

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 982 582**

51 Int. Cl.:

E21B 10/30 (2006.01)

E21B 17/10 (2006.01)

E21B 37/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2021** **E 21212615 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2024** **EP 4191017**

54 Título: **Sistema de acondicionamiento multifuncional de pozos de perforación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2024

73 Titular/es:
EUROPEAN DRILLING PROJECTS B.V. (100.0%)
Danzigerkade 2-D1
1013 AP Amsterdam, NL

72 Inventor/es:
NEWMAN, MICHAEL THOMAS y
FITZGERALD, TONY

74 Agente/Representante:
IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 982 582 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

Sistema de acondicionamiento multifuncional de pozos de perforación

5 Campo técnico

[0001] La presente invención se refiere a una herramienta de subsuelo para una sarta de perforación para perforar pozos de petróleo, gas y agua, a saber, un sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de una pieza donde dicho sistema combina el escariado mientras se perfora, el acondicionamiento de pozos, proporcionando un efecto de enlucimiento, estabilización mejorada y limpieza de los detritos de sondeo de un pozo perforado.

Técnica anterior

[0002] A medida que la tecnología ha avanzado en la industria de perforación direccional, ha facilitado la perforación de trayectorias de pozo más profundas y más complejas, más rápido que nunca.

[0003] Los problemas de calidad del pozo, estén relacionados con la geometría, la limpieza o las formaciones del pozo, podrían conducir a que el diámetro de deriva del pozo sea más pequeño, lo que conduce a un aumento de la fricción, puntos estrechos, mayor par de rotación superior, lo que da lugar a un peso real y un par de torsión reducidos en la broca, niveles elevados de vibraciones de perforación e incluso desgaste innecesario y prematuro de los componentes del conjunto de fondo de pozo (BHA).

[0004] En general, la ampliación de un agujero de perforación puede realizarse como una operación separada para ampliar un agujero de perforación existente o puede realizarse en la misma operación que perforar el agujero de perforación.

El agujero inicial o piloto se perfora con la broca; se puede colocar un escariador a una distancia por encima de la broca para ampliar y/o acondicionar el agujero. Si un escariador tiene un diámetro exterior fijo, la acción de los elementos de corte comienza en la superficie del pozo y termina con un diámetro igual o mayor que la broca. Como alternativa podría usarse un escariador construido con cuchillas expansibles. Si el agujero de perforación requiere un ligero agrandamiento y/o enderezamiento debido a la formación de codos se puede construir un escariador para que sea excéntrico; se usa un escariador con este conjunto de características para ampliar y o enderezar el agujero de perforación en una fracción de pulgada.

[0005] Con el aumento de las profundidades medidas y los desplazamientos horizontales en pozos de alcance extendido, el transporte de detritos y la buena limpieza del agujero sigue siendo un desafío importante. La limpieza de agujeros es la capacidad del fluido de perforación, también denominado lodo, para transportar los detritos producidos durante las operaciones de perforación hasta la superficie y suspender los detritos. Durante muchos años se ha reconocido que la retirada de los detritos de sondeo del pozo durante la perforación de pozos horizontales plantea problemas especiales.

[0006] A medida que los detritos producidos durante el proceso de perforación se transportan a la superficie, se ha encontrado que algunos de los detritos caen fuera del lodo de perforación inclinados con respecto a las secciones horizontales del pozo, luego se asientan en el lado inferior del pozo debido a la gravedad y se forma una acumulación de sólidos a lo largo del lado inferior del pozo. Esto y el hecho de que la sarta de perforación también se encuentre en el lado inferior del pozo reduce la eficiencia del proceso de perforación. El fallo en conseguir una limpieza suficiente del agujero puede causar problemas graves de perforación, incluyendo una energía y un tiempo excesivos requeridos cuando se sale del agujero, un par de rotación elevado, un tubo atascado, un empaquetado de agujeros, una densidad de circulación equivalente excesiva, una rotura de la formación, velocidades de penetración lentas y dificultad para hacer correr las tuberías y los troncos. Estas acumulaciones de lecho de detritos de sondeo pueden dar como resultado que la sarta de perforación se atasque dentro del agujero, lo que a su vez da como resultado un coste de perforación importante. Aunque la prevención de la sarta atascada es mucho más económica, el profesional de la perforación suele optar por liberar procedimientos tales como "lavado y escariado", en donde el fluido de perforación circula y la sarta de perforación gira a medida que la broca se introduce en el pozo, y "escariado posterior", en donde el fluido de perforación circula, y la sarta de perforación gira a medida que la broca se retira del pozo. Otras operaciones tales como "recambio y mantenimiento" o "bombeo fuera del pozo" se realizan a menudo para intentar controlar la cantidad de detritos acumulados en el pozo. Todas estas operaciones requieren tiempo y pueden aumentar significativamente el coste de perforar un pozo direccional. Por lo tanto, existe la necesidad de superar estos problemas.

[0007] Todas estas operaciones requieren tiempo y pueden aumentar significativamente el coste de perforar un pozo direccional. Por lo tanto, existe la necesidad de superar estos problemas.

SUMARIO DE LA INVENCION

[0008] El objeto de la presente invención de acuerdo con la reivindicación 1 se logra mediante un sistema de acondicionamiento de pozos de perforación multifuncional de construcción en una pieza que tiene un cuerpo tubular que se extiende a lo largo de un eje longitudinal X, comprendiendo dicho sistema

una etapa de escariador excéntrico posterior,
 una etapa de escariador excéntrico anterior y
 un agitador de detritos de perforación que está situado entre dichas etapas de escariado excéntrico posterior y anterior,
 en donde dicho agitador de detritos de perforación comprende
 una pluralidad de primeras palas estabilizadoras que se extienden radialmente hacia fuera desde una superficie exterior del cuerpo tubular,
 una pluralidad de segundas palas estabilizadoras que se extienden radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular,
 una pluralidad de palas estabilizadoras centrales que se extienden radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular y dispuestas axialmente entre la pluralidad de primeras palas estabilizadoras y la pluralidad de segundas palas estabilizadoras, y
 una pluralidad de acanaladuras hidrodinámicas que se extienden en una dirección longitudinal y que se extienden radialmente hacia dentro desde la superficie exterior del cuerpo tubular, donde cada pala estabilizadora de la pluralidad de cuchillas estabilizadoras primeras, segundas y centrales está dispuesta a lo largo de una circunferencia coaxial con el cuerpo tubular a 90 grados de separación entre sí y donde la pluralidad de palas estabilizadoras centrales está desplazada 45 grados de la pluralidad anterior de las primeras palas estabilizadoras y la siguiente pluralidad de las segundas palas estabilizadoras, estando dichas acanaladuras situadas circunferencialmente entre las palas estabilizadoras centrales.

[0009] El sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de la presente invención está diseñado para mejorar la eficiencia de perforación eliminando secciones de desalineación paralela, asientos clave, microcodos y lechos de corte corroídos que pueden conducir a problemas de achique y obturación. Esto se consigue optimizando la colocación de las etapas de escariador excéntrico a lo largo de la longitud del cuerpo tubular, cuyas etapas de escariador excéntrico tienen una estructura de corte híbrida helicoidal de bajo par, combinada con un acelerador de flujo y un agitador de detritos de perforación.

[0010] Dicho sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos aumenta marginalmente el diámetro de deriva del pozo a través de etapas de escariador excéntrico adaptables únicas, un acelerador de fluido de perforación, un agitador y estabilizador del lecho de corte, todos combinados dentro de un diseño de una sola pieza.

[0011] Dicho sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos combina el agrandamiento del agujero mientras se perfora, también conocido como escariado mientras se perfora, y la limpieza de agujeros en pozos de alcance verticales, desviados, horizontales y extendidos.

[0012] Otras mejoras incluyen el suavizado del pozo retirando los codos, reduciendo los valores de arrastre, un rendimiento de disparo mejorado, una limpieza mejorada del pozo y mejorando los procesos de instalación de revestimiento y cemento.

[0013] Ventajosamente, el sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos es de una construcción en una pieza, que está fresada, moldeada o mecanizada a partir de una única pieza de material, que tiene un cuerpo tubular con radio "r" y longitud l, que define un eje largo "X" que se extiende en una dirección longitudinal.

[0014] Ventajosamente, el sistema de acondicionamiento de pozos tiene un diseño de escariador excéntrico, donde la etapa de escariador excéntrico anterior y la etapa de escariador excéntrico posterior están desplazadas radialmente del eje longitudinal "X" del cuerpo tubular.

[0015] Ventajosamente, las etapas de escariador excéntrico anterior y posterior tienen cada una un conjunto de cuchillas de corte que tienen una estructura de corte, es decir, insertos cortadores de diamante policristalino compacto (PDC) y/o insertos de carburo de tungsteno (TCI) adaptados para hacer la mayor parte del agrandamiento y/o el acondicionamiento del pozo, y un conjunto de palas de deriva adaptadas para estabilizar dinámicamente el sistema de acondicionamiento del pozo durante el escariado rotacional minimizando las vibraciones y proporcionando un efecto de enlucimiento en el pozo.

[0016] Ventajosamente, el sistema de acondicionamiento de pozos tiene un agitador de detritos de perforación que se coloca entre las dos etapas de escariador excéntrico, donde dicho agitador de detritos de perforación comprende una pluralidad de palas estabilizadoras y acanaladuras hidrodinámicas. Las palas estabilizadoras están adaptadas para aumentar la velocidad del fluido de perforación donde la geometría especial de dichas palas estabilizadoras crea presión y turbulencia en el lado bajo de un pozo horizontal, cuya presión y turbulencia se dirige a la concentración segmentada de detritos, y a medida que el sistema de acondicionamiento de pozos gira esto crea un efecto de lavado en los lechos de corte. Dichas palas estabilizadoras también estabilizan el sistema de acondicionamiento del pozo en el pozo de perforación. A medida que el sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos se traslada en un fondo de pozo de contrarrotación, las palas estabilizadoras agitan los lechos de corte en el lado inferior del pozo empujando los detritos hacia arriba en el fluido de perforación circulante donde se transportan aguas abajo. La agitación de los lechos de corte conduce a condiciones de flujo más limpias y más uniformes. La presión de soporte adicional creada contra la pared del pozo y el aumento de la velocidad anular combinado con la geometría de las palas estabilizadoras conduce a una torta

de filtro más suave mientras que se minimiza el riesgo de desprendimiento de obturaciones durante la operación de perforación.

[0017] En general, en aplicaciones de perforación, basadas en la forma de la cuchilla, las cuchillas pueden ser cuchillas helicoidales o cuchillas rectas. Todas las cuchillas, es decir, cuchillas de corte, deriva y estabilización en la presente invención son rectas y paralelas al eje longitudinal X del cuerpo tubular. El área superficial de las cuchillas rectas es menor que una helicoidal y, por lo tanto, las cuchillas rectas tienen la ventaja de una menor resistencia a la fricción, disminuyendo la posibilidad de que la sarta de perforación se atasque, y también mejorando el transporte de detritos, el reflujo y el abombado de brocas.

