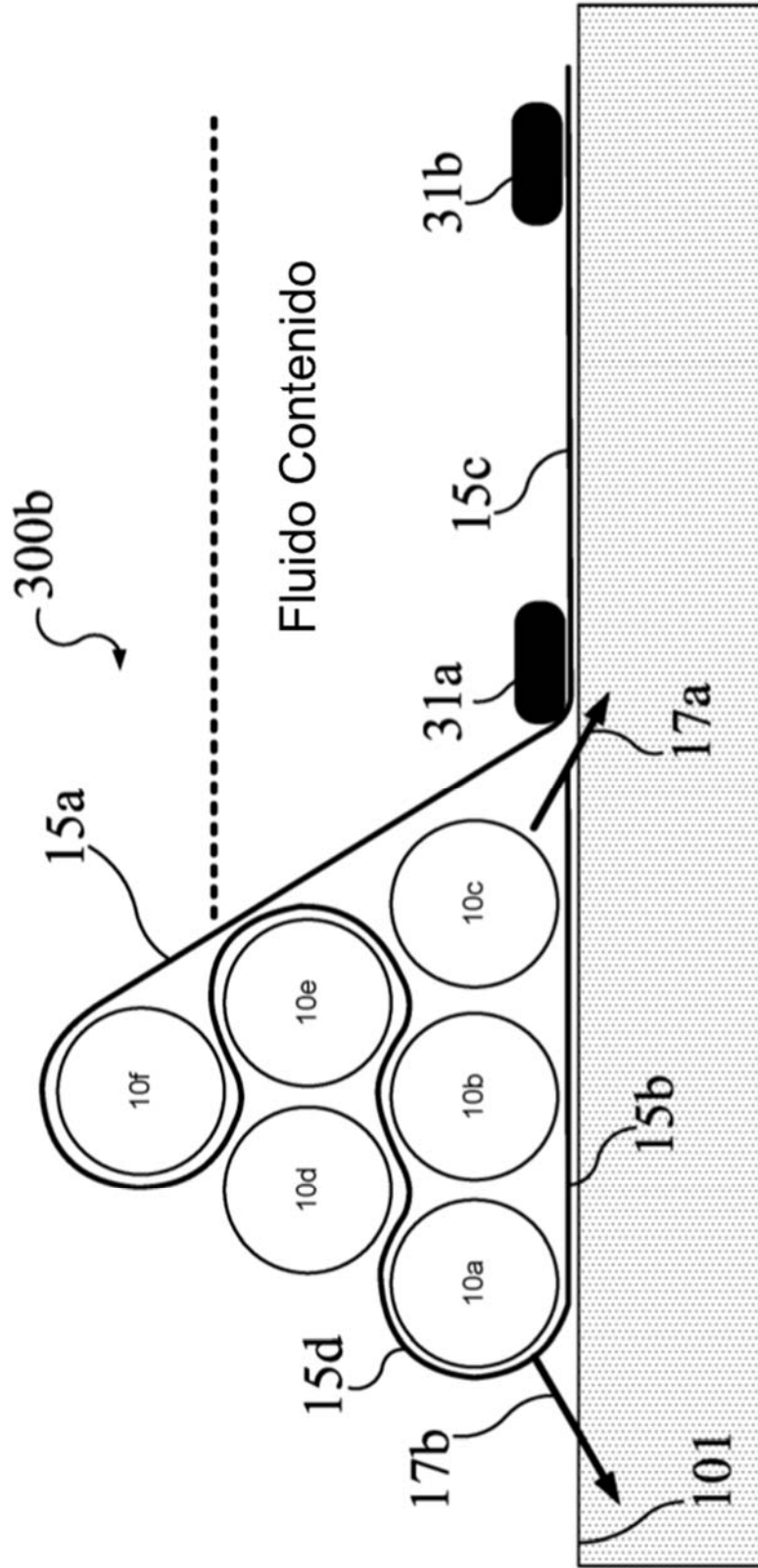


FIG. 3B1

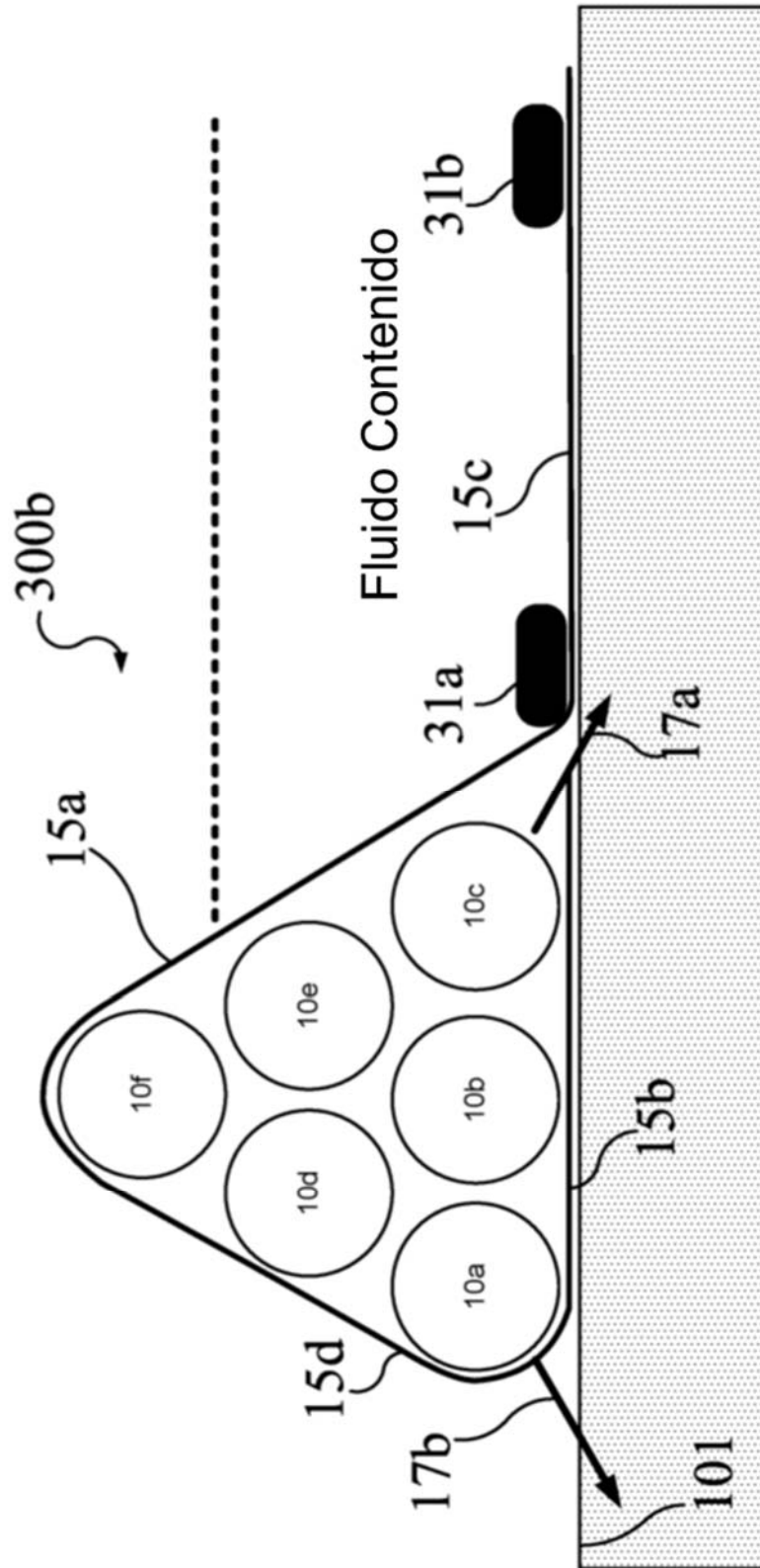