[0018] Todas estas características de la presente invención funcionan de manera sinérgica para lograr todos los efectos técnicos mencionados anteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0019]

La figura 1 es una vista esquemática de una realización del sistema de acondicionamiento de pozos de acuerdo con la invención reivindicada;

la figura 1A representa una vista en sección transversal (sección A-A) de la etapa de escariador excéntrico posterior 3A que muestra la cuchilla de corte 5A y la pala de deriva 6A de acuerdo con la invención reivindicada;

la figura 1B representa una vista en sección transversal (sección B-B) del agitador de detritos de perforación 4 que muestra las palas estabilizadoras centrales 9 y también las acanaladuras hidrodinámicas 7 de acuerdo con la invención reivindicada;

la figura 1C representa una vista en sección transversal (sección C-C) del agitador de detritos de perforación 4, que muestra las palas estabilizadoras 8 de acuerdo con la invención reivindicada;

la figura 1D representa una vista en sección transversal (sección D-D) de la etapa de escariador excéntrico anterior 3B, que muestra las palas de deriva 6B y las cuchillas de corte 5B;

las figuras 2A-2F representan detalles de las cuchillas de corte y deriva de la etapa de escariador excéntrico según la invención reivindicada;

la figura 3 es una vista ampliada de la disposición de escariador anterior y posterior según la invención reivindicada;

la figura 4 representa las etapas de escariador anterior y posterior y el agitador de detritos de perforación de acuerdo con la invención reivindicada, que muestra además los bordes giratorios anterior y posterior de las cuchillas, y las caras inclinadas de las palas de deriva en la puntera y el talón, y los estrechamientos de 3 etapas de las cuchillas;

la figura 5 representa el detalle del conjunto de cuchillas de la etapa de escariador excéntrico anterior según la invención reivindicada;

la figura 6 representa el detalle del conjunto de cuchillas de la etapa de escariador excéntrico posterior según la invención reivindicada;

la figura 7 representa una vista de extremo de los detalles del conjunto de cuchillas de las etapas de escariador excéntrico posterior 1A y anterior 1B según la invención reivindicada;

la figura 8 representa una vista frontal del sistema de acondicionamiento de pozos, que muestra además los bordes de cuchilla posterior y anterior de la pala de deriva de acuerdo con la invención reivindicada;

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0020] Como se realiza y se describe ampliamente, las divulgaciones en el presente documento proporcionan realizaciones detalladas de la invención. Sin embargo, las realizaciones divulgadas son meramente ilustrativas de la invención que pueden realizarse de diversas formas alternativas. Por lo tanto, no existe la intención de que los detalles estructurales y funcionales específicos sean limitantes, sino que la intención es que proporcionen una base para las reivindicaciones y como base representativa para enseñar a un experto en la técnica a emplear de manera diversa la presente invención.

[0021] En la figura 1 se muestra un sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de una pieza 1 de acuerdo con la invención. Dicho sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos tiene un cuerpo tubular 2 con radio "r" y longitud

"I", que se extiende a lo largo de un eje longitudinal X, donde dicho cuerpo tubular está dividido virtualmente en varias secciones a lo largo de dicho eje longitudinal "X", es decir,

- sección I - definida como sección trasera 2A;
- sección II - definida como una etapa 3A de escariador excéntrico posterior;
- sección III - definida como agitador de detritos de perforación 4;
- sección IV - definida como una etapa 3B de escariador excéntrico anterior;
- sección V - definida como una sección delantera 2B.

[0022] Entre dos secciones consecutivas cualesquiera en la dirección longitudinal del cuerpo tubular hay un elemento troncocónico 13 con una inclinación de 15-20 grados con respecto al eje longitudinal X. El elemento troncocónico se estrecha desde la sección I hacia la sección II, y desde la sección V hacia la sección IV, y desde la sección III hacia la sección II y IV respectivamente. Esto proporciona un paso más eficiente del fluido sobre las longitudes de cuchilla.

[0023] El sistema multifuncional 1 de acondicionamiento de pozos, también denominado en el presente documento "herramienta", comprende una primera etapa de escariador excéntrico anterior, también denominada "etapa de escariador excéntrico anterior" o "primera etapa de escariador excéntrico", y una segunda etapa de escariador excéntrico posterior, también denominada "etapa de escariador excéntrico posterior" o "segunda etapa de escariador excéntrico", y un agitador de detritos de perforación colocado entre dichas primera y segunda etapas de escariador excéntrico, donde dicho agitador comprende una pluralidad de palas estabilizadoras que tienen una superficie curvada a lo largo del eje longitudinal X del sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos. Dichas palas estabilizadoras aumentan la velocidad de los detritos de perforación desde la entrada al conjunto de cuchillas de corte posterior.

[0024] El sistema de acondicionamiento de pozos de perforación se fabrica a partir de una única pieza de acero, tal como acero de alta tracción de cromo-molibdeno, donde dicho acero tiene características mecánicas que pueden corresponder con otros componentes de sarta de perforación que se conectan a dicho sistema. Las etapas de escariador excéntrico anterior y posterior y el agitador se fresan, moldean o mecanizan a partir de una única pieza de material como un componente integral del cuerpo tubular del sistema de acondicionamiento de pozos, formando una pieza unitaria, también denominada construcción en una pieza.

[0025] Cada etapa de escariador excéntrico comprende un conjunto de cuchillas de corte y un conjunto de palas de deriva. Las cuchillas de corte y deriva se extienden radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular. Aunque la geometría de la herramienta de la presente invención está diseñada para el escariado, también existe la posibilidad de utilizar esta geometría de herramienta como un estabilizador.

[0026] La etapa de escariador excéntrico posterior 3A está colocada entre la sección posterior 2A y el agitador de detritos de perforación 4 a lo largo del eje longitudinal X del cuerpo tubular como se muestra en la Figura 1 y tiene una sección transversal como se representa en la Figura 1A. La etapa de escariador excéntrico posterior 3A comprende un conjunto de dos cuchillas de corte rectas 5A, también denominado "primer conjunto de cuchillas de corte rectas" y un conjunto de dos palas de deriva rectas 6A, también denominado "primer conjunto de palas de deriva rectas". El conjunto de dos cuchillas de corte rectas 5A comprende una primera cuchilla de corte y una segunda cuchilla de corte en la dirección de rotación. La etapa de escariador excéntrico delantero 3B está colocada entre la sección delantera 2B y el agitador de detritos de perforación 4 a lo largo del eje longitudinal X del cuerpo tubular como se muestra en la figura 1 y tiene una sección transversal como se representa en la figura 1D. La etapa de escariador excéntrico anterior 3B también comprende un conjunto de dos cuchillas de corte rectas 5B, también denominado "segundo conjunto de cuchillas de corte rectas" y un conjunto de dos palas de deriva rectas 6B, también denominado "segundo conjunto de palas de deriva rectas". El conjunto de dos cuchillas de corte rectas 5B comprende una primera cuchilla de corte y una segunda cuchilla de corte en la dirección de rotación. Los conjuntos de cuchillas de corte y deriva 5A, 6A de la etapa de escariador excéntrico posterior, y los conjuntos de cuchillas de corte y deriva 5B, 6B de la etapa de escariador excéntrico anterior se desplazan angularmente alrededor del eje longitudinal "X" 180 grados entre sí, de manera que el conjunto de cuchillas de corte 5A y el conjunto de cuchillas de corte 5B se enfrentan a direcciones radiales opuestas desde el eje "X". Cada conjunto de dos palas de deriva está colocado a 180 grados circunferencialmente con respecto al conjunto de dos cuchillas de corte. Las cuchillas de corte y las palas de deriva pueden tener una forma diferente.

[0027] La primera cuchilla de corte de las etapas de escariador excéntrico de salida y de ataque se extiende radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular y define con su superficie más exterior un cilindro ideal que tiene un diámetro d4. La segunda cuchilla de corte de las etapas de escariador excéntrico posterior y anterior se extiende radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular y define con su superficie más exterior un cilindro ideal que tiene un diámetro d5, donde d5 es menor que d4 ($d5 < d4$). Las palas de deriva 6A, 6B se extienden radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular y definen con su superficie más exterior un cilindro ideal que tiene un diámetro d3, denominado diámetro de deriva, o diámetro de enlucido, donde d3 es menor que d5 ($d3 < d5$).

[0028] Las cuchillas de corte y deriva de las etapas de escariador excéntrico posterior y anterior están diseñadas para realizar una de las siguientes acciones: i) corte del pozo; ii) acondicionamiento del pozo, es decir, mejora de la condición geométrica del pozo eliminando cualquier imperfección o área rugosa del pozo; iii) proporcionar un efecto de enlucido que

se genera en forma de sólidos perforados y materiales de puente enlucido contra el pozo y empaquetado en la torta de filtro, proporcionando de esta manera una mejor calidad de torta de filtro y mejorando la resistencia del pozo.

[0029] Cada cuchilla de corte 5A, 5B de las etapas de escariador excéntrico posterior y anterior es recta y paralela al eje longitudinal X del cuerpo tubular. Cada cuchilla de corte 5A, 5B tiene en su superficie ranuras helicoidales profundas, definiendo dichas ranuras helicoidales que suben por la cuchilla de corte de este modo una pluralidad de coronas 31 (véase la figura 2), donde dichas ranuras helicoidales discurren en la dirección de rotación de la herramienta. En la superficie superior de cada una de dichas coronas se dispone uno o una pluralidad de elementos de corte (PDC, TCI) que están orientados hacia la trayectoria del movimiento de rotación con respecto al agujero del pozo.

[0030] La pluralidad de elementos de corte, también denominados en el presente documento "estructura de corte", es decir, insertos cortadores de diamante policristalino compacto (PDC) y/o insertos de carburo de tungsteno (TCI), están dispuestos en cada una de las cuchillas de corte y están dispuestos en filas longitudinales rectas. Cada elemento de corte (PDC o TCI) tiene una altura predeterminada (h) medida desde la superficie exterior de la cuchilla de corte. Los insertos de corte PDC se denominan elementos de corte activos, en el sentido de que cortan activamente y no frotan simplemente la pared del agujero de perforación, mientras que los insertos TCI se denominan elementos de corte pasivos. El conjunto de cuchillas de corte de la etapa de escariador excéntrico anterior hace que la mayor parte de la perforación se agrande también como escariado, el conjunto de cuchillas de corte de la etapa de escariador excéntrico posterior realiza el acondicionamiento de la perforación y el conjunto de palas de deriva son palas estabilizadoras situadas circunferencialmente a 180° de las primeras cuchillas de corte en el lado de deriva del cuerpo tubular, y actúan para estabilizar dinámicamente la herramienta durante el escariado giratorio, y de esta manera minimizar las vibraciones de la herramienta y también proporcionar efecto de enlucimiento.

[0031] Los elementos de corte insertados en la primera cuchilla de corte de las etapas de escariador excéntrico posterior y anterior definen con su superficie más exterior un cilindro ideal que tiene un diámetro d1, donde d1 es mayor que d4 ($d1 > d4$). Los elementos de corte insertados en la segunda cuchilla de corte de las etapas de escariador excéntrico posterior y anterior definen con su superficie más exterior un cilindro ideal que tiene un diámetro d2, donde d2 es menor que d1 ($d2 < d1$), d2 es mayor que d3 ($d2 > d3$), y d2 es mayor que d5 ($d2 > d5$).

[0032] La primera cuchilla de corte en la dirección de rotación de la etapa 3B de escariador excéntrico anterior tiene, en la parte superior de su superficie, una combinación de insertos de PDC y TCI, y realiza la acción de corte inicial del agujero de perforación, mostrada en la figura 1D. Dicha primera cuchilla de corte es seguida, véase la flecha curva en la figura 1D, por la segunda cuchilla de corte en la dirección de rotación y realiza un acondicionamiento del agujero de perforación, es decir, mejora de la condición geométrica del agujero de perforación eliminando cualquier imperfección o áreas rugosas de las paredes del agujero de perforación. Esta segunda cuchilla de corte de la etapa de escariador excéntrico anterior 3B también tiene en su superficie una combinación de PDC y TCI, y proporciona un efecto de corte pasivo y reduce la vibración inducida por actividades repetitivas y permite la perforación sin dañar la cubierta costosa.

[0033] Finalmente, las palas de deriva de la etapa de escariador excéntrico anterior 3B (Figura 1D) que siguen a la segunda cuchilla de corte en la dirección de rotación, proporcionan un efecto de enlucimiento de lodo sobre las paredes del pozo de perforación que refuerza el pozo de perforación, creando una capa de tipo liso e impermeable, es decir, torta de filtro de baja permeabilidad en la circunferencia del pozo de perforación.

[0034] Las cuchillas de corte de la etapa 3A de escariador excéntrico posterior tienen solo insertos de TCI en la parte superior de su superficie, y por lo tanto la primera y la segunda cuchillas de corte de la etapa 3A de escariador excéntrico posterior realizan solo el acondicionamiento del agujero perforado.

[0035] La agresividad de los elementos de PDC puede ajustarse alterando los parámetros bidimensionales antes de la fabricación de la herramienta, concretamente alterando el ángulo anterior posterior y el radio de calibre máximo desde el eje del diámetro de corte longitudinal de la herramienta. Se aplicarán los siguientes límites cuando se finaliza el ángulo anterior posterior para los elementos de PDC: formación blanda:

18-21°; formación de dureza media:

15-18°; formación dura:

13-15°, y un ángulo anterior lateral de 0°.

[0036] El tipo y geometría de la cuchilla PDC se pueden ajustar para asegurar que el escariador se pueda revestir óptimamente para la formación que se está perforando y para la aplicación específica de perforación.

[0037] Entre las cuchillas de corte de las etapas de escariador excéntrico anterior y posterior hay canales de paso de flujo de salida definidos por la superficie exterior del cuerpo tubular y las paredes longitudinales de dos cuchillas consecutivas. Los fondos de las ranuras helicoidales sobresalen de la superficie de los canales de paso de flujo de ida entre las cuchillas de corte.

[0038] Las ranuras helicoidales profundas entre las coronas de las cuchillas de corte están diseñadas para permitir que los detritos retirados sean empujados hacia fuera en el flujo de lodo que se aproxima entre las cuchillas de la herramienta.

Las ranuras helicoidales también aumentan la flexibilidad de la cuchilla mientras se corta. La estructura de corte corta los codos y los detritos son empujados hacia arriba por la ranura por la rotación de la herramienta y hacia el canal de derivación de flujo longitudinal también denominado en el presente documento "canal de derivación de flujo" formado entre las cuchillas (véase la Figura 3).

[0039] Cuando la herramienta está en modo operativo (es decir, en uso), dos grados de libertad proporcionan el movimiento de corte: movimiento axial hacia abajo del pozo, y movimiento rotacional. Utilizando esto y el posicionamiento optimizado de las cuchillas PDC/TCI en las cuchillas, el posicionamiento de la ranura helicoidal entre las coronas produce un mejor acabado redirigiendo y/o redistribuyendo las fuerzas y tensiones de corte, no reduciéndolas necesariamente.

[0040] Los conjuntos de cuchillas de corte de las etapas de escariador excéntrico anterior y posterior están desplazados angularmente 180° alrededor del eje longitudinal de la herramienta, estando circunferencialmente opuestas estas en cada conjunto de cuchillas de doble deriva que son de marca dura y están colocadas para estabilizar dinámicamente la estructura de corte mientras se escarian. Esta disposición desplazada de las cuchillas de corte aumentará marginalmente el diámetro del pozo y garantizará que la broca podrá pasar a través del pozo sin necesidad de escariador posterior. Debido a esta disposición, los dos conjuntos de estructuras de corte se colocan angularmente en las cuchillas de corte en aproximadamente 180 grados en la sarta de perforación.

[0041] Es esencial que la herramienta mantenga un comportamiento de corte estable y permanezca centrada en el eje central de perforación del pozo que se está perforando, a pesar de tener una masa significativa por encima y/o por debajo de su posicionamiento en el conjunto de agujero inferior. Esto se logra al tener un conjunto de palas de deriva colocadas 180 grados circunferencialmente al conjunto de cuchillas de corte. Las palas de deriva están diseñadas para estabilizar dinámicamente la acción de corte al ayudar a que las cuchillas de corte permanezcan centradas en el eje central de la broca durante la rotación.

[0042] Cada pala de deriva 6A, 6B de las etapas de escariador excéntrico posterior y anterior es recta y paralela al eje longitudinal X del cuerpo tubular. Cada pala de deriva 6A, 6B tiene una superficie en forma de cúpula, que define el área de contacto superficial con el pozo, y se extiende radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular 2. El conjunto de palas de deriva rectas de la etapa de escariador excéntrico anterior se coloca circunferencialmente 180 grados del conjunto de palas de deriva en la etapa de escariador excéntrico posterior, y ambos conjuntos de palas de deriva funcionan como palas estabilizadoras. El centro del círculo sobre el que están posicionadas dichas palas de deriva está desplazado una distancia predeterminada por el centro de la parte de cuerpo tubular. Dichas palas de deriva tienen una forma ancha en el centro y se estrechan hacia los extremos, pero no hasta un punto. Para minimizar o eliminar el exceso de piel requerido para salir del pozo, colgar y superar la fricción estática en el cuerpo, la primera y segunda palas estabilizadoras 8, 10, las cuchillas de corte 5A, 5B y las palas de deriva 6A, 6B están formadas con ángulos únicos de puntera y talón de 3 etapas que aseguran una acción de corte gradual y minimizan el par y la vibración. Las palas de deriva tienen caras en ángulo en la puntera y talón designadas como una primera cara en ángulo "T1", una segunda cara en ángulo "T2" y una tercera cara en ángulo "T3" como se muestra en la Figura 4. Las caras en ángulo T1, T2 y T3 tienen diferentes ángulos medidos desde la superficie del cuerpo tubular en la dirección longitudinal X, en particular el ángulo de la primera cara en ángulo T1 es mayor que el de la segunda cara en ángulo T2, y el ángulo de la segunda cara en ángulo T2 es mayor que el de la tercera cara en ángulo T3. Estos ángulos únicos de punta y talón de las palas de deriva ayudan a reducir la fricción y mejoran el rendimiento de la herramienta mientras se desliza en modo orientado, es decir, un modo sin rotación de la sarta de perforación por encima de la broca mientras se perfora una trayectoria curva.

[0043] Cada pala de deriva de deriva tiene un borde anterior y un borde de salida, teniendo ambos radios de curvatura diferentes. El borde anterior y el borde posterior se muestran en las figuras 4 y 8. El borde anterior tiene una transición más redondeada/suave, lo que ayuda a acondicionar/enterrar el pozo y evita cualquier efecto de corte en el pozo. El área superficial del borde de salida rotacional de cada álabe de deriva es menor que el área superficial del borde anterior rotacional, de modo que el área de contacto del álabe de deriva con el pozo se maximiza. Este borde posterior también tiene un efecto acondicionador sobre el pozo, pero en una extensión mucho menor que el borde anterior. Tener tanto contacto con el pozo como sea posible en esta región entre el borde anterior y el borde de salida asegura la estabilización de las cuchillas de corte que están colocadas a lo largo de una circunferencia coaxial con el cuerpo tubular a una distancia de 180 grados de las palas de deriva.

[0044] La geometría de contacto del pozo y el área de contacto de las palas de deriva 6A, 6B son diferentes a las de las cuchillas de corte, lo que ayuda a minimizar la fricción con las formaciones, amortigua las oscilaciones.

[0045] Durante la perforación, el caudal del fluido de perforación sobre una sección transversal del pozo no es uniforme; más cerca del lado bajo, el caudal es mínimo y, como resultado, reduce la capacidad del fluido de perforación para mover los detritos de sondeo de manera efectiva. Este problema puede superarse con el agitador de detritos de perforación que tiene una pluralidad de palas estabilizadoras 8, 9, 10 y acanaladuras hidrodinámicas 7 de acuerdo con la presente invención.

[0046] Las figuras 3-4 representan el detalle de la característica de herramienta media, concretamente el agitador de detritos de perforación colocado entre las dos etapas de escariador excéntrico 3A, 3B. La figura 4 ilustra el agitador de detritos de perforación, que corresponde a la sección III del cuerpo tubular.

[0047] El agitador de detritos de perforación 4 que está situado entre las etapas de escariador excéntrico posterior y anterior, comprende una pluralidad de palas estabilizadoras 8, 9, 10 y una pluralidad de acanaladuras hidrodinámicas 7, estando situadas dichas acanaladuras hidrodinámicas circunferencialmente entre las palas estabilizadoras centrales 9.

[0048] Dichas palas estabilizadoras 8, 9 y 10 tienen una superficie curvada a lo largo del eje longitudinal "X" de la herramienta y son rectas y paralelas al eje longitudinal X del cuerpo tubular. Estas palas estabilizadoras 8, 9, 10 están formadas, por ejemplo, fresadas, mecanizadas, como un componente integral del cuerpo del agitador de detritos de perforación 4 y colocadas entre la etapa de escariador excéntrico anterior 3B y la etapa de escariador excéntrico de salida 3A del sistema de acondicionamiento de pozos. Cada cara radial exterior de la pala estabilizadora estará cubierta al 100% por un elemento de desgaste reemplazable, por ejemplo, un revestimiento duro.

[0049] La pluralidad de palas estabilizadoras 8, 9, 10, se define como: una pluralidad de primeras palas estabilizadoras 8, también denominadas primeras palas estabilizadoras 8; una pluralidad de palas estabilizadoras centrales 9, también denominadas palas estabilizadoras centrales 9; una pluralidad de segundas palas estabilizadoras 10, también denominadas segundas palas estabilizadoras 10. Cada pala estabilizadora de dicha pluralidad de primera, segunda y central palas estabilizadoras tiene una forma alargada paralela al eje longitudinal X del cuerpo tubular 2. Dicha pluralidad de palas estabilizadoras 8, 9, 10 forman tres grupos: un primer grupo que comprende las primeras palas estabilizadoras 8, un segundo grupo que comprende las segundas palas estabilizadoras 10; un grupo central que comprende las palas estabilizadoras centrales 9, donde cada grupo de dichos tres grupos tiene cuatro palas estabilizadoras.

[0050] Dichos tres grupos de palas estabilizadoras están dispuestos en la superficie del cuerpo tubular en un intervalo predeterminado paralelo al eje longitudinal X. Dicha pluralidad de palas estabilizadoras se extiende hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular, y con su superficie radialmente extendida más hacia fuera definen un cilindro ideal que es coaxial con las secciones III del cuerpo tubular. El primer grupo de palas estabilizadoras 8 está situado en un extremo del agitador de corte de broca inmediatamente después de la pluralidad de cuchillas de corte delanteras 5B de la etapa de escariador excéntrico anterior 3B. El segundo grupo de palas estabilizadoras 10, similar al primer grupo, está situado en el otro extremo del agitador de corte de broca posteriores 5A de la etapa de escariador excéntrico trasero 3A. Entre estos dos grupos de palas estabilizadoras 8, 10, existe el grupo de palas estabilizadoras centrales 9. Cada pala estabilizadora de los grupos descritos está dispuesta a un intervalo predeterminado, es decir, 90 grados de separación entre sí, a lo largo de una circunferencia coaxial con el cuerpo tubular.

[0051] Una acanaladura hidrodinámica 7 está dispuesta entre cada dos palas estabilizadoras centrales consecutivas 9. Además, se define un canal de derivación de flujo entre cada dos grupos primero y segundo consecutivos de álabes estabilizadores 8, 10.

[0052] Además, el grupo de palas estabilizadoras centrales 9 está desplazado 45 grados de las primeras palas estabilizadoras anteriores 8 y el siguiente grupo de segundas palas estabilizadoras 10.