FIG. 3B2

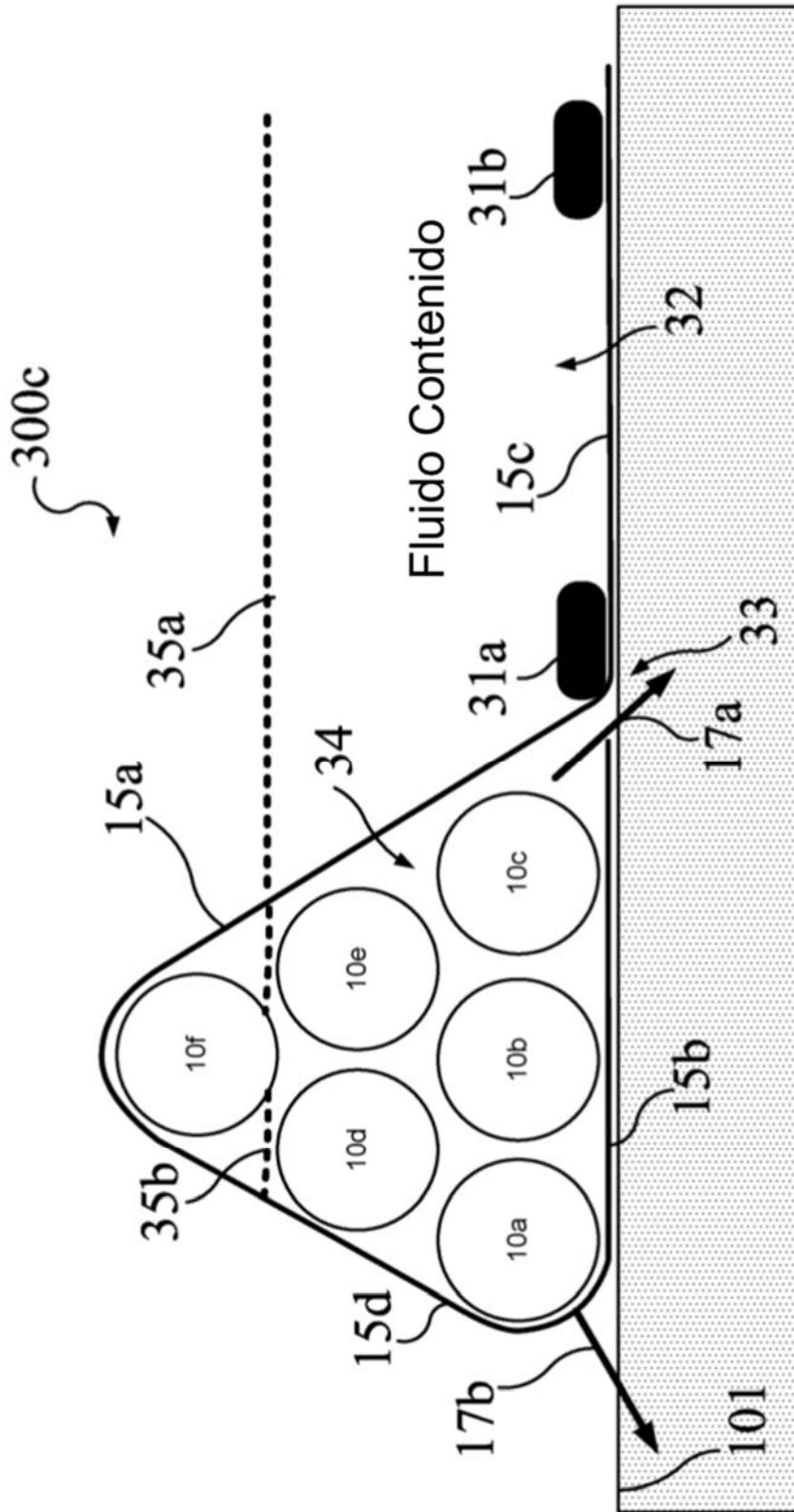


FIG. 3C1

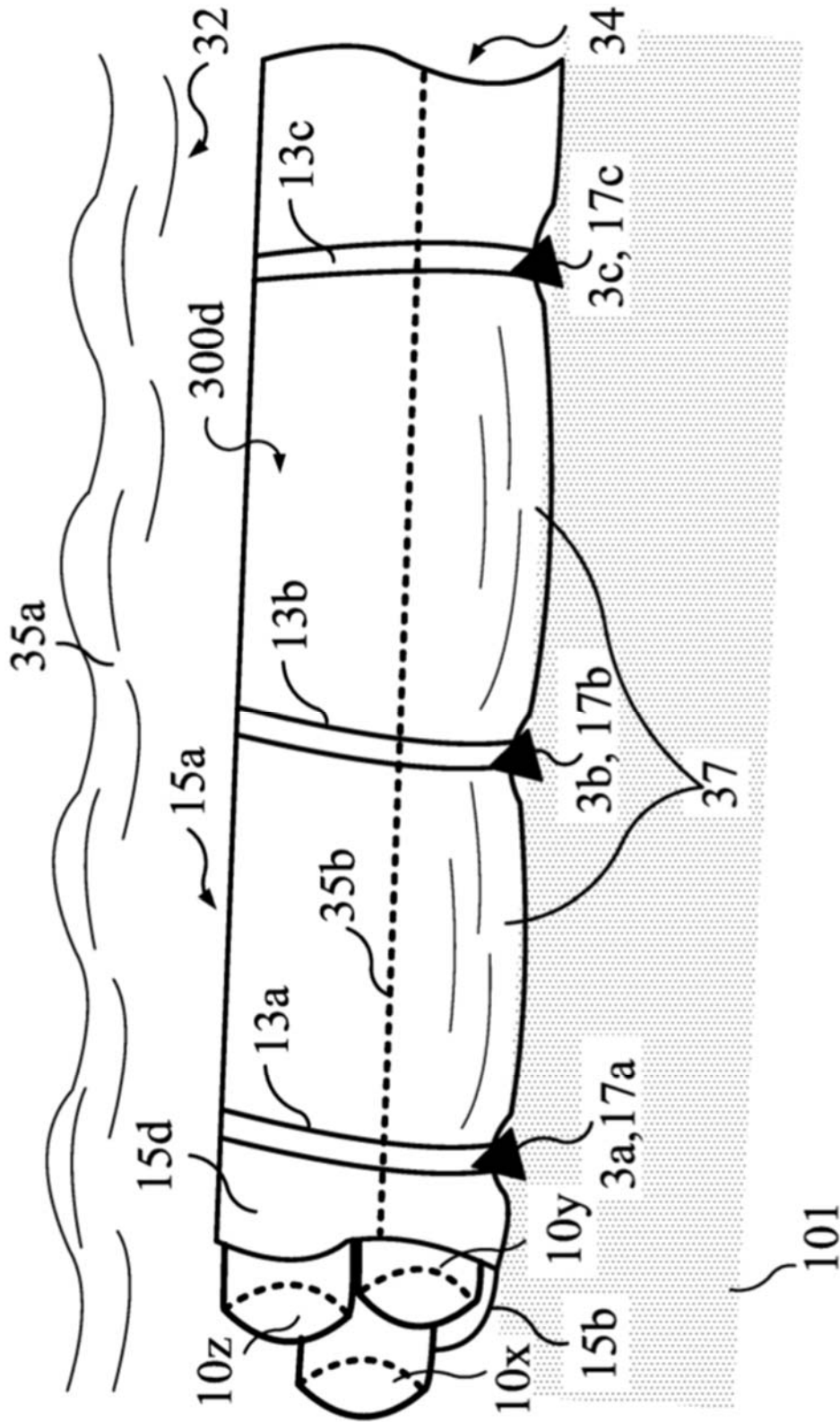