[0053] Cada pala estabilizadora del agitador 4 de corte de broca es recta y está alineada a lo largo del eje X longitudinal. Cada pala estabilizadora del agitador 4 de corte de broca tiene una forma alargada, una sección frontal, una sección posterior y una sección central, y una superficie superior que tiene la forma de una cúpula que define el área de contacto, y paredes laterales. La sección trasera de las palas estabilizadoras 8, 10 que pertenecen al primer y segundo grupos se estrecha desde dicha sección central hacia un extremo trasero. La sección frontal de las palas estabilizadoras que pertenecen al primer y segundo grupos se estrecha hacia un extremo frontal que tiene sustancialmente la forma de un semicírculo, siendo dicha sección frontal sustancialmente mayor que la anchura promedio de la sección posterior. La superficie superior de las palas estabilizadoras 8, 10 pertenecientes al primer y segundo grupos se inclina hacia abajo cerca y hacia el extremo de la sección frontal y también cerca y hacia el extremo de la sección posterior hasta que se encuentra con la superficie de dicha parte de cuerpo cilíndrico que forma de esta manera una puntera y talón que tiene una única cara en ángulo de 3 etapas con diferentes ángulos medidos desde la superficie del cuerpo tubular en la dirección longitudinal X, a saber, una primera cara en ángulo T1, una segunda cara en ángulo T2, y una tercera cara en ángulo T3, donde el ángulo de la primera cara en ángulo T1 es mayor que el de la segunda cara en ángulo T2, y el ángulo de la segunda cara en ángulo T2 es mayor que el de la tercera cara en ángulo T3, como se muestra en la Figura 4. Cada una de las palas estabilizadoras primera, segunda y central tiene en la dirección de rotación, un borde anterior y un borde posterior, donde dichos bordes anterior y posterior tienen diferentes radios de curvatura. Las palas estabilizadoras 8, 10 que pertenecen al primer y segundo grupos son esencialmente las mismas, mientras que las palas estabilizadoras 9 que pertenecen al grupo central tienen una forma diferente y dimensiones más pequeñas.

[0054] Cada cuchilla del primer grupo de palas estabilizadoras 8 tiene una forma que es ancha en el medio y se estrecha hacia abajo hacia un extremo posterior que es recto con la cuchilla de corte 5B y en la dirección hacia arriba se estrecha hacia un extremo posterior sustancialmente semicircular hacia las palas estabilizadoras centrales 9. A medida que el flujo de fluido de perforación sale de la etapa de escariador excéntrico 3B anterior, que corresponde a la sección IV del cuerpo tubular 2 de la Figura 1, dicho flujo se encuentra con la sección III que corresponde al agitador de detritos de perforación, dicha sección III tiene un diámetro aumentado con respecto a la sección IV del cuerpo tubular 2. Esta configuración dirige el flujo de fluido hacia la pared del pozo de perforación, al mismo tiempo dicho flujo pasa entre los canales de derivación de flujo entre el primer grupo de palas estabilizadoras 8. La doble acción combinada del aumento en el diámetro de la

sección III y el estrechamiento de los canales de paso de flujo de derivación, aumenta la velocidad del lodo. La colocación del primer grupo de palas estabilizadoras 8, donde dichas cuchillas 8 se estrechan hacia la etapa de escariador excéntrico 3B de avance, tiende a inducir un efecto agitador en el lado inferior del pozo donde están ubicados los lechos de detritos. El posicionamiento y la geometría de las palas estabilizadoras 8, 9 y 10 del agitador de detritos de perforación es tal que desplazan eficientemente el fluido de perforación alrededor de la herramienta y entre las etapas excéntricas de escariador 3A y 3B mientras agitan efectivamente los detritos alojados en el lado inferior mientras la herramienta viaja a lo largo de la trayectoria del agujero de perforación, por lo tanto su interacción tiene un efecto sinérgico.

[0055] Dichas palas estabilizadoras 8, 9, 10 aumentan la velocidad de los detritos desde la etapa de escariador excéntrico anterior 3B a la etapa de escariador excéntrico posterior 3A, alteran la dirección del lodo de perforación a lo largo del exterior de la herramienta y estabilizan la herramienta en el agujero de perforación. A medida que la herramienta gira, funciona dos veces: inicialmente, aumentando el flujo de los detritos de sondeo desde la estructura de cuchillas de corte a lo largo de la longitud de la sección III de la herramienta, en segundo lugar, las palas estabilizadoras perturban los detritos de sondeo sedimentados y los mueven hacia arriba en la trayectoria de flujo del lodo de perforación en el lado superior del pozo, proporcionando de esta manera un transporte mejorado de los detritos de sondeo y una limpieza de los agujeros. En el lado inferior de un pozo horizontal la presión y turbulencia creadas por estas palas estabilizadoras se dirigen a la concentración segmentada de detritos de sondeo, y a medida que la herramienta gira esto crea un efecto de lavado en el lecho de detritos de sondeo. Por lo tanto, el agitador de detritos de perforación acelera el fluido de perforación y los detritos a lo largo de la longitud de la herramienta, y recoge/agita la acumulación del lecho de detritos en el lado inferior de los pozos horizontales.

[0056] Además, las palas estabilizadoras del agitador 8, 9, 10 estabilizan la herramienta en el BHA. El sistema de acondicionamiento de pozos, por lo tanto, mejora el transporte de corte al tener palas estabilizadoras colocadas hidrodinámicamente 8, 9, 10 diseñadas para agitar un lecho de detritos de corte de lado bajo en secciones de pozos horizontales. A medida que el escariador se traslada en un fondo de pozo de contrarrotación, y a medida que el fluido de perforación y los detritos suspendidos y los hundimientos fluyen más allá de las palas estabilizadoras del agitador de detritos de perforación ubicado entre los conjuntos de cuchillas de etapa de escariador excéntrico trasero y delantero, es decir, las cuchillas de corte y de deriva 5A, 5B, 6A, 6B, la geometría de los elementos de pala estabilizadora aumenta la velocidad del fluido de perforación, creando así una turbulencia en el anillo de herramienta media, y produciendo un efecto de limpieza en la pared del pozo debido a la presión de apoyo contra la pared del pozo.

[0057] Con mayor detalle, se forma una torta de filtración (o torta de lodo) cuando la porción sólida insoluble del fluido de perforación se deposita sobre un material permeable, es decir, formación o rocas porosas, a medida que el fluido de perforación entra en contacto con ese material a presión, de modo que la permeación de la formación nativa se reduce o elimina, y los fluidos del pozo se aíslan de la porción sólida insoluble de los fluidos de perforación que ocupan espacios de poros en la formación en la pared del pozo. Esto es importante en términos de estabilidad del pozo y para evitar la adhesión diferencial. De acuerdo con la presente invención, se consigue una buena torta de filtración mediante la presión de apoyo adicional contra la pared del pozo y mediante el aumento de la velocidad anular del fluido de perforación combinado con la geometría de las palas estabilizadoras 8, 9 y 10, lo que conduce a una torta de filtración más compacta y más estable al tiempo que minimiza el riesgo de acumulación durante las operaciones de perforación.

[0058] Todos los elementos del agitador de detritos de perforación funcionan en sinergia a medida que la herramienta se traslada en una rotación contraria, agitando los lechos de detritos en el lado inferior del pozo hacia arriba en el fluido de perforación circulante donde se transportan aguas arriba. De esta manera, se mejora la limpieza de agujeros, que se logra a través de un transporte más eficaz de los detritos a través de la herramienta, eliminando así la necesidad de recambio y mantenimiento.

[0059] La figura 2B muestra una de las etapas de escariador excéntrico 3B que tiene un conjunto de cuchillas de corte 5B, teniendo dichas cuchillas de corte una superficie en forma de cúpula que se extiende radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular 2. Dichas cuchillas de corte tienen un extremo posterior y un extremo frontal y tienen una forma ancha en el centro y se estrechan hacia los extremos, pero no hasta un punto. Cada cuchilla de corte tiene un borde delantero y uno posterior, teniendo ambos radios de curvatura diferentes.

[0060] La perforación del pozo se produce a medida que la herramienta gira en sentido antihorario. Es posible tener el diámetro de corte y deriva desplazado del centro de la broca en una fracción de pulgada.

[0061] Todas las cuchillas de la etapa de escariador excéntrico anterior, todas las cuchillas del agitador de detritos de perforación y todas las cuchillas de la etapa de escariador excéntrico posterior están desplazadas a 45 grados con respecto a las cuchillas anteriores o siguientes a lo largo del eje longitudinal X del cuerpo tubular que forma de esta manera canales de flujo oblicuos con respecto al eje longitudinal X del cuerpo tubular.

[0062] Canales oblicuos de 45 grados con respecto al eje longitudinal X del cuerpo tubular están formados entre el extremo posterior del conjunto 5B de cuchillas de corte anterior y la sección delantera de las primeras palas estabilizadoras 8 de cada par de cuchillas vecinas para permitir el flujo de fluido de perforación y detritos de perforación durante las operaciones, definiendo de esta manera el área de flujo entre las cuchillas.

[0063] El flujo total por área (TFA), es decir, el flujo volumétrico total (abertura) entre la superficie exterior de la etapa de escariador excéntrico y la circunferencia del pozo, se reduce en las ubicaciones de las palas, y para mantener puntos de contacto adecuados con el pozo y caudales óptimos es importante garantizar que haya un equilibrio de percentiles.

Para proporcionar una limpieza efectiva de agujeros en un tamaño de agujero hasta un diámetro exterior de 10-5/8", el flujo total recomendado por área debe ser $\geq 25\%$ del tamaño del agujero. Los tamaños de los agujeros de un diámetro mayor que 10-5/8", deberían tener un flujo total por área de $\geq 35\%$ del tamaño de los agujeros.

[0064] En tamaños de agujero de 8-1/2" (pulgadas), la relación del área de flujo total (TFA) entre el diámetro exterior de la herramienta en tamaños de agujero más pequeños es bastante diferente y la caída de presión parásita en el anillo puede ser significativa en ciertas formaciones. Los canales de paso de flujo de derivación rebajados incorporados, por lo tanto, compensan parcialmente el área anular ocupada por las cuchillas. Esto, combinado con la hidrodinámica optimizada, por ejemplo, las cuchillas que son anchas en el medio y que se estrechan hacia los extremos pero no hasta un punto, facilita el transporte aumentado de los detritos alrededor de las cuchillas 5A, 5B, 6A, 6B.

[0065] Las secciones anterior y posterior de las palas estabilizadoras centrales 9 del agitador de detritos de perforación son sustancialmente más pequeñas que la sección central de dichas palas estabilizadoras centrales 9. La razón detrás de esto es canalizar el flujo de lodo desde las primeras palas estabilizadoras 8 a las segundas palas estabilizadoras 10. El posicionamiento de las primeras palas estabilizadoras 8 es tal que pueden desplazar eficientemente el fluido de perforación y los detritos de sondeo alrededor de las cuchillas del sistema de acondicionamiento de pozos y aumentar la velocidad del fluido que sale de la etapa de escariador anterior 3B, este aumento de velocidad combinado con la acción de agitación creada por la pared lateral rotacional también conocida como el borde anterior de la primera pala estabilizadora 8, agita los detritos de sondeo desde el lado bajo hasta el lado alto del pozo.

[0066] La forma de las palas estabilizadoras 8, 9, 10 del agitador de detritos de perforación es tal que generan efectivamente un efecto venturi, que desplaza eficientemente el lodo de perforación o fluido de perforación y los detritos suspendidos a medida que sale de las estructuras de cuchillas de corte 5B y luego entra alrededor de las primeras palas estabilizadoras 8. Las palas estabilizadoras y las cuchillas de corte se colocan de tal manera a lo largo de la superficie cilíndrica del cuerpo tubular para agitar cualquier detrito. Esta colocación mecánica de la cuchilla de doble acción elimina los lechos de detritos dentro de la cubierta o en un agujero abierto. Los canales de paso de flujo de derivación formados, por ejemplo, fresados en la superficie exterior del cuerpo tubular entre las cuchillas de corte 5A y 5B, están diseñados para crear un efecto de autolimpieza y de chorro, acelerando el transporte de los cortes desprendidos durante el escariado sobre el centro de la herramienta.

[0067] Cuando se perforan secciones de pozos horizontales, la mayor densidad de detritos en el lado bajo del pozo provoca un aumento de la resistencia aerodinámica en la sarta de perforación cuando se desliza a través de los lechos de detritos. Las palas estabilizadoras primera, segunda y central 8, 9 y 10 están diseñadas para agitar los lechos de detritos en el fluido con una densidad menor en el lado alto del pozo, y luego transportarlos sobre la herramienta y aguas arriba para su procesamiento, y también para estabilizar la herramienta en el pozo.

[0068] Entre las palas estabilizadoras centrales 9 se encuentra una pluralidad de acanaladuras hidrodinámicas 7. Dichas acanaladuras hidrodinámicas están formadas, por ejemplo, fresadas como un componente integral de la sección III del cuerpo tubular y dichas acanaladuras se extienden radialmente hacia dentro desde la superficie exterior de dicho cuerpo tubular. Además, las acanaladuras hidrodinámicas están diseñadas para crear una acción de autolimpieza manteniendo e incrementando adicionalmente la velocidad del fluido de perforación a lo largo del cuerpo tubular. Las acanaladuras hidrodinámicas 7 ayudan a soportar y mejoran adicionalmente el patrón de flujo ventajoso creado por el agitador de detritos de perforación formado entre la etapa de escariador delantera 3B y la primera pala estabilizadora 8.

[0069] Además, las acanaladuras hidrodinámicas 7 están alineadas con el eje X de la sección III del cuerpo tubular y son paralelas entre sí. Las acanaladuras son muescas alargadas en la superficie exterior del cuerpo tubular, que tienen un eje longitudinal que discurre desde un extremo aguas abajo hasta un extremo aguas arriba que es paralelo al eje X del cuerpo cilíndrico. Las acanaladuras están conformadas ventajosamente, con dos recorridos dentados divergentes especulares 16 (véase la figura 3) en el extremo de fondo de pozo y en el extremo de parte superior de pozo, con un canal en forma de elipse entre y que conecta dichos recorridos dentados divergentes 16.

[0070] El término "boca del pozo" se refiere a la dirección a lo largo del eje longitudinal del pozo que conduce de vuelta a la superficie, y el término "fondo del pozo" se refiere a equipos o procesos que se usan dentro del pozo, más específicamente en términos de dirección se refiere a la dirección hacia el conjunto de fondo de pozo.

[0071] El número de acanaladuras hidrodinámicas 7 situadas en el círculo perfecto puede ser cuatro, pero puede depender del diámetro de la herramienta y del número de palas estabilizadoras centrales 9 formadas, por ejemplo fresadas, en el cuerpo tubular. Las trayectorias divergentes en cada extremo de las acanaladuras están diseñadas para crear como tal en el extremo del fondo de pozo de las acanaladuras hidrodinámicas 7 una entrada para el fluido de perforación que entra desde entre las primeras palas estabilizadoras 8 y las palas estabilizadoras centrales 9, respectivamente, y una salida para el fluido de perforación en el extremo de la boca del pozo.

[0072] Adicionalmente, el posicionamiento ventajoso de las cuatro o más palas estabilizadoras centrales 9 y de las cuatro o más primeras palas estabilizadoras 8 y de las cuatro o más segundas palas estabilizadoras 10 optimiza la estabilización de la herramienta y la hidrodinámica de la función del agitador del lecho de detritos. La aceleración del flujo sobre la sección central del agitador de detritos de perforación 4 puede no causar ni contribuir a la penetración de la pared del pozo de perforación, lo que puede conducir a la inestabilidad del pozo de perforación y al colapso final de la sección. La sección central del agitador proporcionará estabilidad cuando se aplique peso o cuando se produzca amortiguación de cargas de vibración y choque que se transmiten a través de la sarta de perforación. Además, la configuración específica del conjunto de palas estabilizadoras 8, 9, 10 del agitador que incluye la variedad y forma específicas de las palas estabilizadoras y las acanaladuras hidrodinámicas 7 dispuestas entre ellas, crea una acción de autolimpieza, es decir, efecto venturi, que ha demostrado minimizar la acumulación de lodo, proporcionar un flujo de fluido de perforación homogéneo y minimizar el atascamiento.

[0073] La etapa 3B de escariador excéntrico anterior se coloca a un mínimo de distancia de la etapa 3A de escariador excéntrico posterior para proporcionar el movimiento de corte cíclico óptimo para la funcionalidad de escariado. La extensión máxima radialmente hacia fuera de la superficie externa de las palas estabilizadoras 8, 9 y 10 es igual o menor que la extensión máxima radialmente hacia fuera máxima de las palas de deriva 6A y 6B. La extensión radialmente hacia fuera de la pala de deriva 6A es igual a la extensión radialmente hacia fuera de la pala de deriva 6B.

[0074] La circunferencia exterior de las palas de deriva 6B, 6A y las palas estabilizadoras 8, 9, 10 hace contacto con el pozo y, por lo tanto, está recubierta con un elemento de desgaste reemplazable, por ejemplo, revestimiento duro.

[0075] La pluralidad de palas estabilizadoras 8, 9, 10 aumenta la velocidad de los detritos desde la etapa de escariador excéntrico anterior a la posterior y altera la dirección del lodo de perforación a lo largo del exterior de la herramienta. A medida que la herramienta gira, funciona dos veces: inicialmente, aumentando la velocidad del flujo de los detritos desde la estructura de las cuchillas de corte a lo largo de la longitud de la sección media de la herramienta y, en segundo lugar, las cuchillas perturban los detritos sedimentados y los mueve hacia arriba a la trayectoria de flujo del lodo en el lado superior del pozo.

[0076] Las palas de deriva 6A, 6B, las cuchillas de corte 5A, 5B y las palas estabilizadoras del agitador 8, 9, 10 tienen un borde rotacional anterior y posterior con respecto a la rotación de la herramienta.

[0077] En una realización preferida, cada una de las cuchillas de corte 5B de la etapa de escariador excéntrico anterior 3B (representada en la figura 5) tiene siete coronas 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29. En la parte superior de cada una de la primera corona 23 y la última corona 29 hay un inserto de TCI grande en forma de cúpula, denominado "TCI grande". El resto de los TCI, colocados en las coronas 24, 25, 26, 27, 28, se denominan "TCI más pequeños". Estos dos TCI grandes de las coronas 23, 29, que son más grandes que el TCI más pequeño, están estratégicamente posicionados para evitar daños a los elementos de PDC y a los TCI más pequeños cuando la herramienta pasa a través del "tubo de acero" de revestimiento más arriba en el pozo. Los cortadores PDC y los TCI más pequeños (véase las coronas 25, 26, 27, Figura 5) están dispuestos en dos filas longitudinales rectas, donde las filas longitudinales rectas son paralelas entre sí. Una de las dos filas longitudinales rectas comprende tres elementos de PDC en la parte superior de las coronas 25, 26, 27, mientras que la otra fila comprende tres TCI más pequeños. Cada una de las coronas 24, 28 comprende uno o más TCI más pequeños. Cada uno de dichos dos TCI grandes está colocado en una línea ideal que pasa en el medio entre las dos filas longitudinales rectas de dichos PDC y TCI más pequeños. Los TCI grandes, los TCI más pequeños y los insertos de PDC tienen diferentes alturas (h), donde la altura (h1) de los TCI grandes es mayor que la altura (h2) de los TCI más pequeños, y la altura de los TCI más pequeños es mayor que la altura (h3) de los PDC, es decir, $h1 > h2 > h3$. La razón de esta diferencia ($h1 > h2 > h3$) es que de esta manera los TCI grandes protegen los TCI más pequeños y los PDC de ser dañados como se ha explicado anteriormente y, de manera similar, los TCI más pequeños protegen los PDC.

[0078] El TCI grande define el diámetro d1. Podría haber situaciones en las que el uso de TCI grandes no sea necesario, entonces el diámetro d1 está definido por los TCI más pequeños.

[0079] Cada una de las cuchillas de corte 5A de la etapa de escariador excéntrico posterior 3A (mostrada en la figura 6) tiene siete coronas 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 que comprenden solamente TCI, que son TCI grandes y más pequeños, estando definidos dichos TCI grandes y más pequeños de la misma manera que los de las etapas de escariador excéntrico anterior. Un TCI grande está situado en cada una de la primera corona 33 y la última corona 39. Los TCI más pequeños se colocan en las coronas 34, 35, 36, 37, 38. Los TCI más pequeños están dispuestos en la parte superior de las coronas 34, 35, 36, 37, 38 en dos filas longitudinales rectas, donde las filas longitudinales rectas son paralelas entre sí. Cada uno de dichos dos TCI grandes está colocado en una línea ideal que pasa en el medio entre las dos filas longitudinales rectas de los TCI más pequeños. Los TCI grandes y los TCI más pequeños tienen diferentes alturas (h), donde la altura (h1) de los TCI grandes es mayor que la altura (h2) de los TCI más pequeños, a saber, $h1 > h2$, de modo que los TCI grandes evitan daños a los TCI más pequeños cuando la herramienta pasa a través del "tubo de acero" de revestimiento más arriba en el pozo. Cada TCI grande define el diámetro d1.

[0080] Los dos TCI grandes en la primera cuchilla de corte de las etapas de escariador excéntrico anterior y posterior se extienden radialmente hacia fuera más que los dos TCI grandes en la segunda cuchilla de corte de las etapas de escariador excéntrico anterior y posterior.

- 5 **[0081]** Los elementos de PDC se limitan a la cuchilla de corte delantera 5B solamente; esto puede mejorar la estabilidad durante el corte minimizando el riesgo de que un cortador se enganche en la formación y provoque así que la herramienta se tuerza alrededor del cortador o un número de extremos radiales de cortadores alineados. La cuchilla de corte trasera 5A se reviste con TCI, que están destinados a cuidar continuamente la formación, eliminando cualquier imperfección restante de la acción de corte inicial de la estructura de cuchilla delantera, realizando de esta manera el acondicionamiento del pozo.
- 10 **[0082]** Para un rendimiento óptimo, el sistema de acondicionamiento del pozo debe funcionar en tensión y dejar que el movimiento cíclico natural del conjunto de fondo de pozo utilice las estructuras de corte para cizallar las imperfecciones mientras gira sin comprometer el peso y la transferencia de energía a la broca.
- 15 **[0083]** Debe entenderse que la descripción anterior pretende ser ilustrativa y no restrictiva, y que pueden realizarse diversos cambios en los detalles de diseño sin apartarse de la disposición de concepto presentada o sin que afecte al posicionamiento ventajoso de las características.