FIG. 3C2

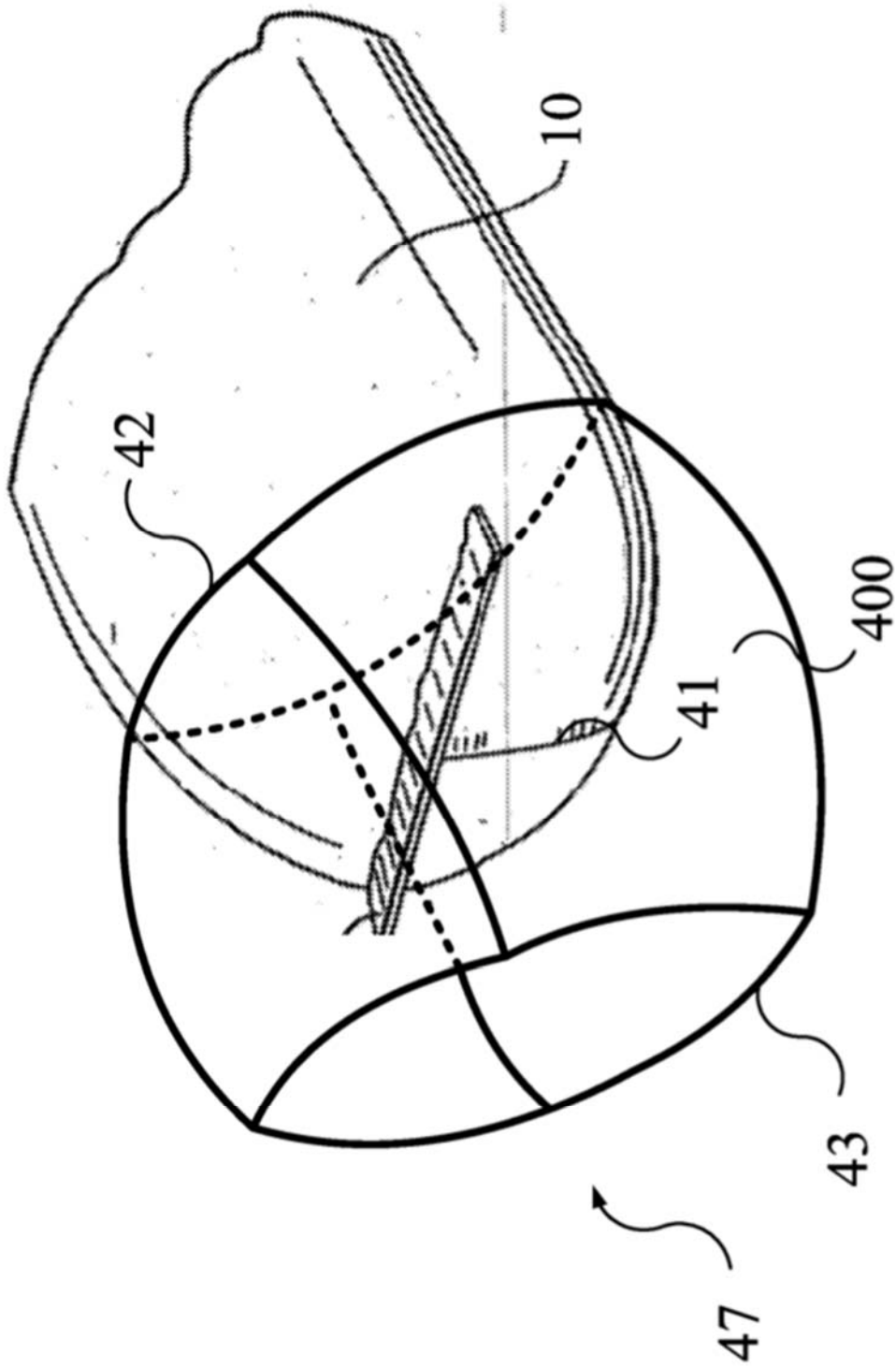


FIG. 4A

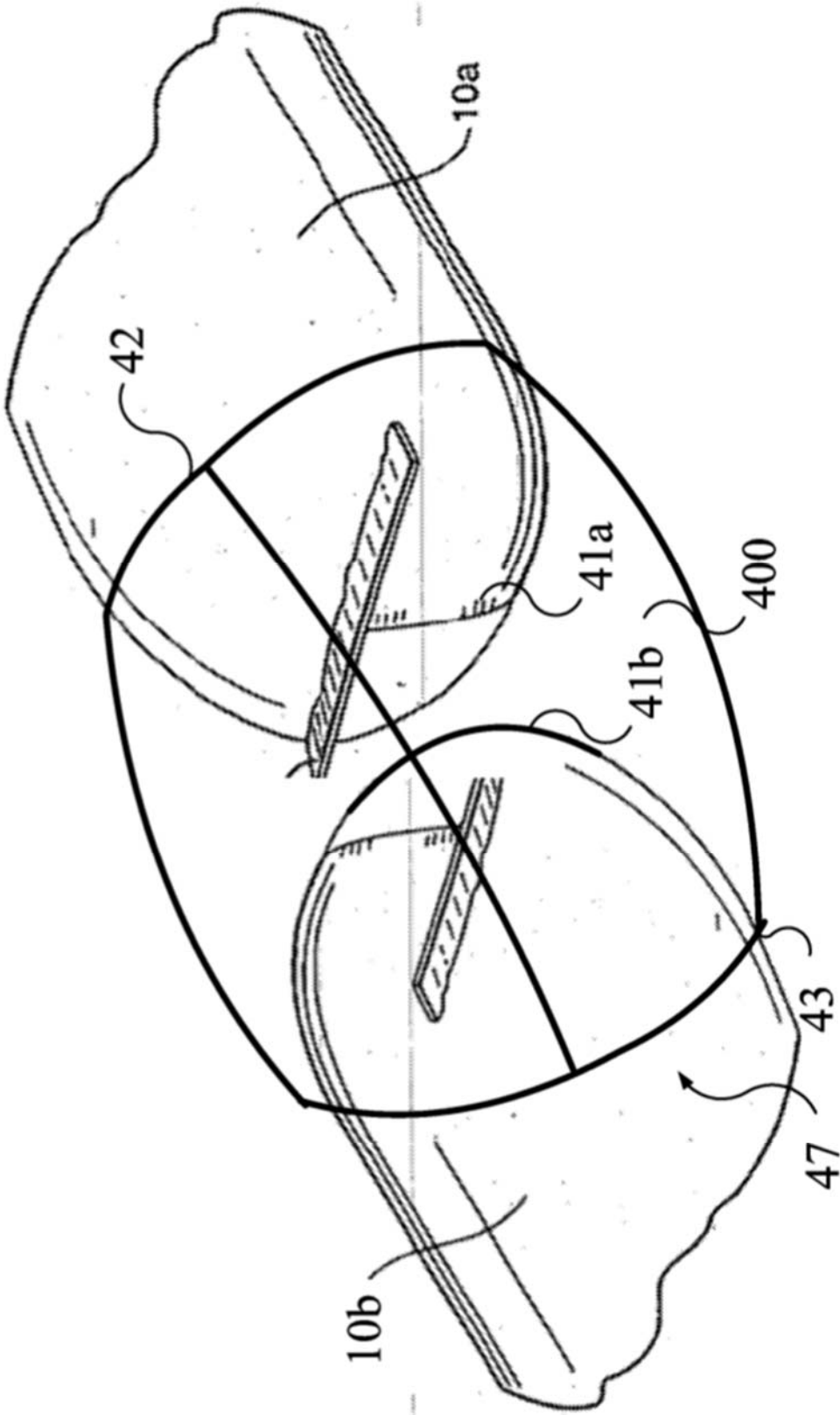


FIG. 4B

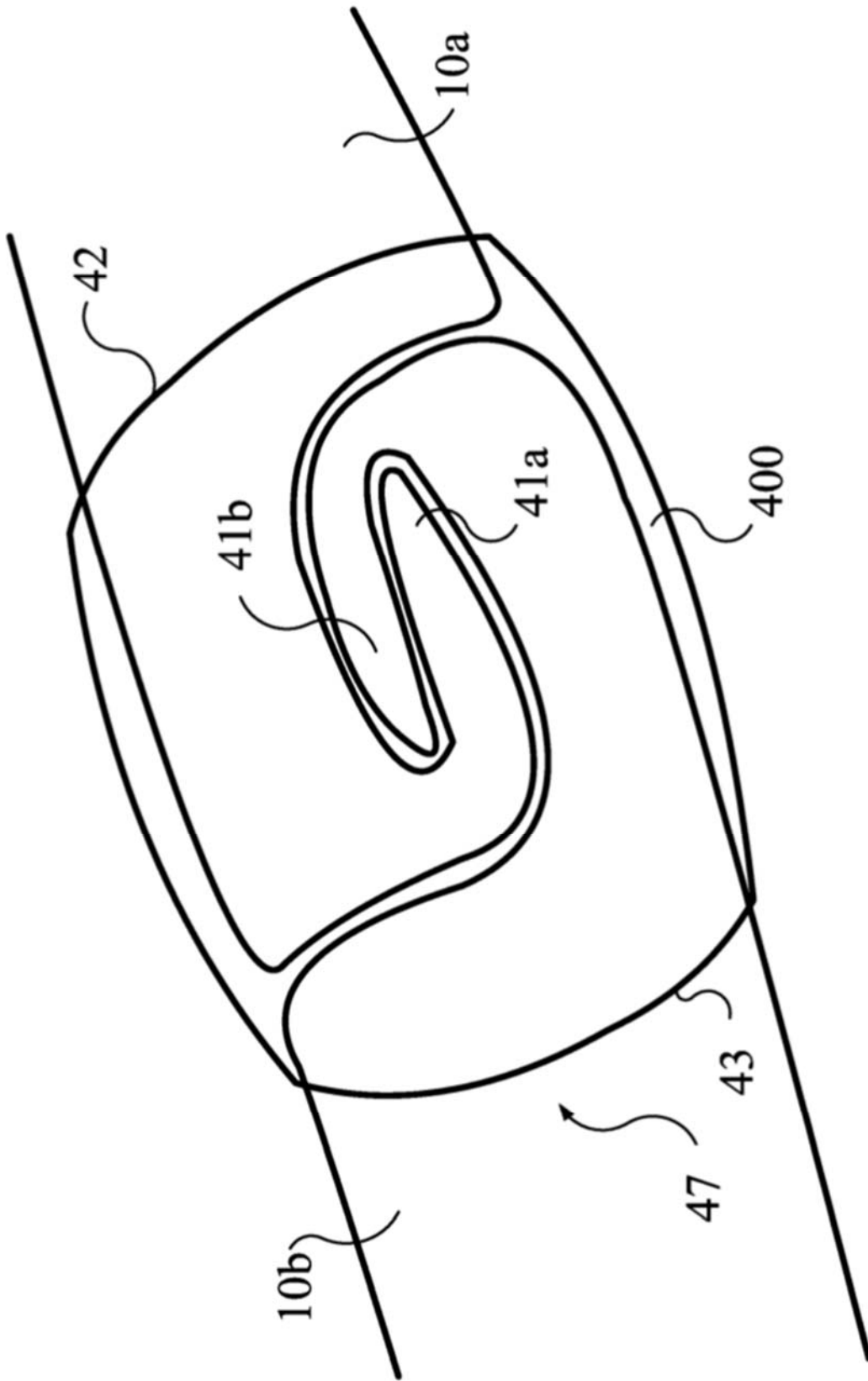


FIG. 4C