REIVINDICACIONES

1. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza que tiene un cuerpo tubular que se extiende a lo largo de un eje longitudinal X, comprendiendo dicho sistema una etapa de escariador excéntrico posterior (3A),
una etapa de escariador excéntrico anterior (3B) y
un agitador de detritos de perforación (4) que está situado entre dichas etapas de escariador excéntrico posterior y anterior,
en donde dicho agitador de detritos de perforación (4) comprende una pluralidad de primeras palas estabilizadoras (8) que se extienden radialmente hacia fuera desde una superficie exterior del cuerpo tubular,
una pluralidad de segundas palas estabilizadoras (10) que se extienden radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular,
una pluralidad de palas estabilizadoras centrales (9) que se extienden radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del cuerpo tubular y dispuestas axialmente entre la pluralidad de primeras palas estabilizadoras (8) y la pluralidad de segundas palas estabilizadoras (10) y
una pluralidad de acanaladuras hidrodinámicas (7) que se extienden en una dirección longitudinal y que se extienden radialmente hacia dentro desde la superficie exterior del cuerpo tubular,
donde cada pala estabilizadora de la pluralidad de cuchillas estabilizadoras primeras, segundas y centrales (8), (9), (10) está dispuesta a lo largo de una circunferencia coaxial con el cuerpo tubular a 90 grados de separación entre sí y donde la pluralidad de palas estabilizadoras centrales (9) está desplazada 45 grados de la pluralidad anterior de las primeras palas estabilizadoras (8) y la siguiente pluralidad de las segundas palas estabilizadoras (10),
estando dichas acanaladuras situadas circunferencialmente entre las palas estabilizadoras centrales (9).
2. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de escariador excéntrico posterior (3A) comprende un primer conjunto de cuchillas de corte rectas (5A) y un primer conjunto de palas de deriva rectas (6A), estando dicho primer conjunto de palas de deriva rectas (6A) posicionado a lo largo de una circunferencia coaxial con el cuerpo tubular a una distancia de 180 grados de dicho primer conjunto de cuchillas de corte rectas (5A) y en donde la etapa de escariador excéntrico anterior (3B) comprende un segundo conjunto de cuchillas de corte rectas (5B) y un segundo conjunto de palas de deriva rectas (6B), estando dicho segundo conjunto de palas de deriva rectas (6B) posicionado a lo largo de una circunferencia coaxial con el cuerpo tubular a una distancia de 180 grados desde dicho segundo conjunto de cuchillas de corte rectas (5B).
3. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada pala estabilizadora del agitador de detritos de perforación (4) es recta y está alineada a lo largo del eje X longitudinal.
4. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con la reivindicación 2, en donde cada cuchilla de corte de dichos conjuntos primero y segundo de cuchillas de corte rectas (5A), (5B) es paralela al eje longitudinal X del cuerpo tubular y tiene en su superficie ranuras helicoidales profundas, definiendo dichas ranuras coronas, teniendo dichas coronas al menos un elemento de corte en la parte superior y con un canal de flujo formado entre cada una de dichas cuchillas de corte (5A), (5B), donde las partes inferiores de las ranuras sobresalen de la superficie de los canales de flujo.
5. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el elemento de corte es un inserto cortador de diamante policristalino compacto (PDC) o un inserto de carburo de tungsteno (TCI).
6. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con la reivindicación 6, en donde las cuchillas de corte (5B) de la etapa de escariador excéntrico anterior (3B) comprenden una combinación de insertos de PDC y TCI en la parte superior de su superficie, mientras que las cuchillas de corte (5A) de la etapa de escariador excéntrico posterior (3A) comprenden solo insertos de TCI en la parte superior de su superficie.
7. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con la reivindicación 5, en donde cada conjunto del primer conjunto de cuchillas de corte rectas (5A) y el segundo conjunto de cuchillas de corte rectas (5B) comprende en la dirección de rotación de las etapas de escariador excéntrico posterior y anterior una primera cuchilla de corte y una segunda cuchilla de corte, donde
los elementos de corte de la primera cuchilla de corte definen con su superficie más exterior un cilindro ideal de diámetro d_1 y
los elementos de corte de la segunda cuchilla de corte definen con su superficie más exterior un cilindro ideal que tiene un diámetro d_2 , donde $d_2 < d_1$.
8. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con la reivindicación 7, en donde cada conjunto del primer conjunto de palas de deriva rectas (6A) y el segundo conjunto de

palas de deriva rectas (6B) comprende dos palas de deriva adaptadas para proporcionar un efecto de enlucimiento sobre el pozo, donde cada una de dichas dos palas de deriva define con su superficie más exterior un cilindro ideal que tiene un diámetro d_3 , donde $d_3 < d_2 < d_1$.

- 5 9. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la primera cuchilla de corte (5B) de la etapa de escariador excéntrico anterior (3B) comprende una combinación de insertos de PDC y TCI, donde los insertos de TCI son dos tipos de insertos, es decir, insertos de TCI grandes e insertos de TCI más pequeños, siendo dichos insertos de TCI grandes más grandes que los insertos de TCI más pequeños, y donde los insertos de TCI grandes, los insertos de TCI más pequeños y los insertos de PDC tienen diferentes alturas (h) medidas desde la superficie exterior de la primera cuchilla de corte delantera (5B), donde la altura (h1) de los insertos de TCI grandes es mayor que la altura (h2) de los insertos de TCI más pequeños y la altura de los TCI más pequeños es mayor que la altura (h3) de los insertos de PDC, es decir, $h_1 > h_2 > h_3$.
- 10 10. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada pala estabilizadora de la pluralidad de primera (8) y segunda (10) palas estabilizadoras tiene una forma alargada, una sección frontal, una sección posterior y una sección central, y una superficie superior que tiene la forma de una cúpula que define el área de contacto, y paredes laterales, donde dicha superficie superior se inclina hacia abajo cerca y hacia el extremo de la sección frontal y también cerca y hacia el extremo de la sección posterior hasta que se encuentra con la superficie de dicha parte de cuerpo cilíndrico que forma de esta manera una puntera y talón que tienen caras anguladas con diferentes ángulos medidos desde la superficie del cuerpo tubular en la dirección longitudinal X, es decir, una primera cara en ángulo T1, una segunda cara en ángulo T2 y una tercera cara en ángulo T3, donde el ángulo de la primera cara en ángulo T1 es mayor que el de la segunda cara en ángulo T2 y el ángulo de la segunda cara en ángulo T2 es mayor que el de la tercera cara en ángulo T3.
- 15 11. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde todas las cuchillas de la etapa de escariador excéntrico anterior, todas las cuchillas del agitador de detritos de perforación y todas las cuchillas de la etapa de escariador excéntrico posterior están desplazadas 45 grados con respecto a las cuchillas anteriores o siguientes a lo largo del eje longitudinal X del cuerpo tubular que forma de esta manera canales de flujo oblicuos con respecto al eje longitudinal X.
- 20 12. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada pala de deriva de dichos conjuntos primero y segundo de palas de deriva rectas (6A), (6B), cada cuchilla de corte de dichos conjuntos primero y segundo de cuchillas de corte rectas (5A), (5B) y cada pala estabilizadora de la pluralidad de palas estabilizadoras primera, segunda y central (8), (9), (10) tiene con respecto a una dirección de rotación un borde anterior y un borde posterior, donde dichos bordes tienen diferentes radios de curvatura.
- 25 13. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las acanaladuras hidrodinámicas (7) tienen la forma de dos trayectorias divergentes en la parte delantera y trasera con un canal en forma de elipse entre dichas trayectorias divergentes, donde dichas trayectorias divergentes están adaptadas para crear como tal en la parte delantera de las acanaladuras hidrodinámicas (7) una entrada para el fluido de perforación que entra desde entre la pluralidad de primeras palas estabilizadoras (8) y la pluralidad de palas estabilizadoras centrales (9), respectivamente, y una salida en la parte trasera.
- 30 14. Sistema multifuncional de acondicionamiento de pozos de perforación de construcción en una pieza de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el cuerpo tubular está dividido virtualmente en secciones a lo largo del eje longitudinal X, donde un elemento troncocónico tiene una inclinación de 15-20 grados con respecto al eje longitudinal X está formado entre dos secciones consecutivas en la dirección longitudinal del cuerpo tubular.
- 35 40 45

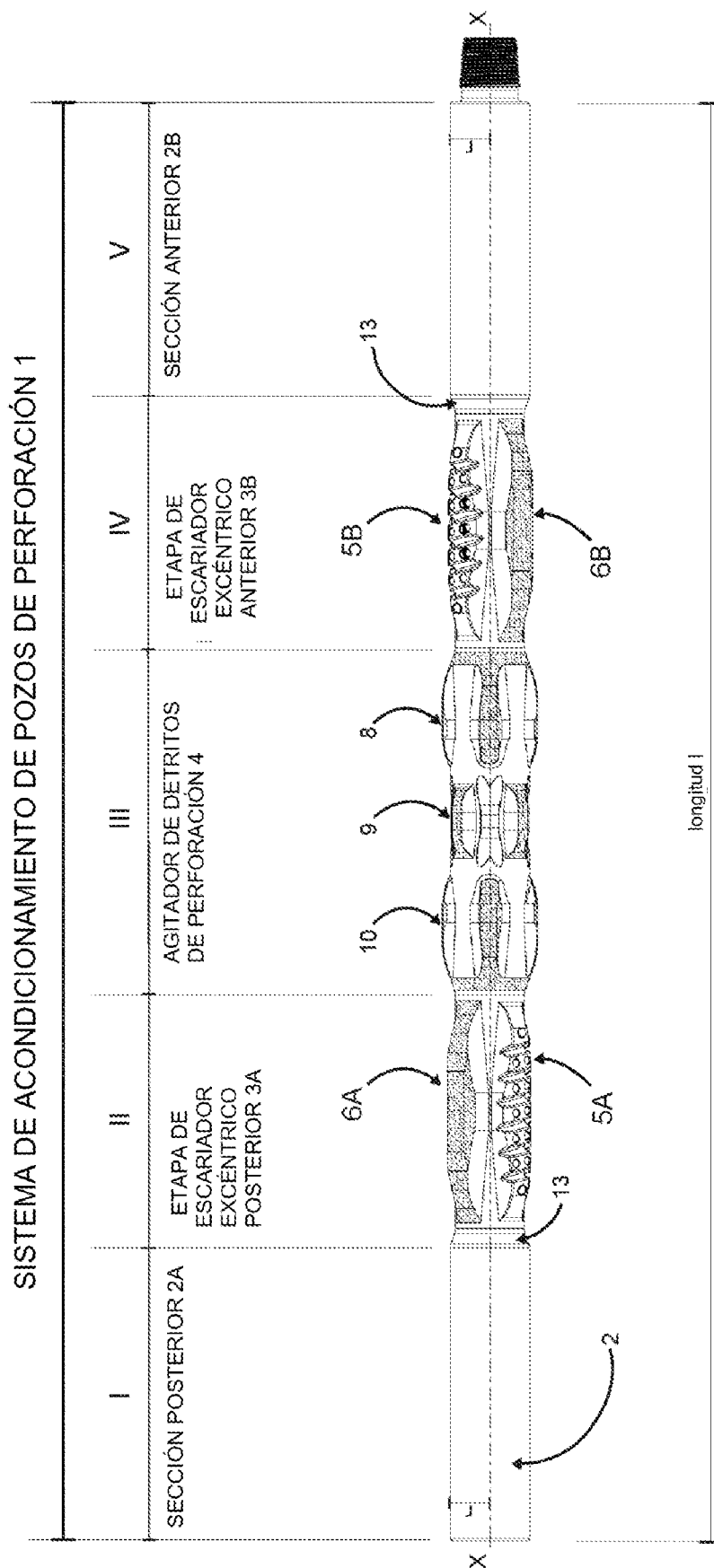
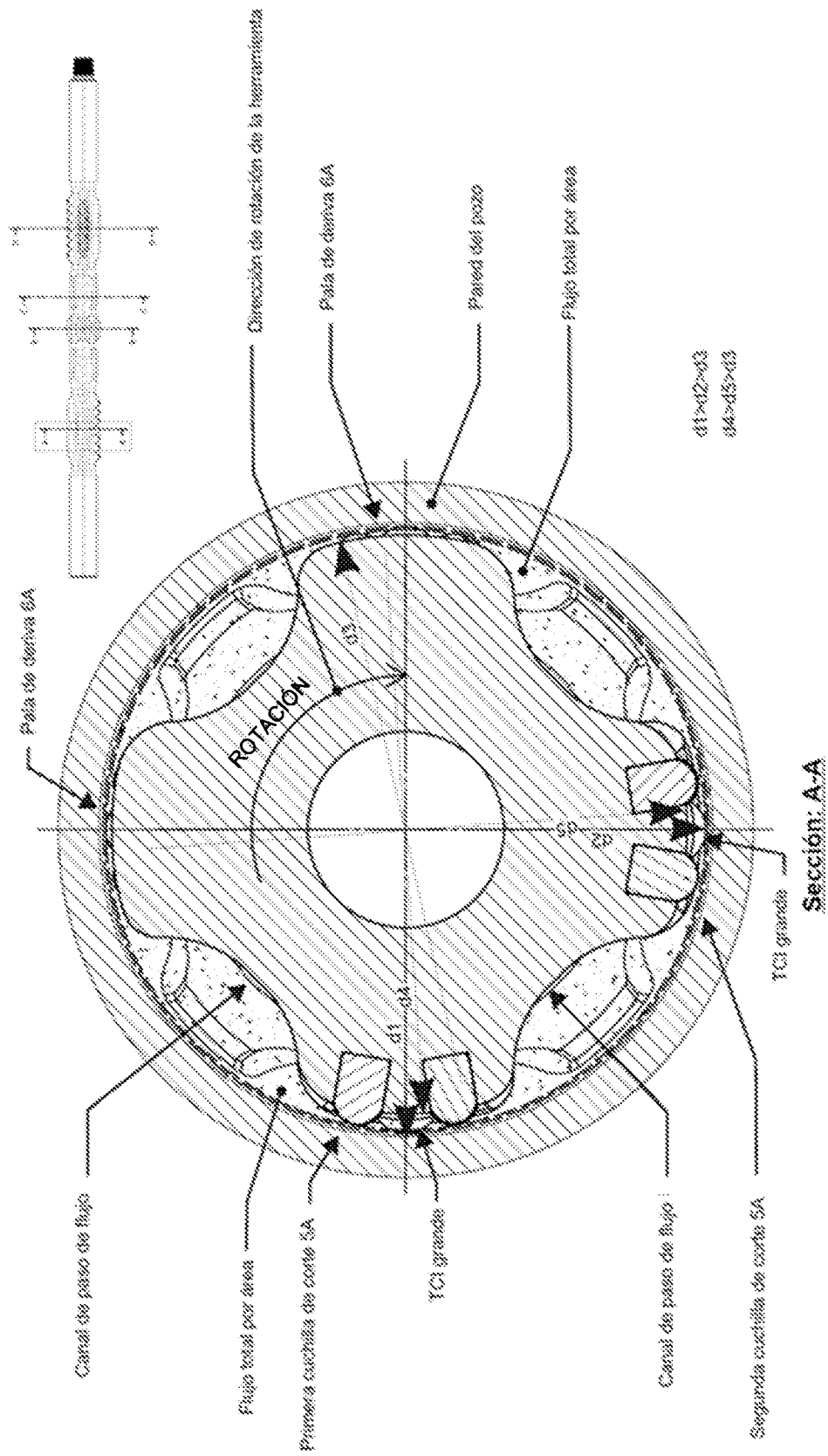


FIG. 1



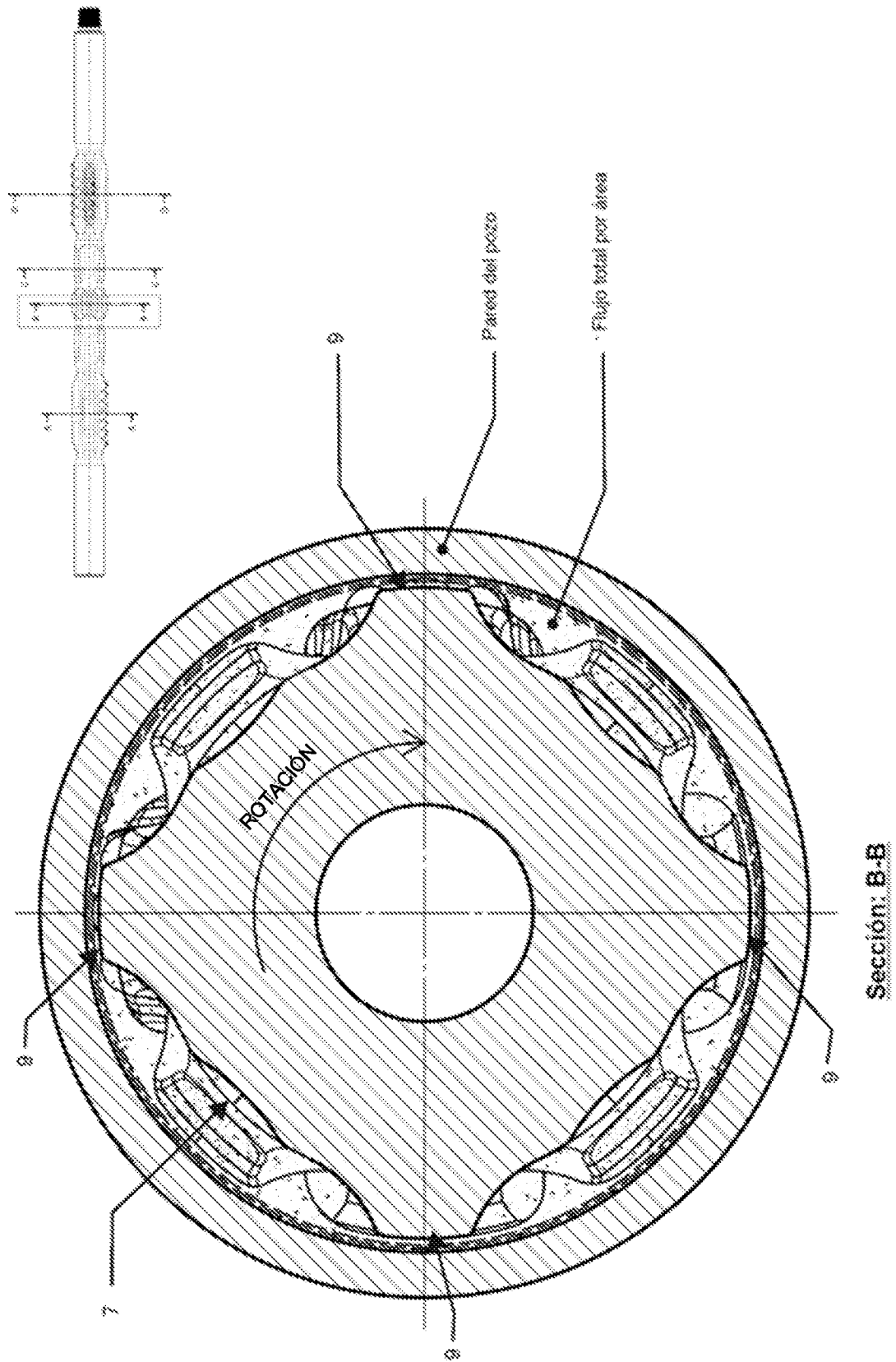


FIG. 1B

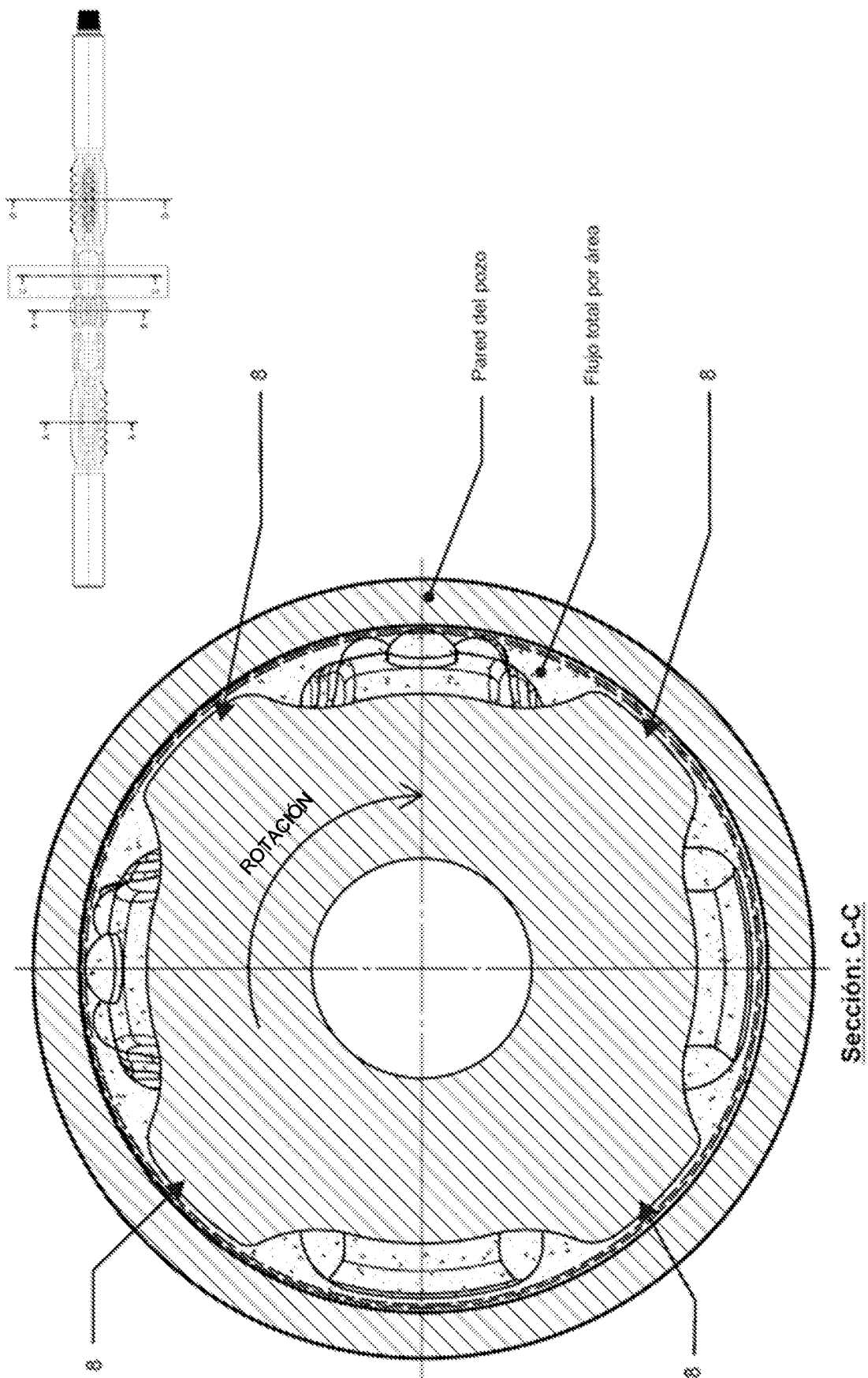
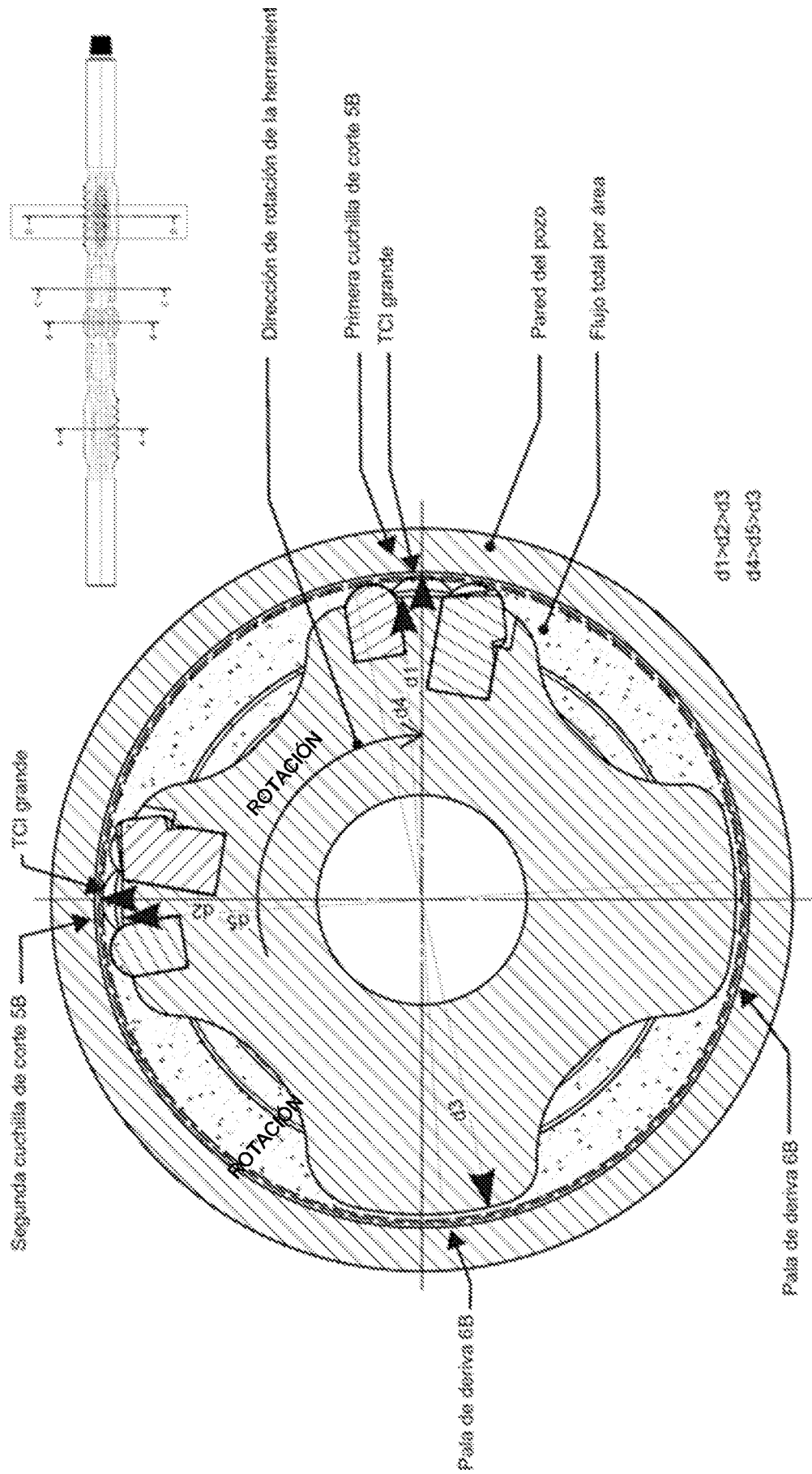