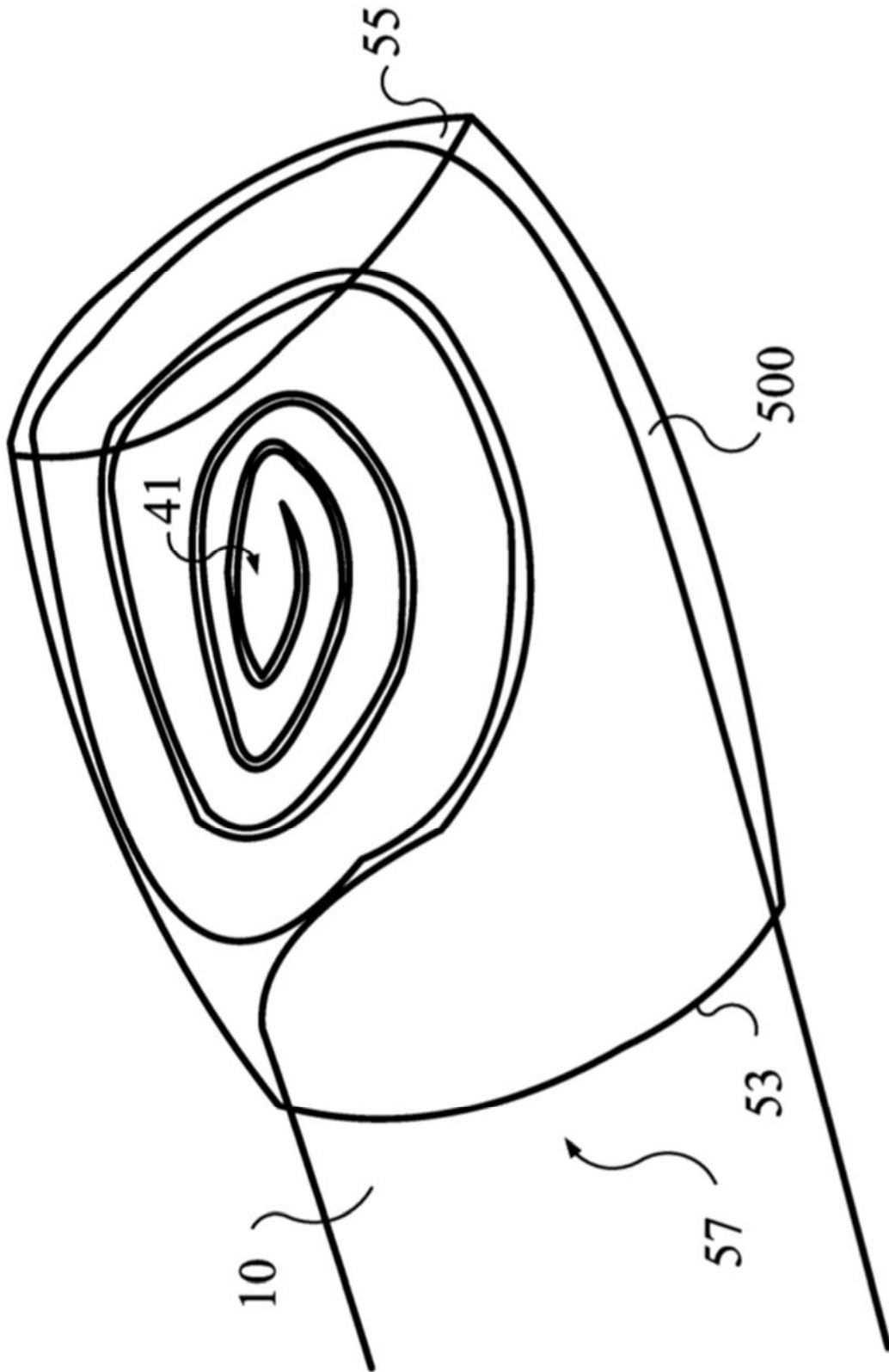


FIG. 5

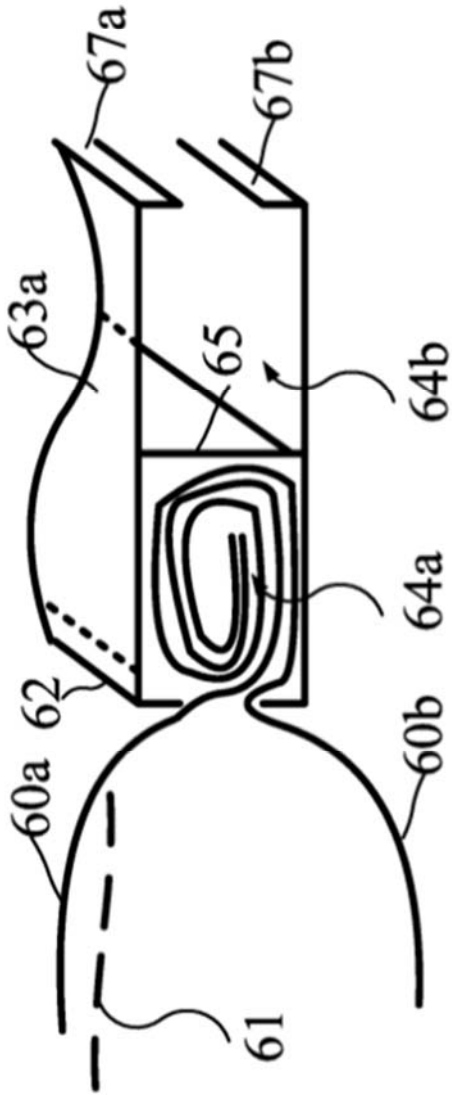


FIG. 6A

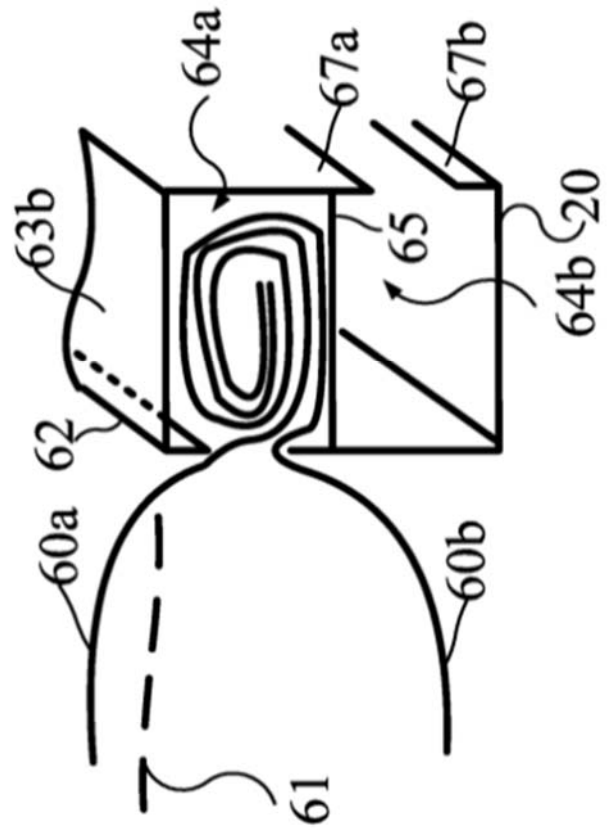
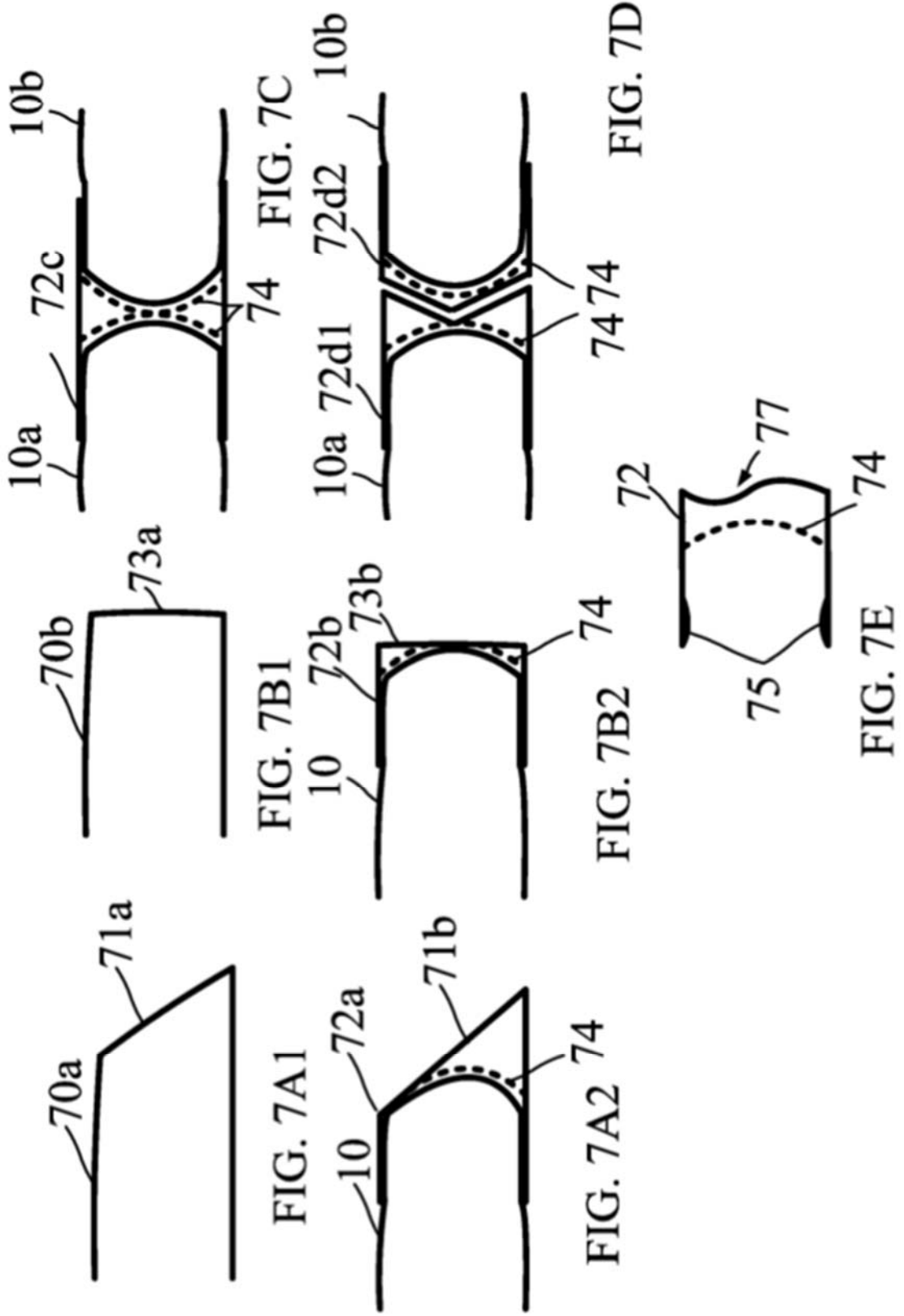


FIG. 6B



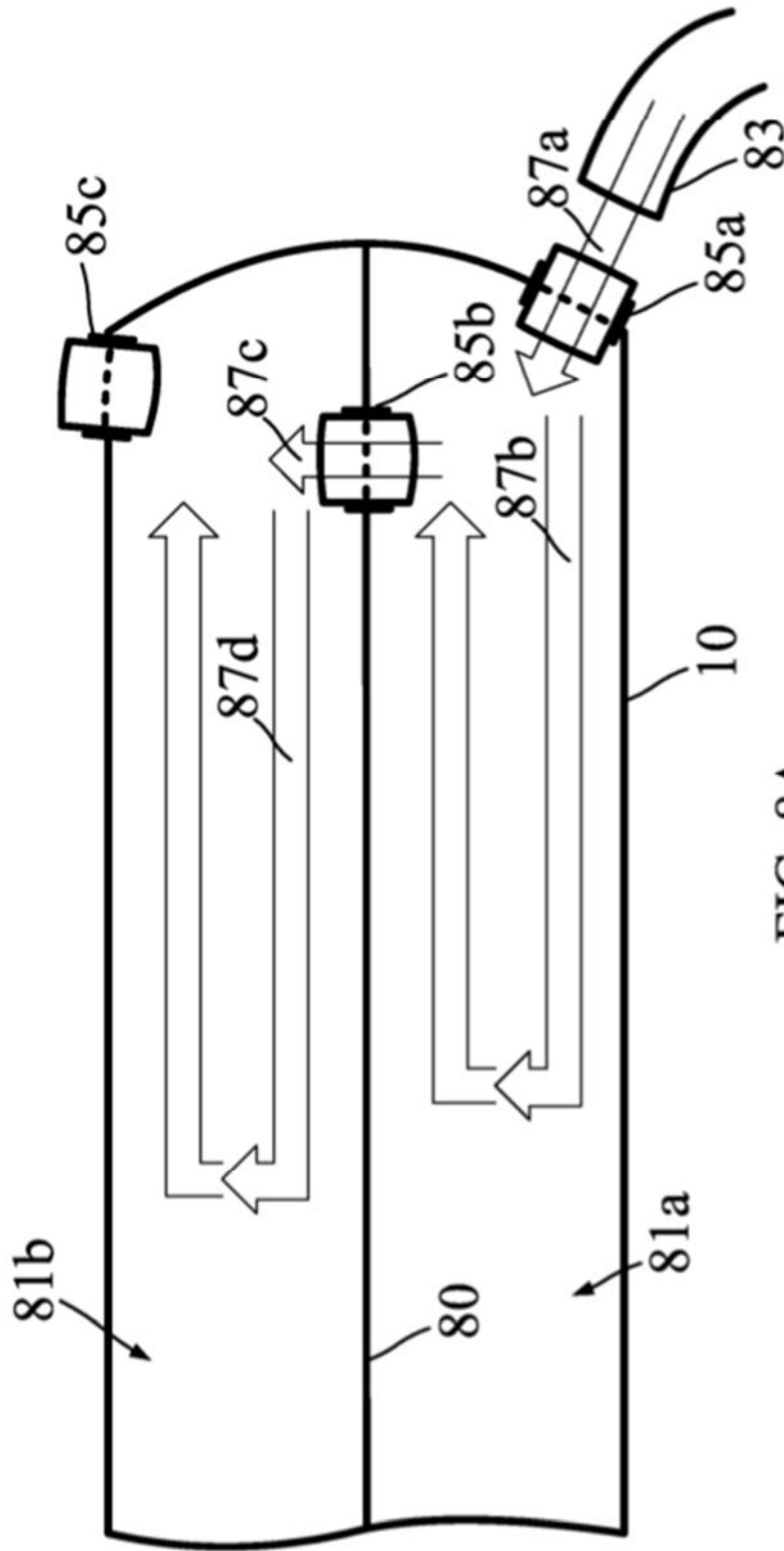


FIG. 8A

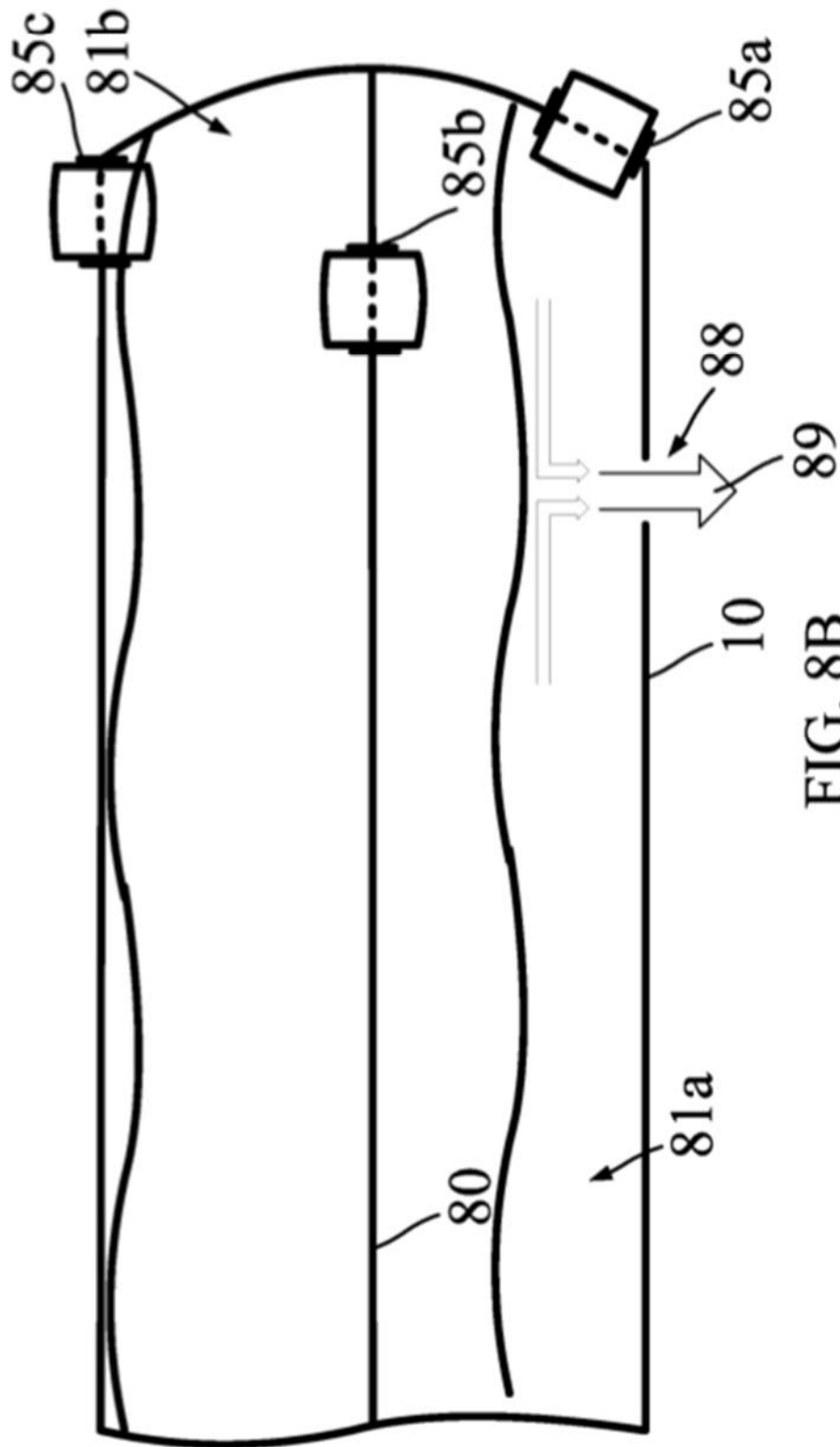


FIG. 8B

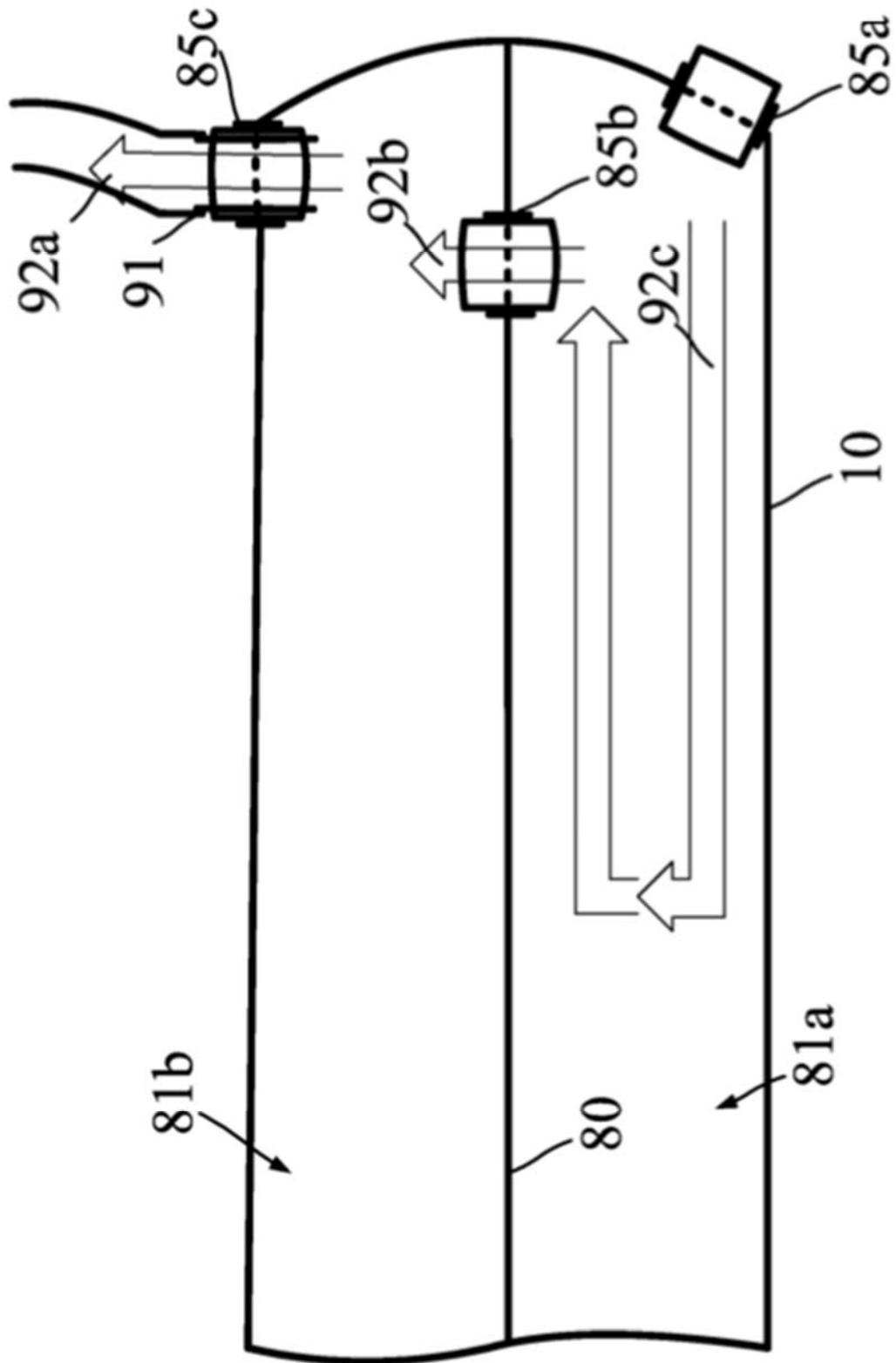


FIG. 8C

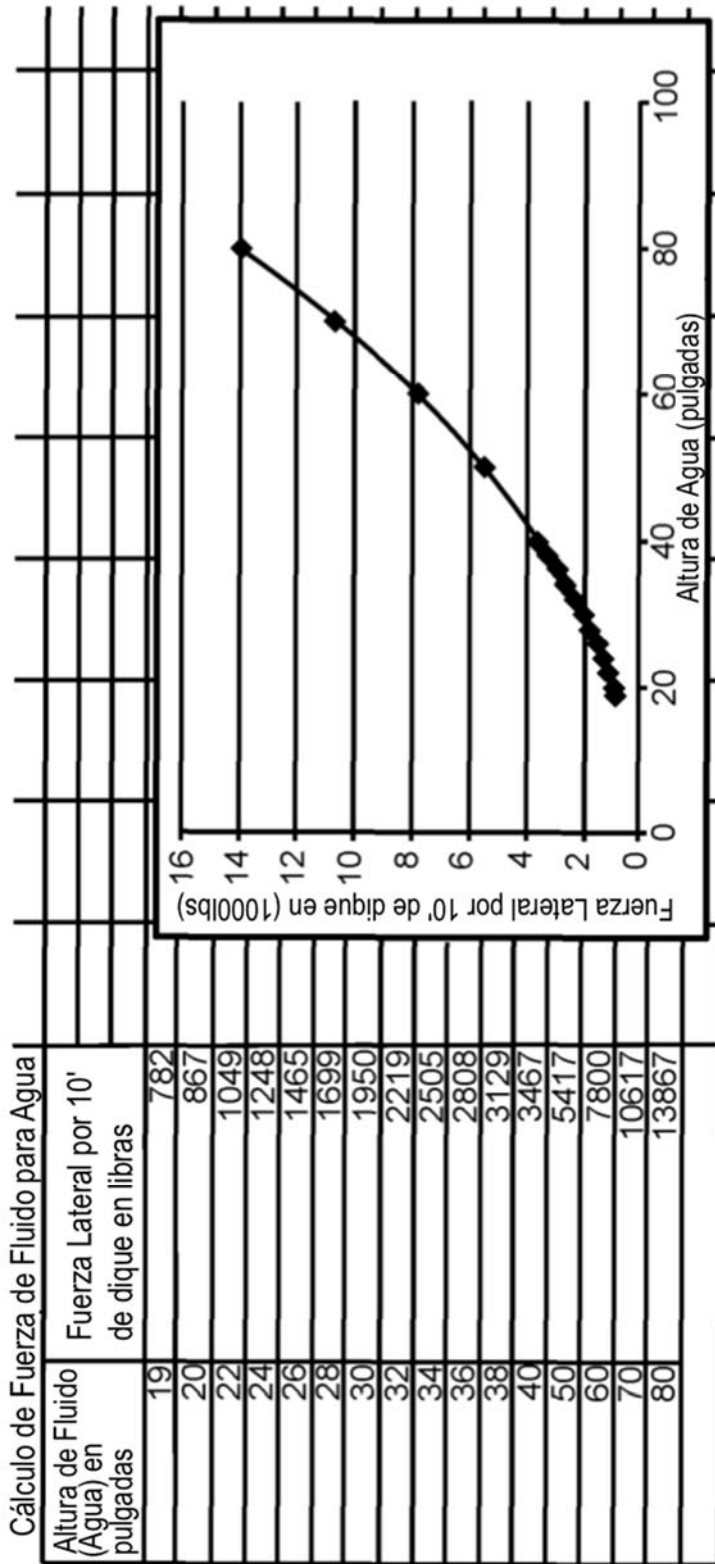


FIG. 9

Profundidad de Fluido (Agua) pies	Fuerza Descendente de volumen de fluido sobre el dique durante 1V:1H en longitud de libras/pies de dique	50' de dique
2	125	6240
3	281	14040
4	499	24960
5	780	39000
Profundidad de Fluido (Agua) pies	Longitud de libras/pies de fuerza lateral de dique	50' de dique
2	125	6240
3	281	14040
4	499	24960
5	780	39000

FIG. 10