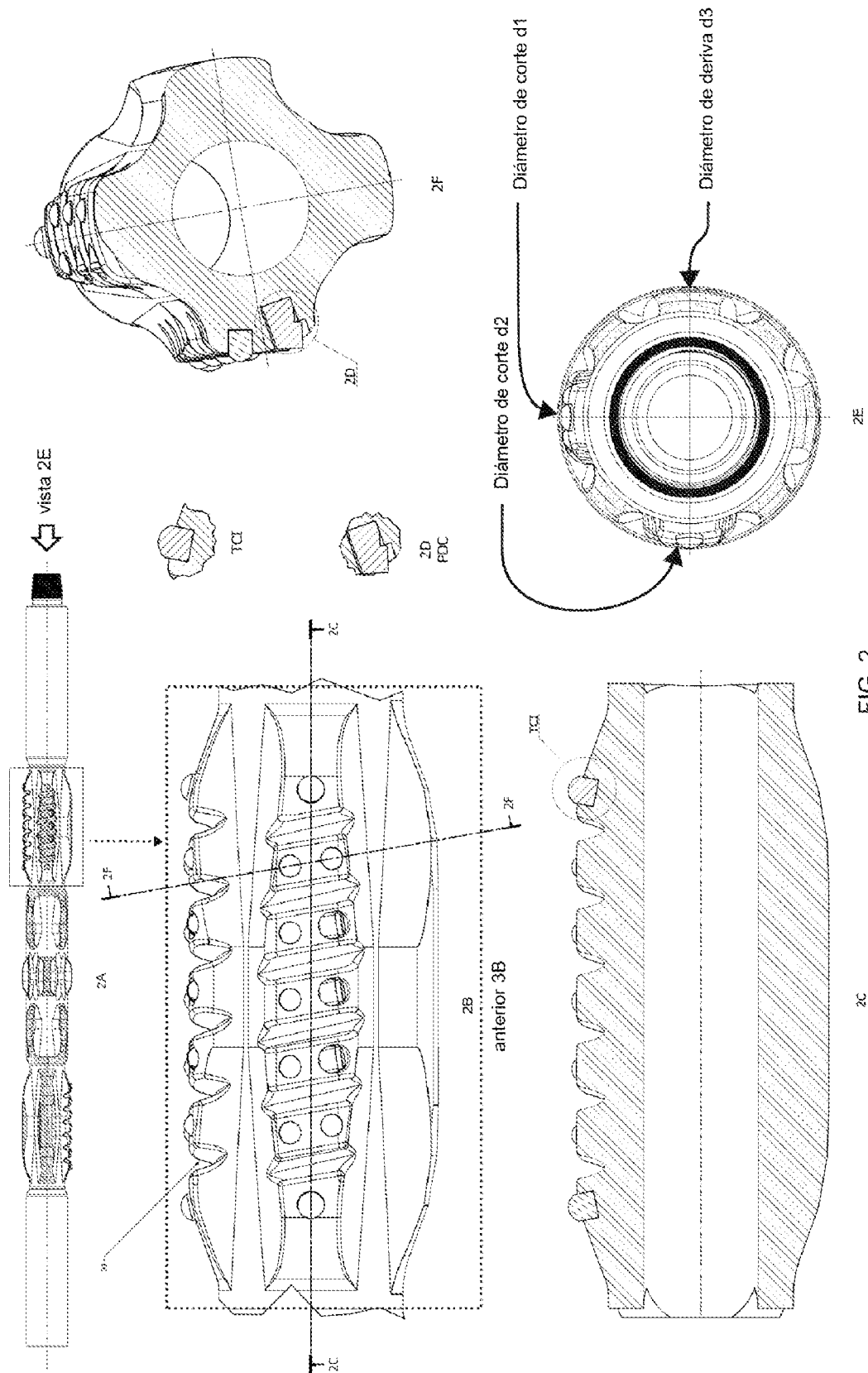
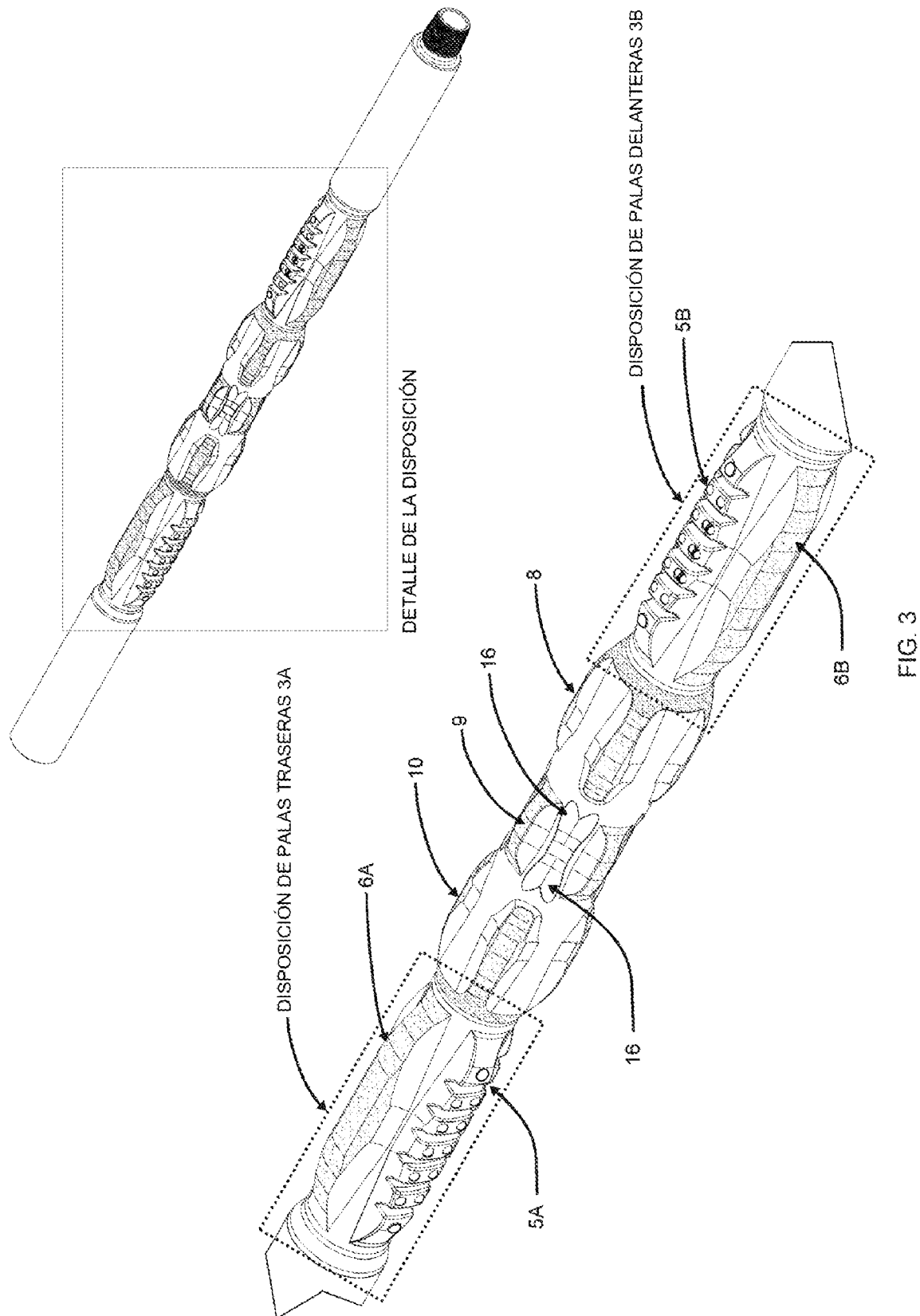


FIG. 1C



Sección: D-D
FIG. 10





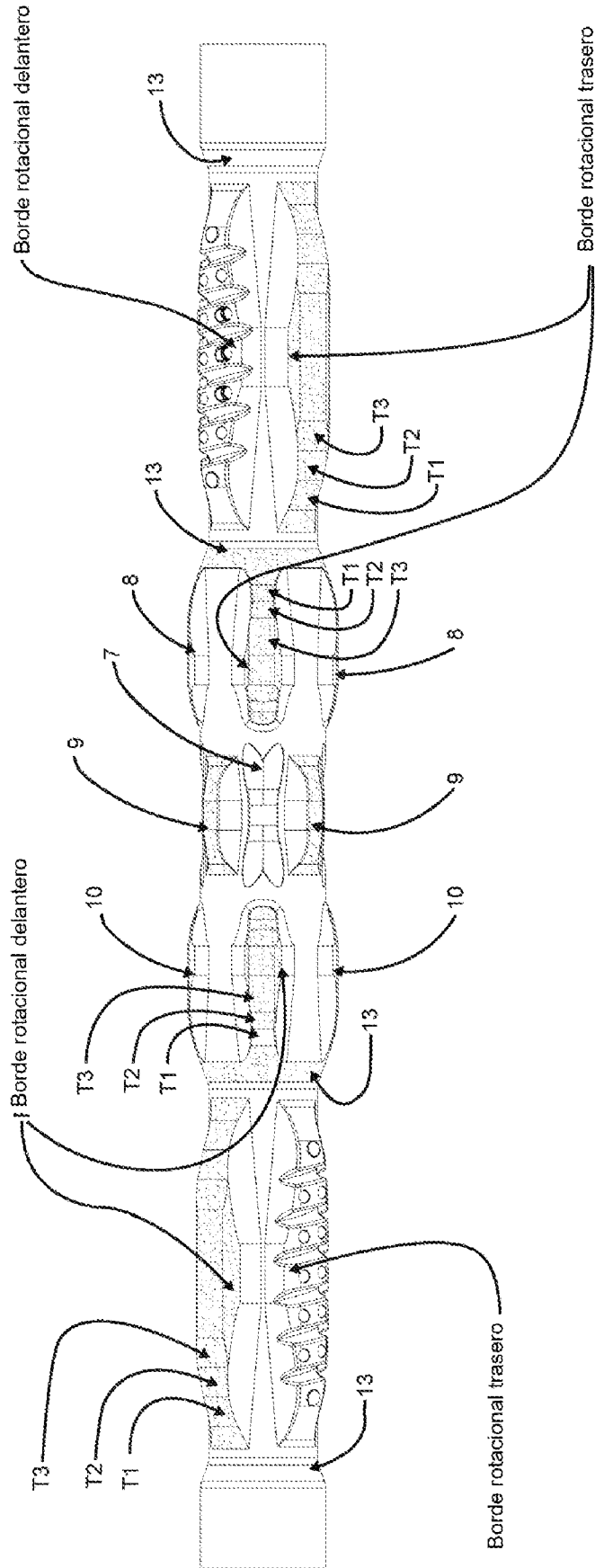
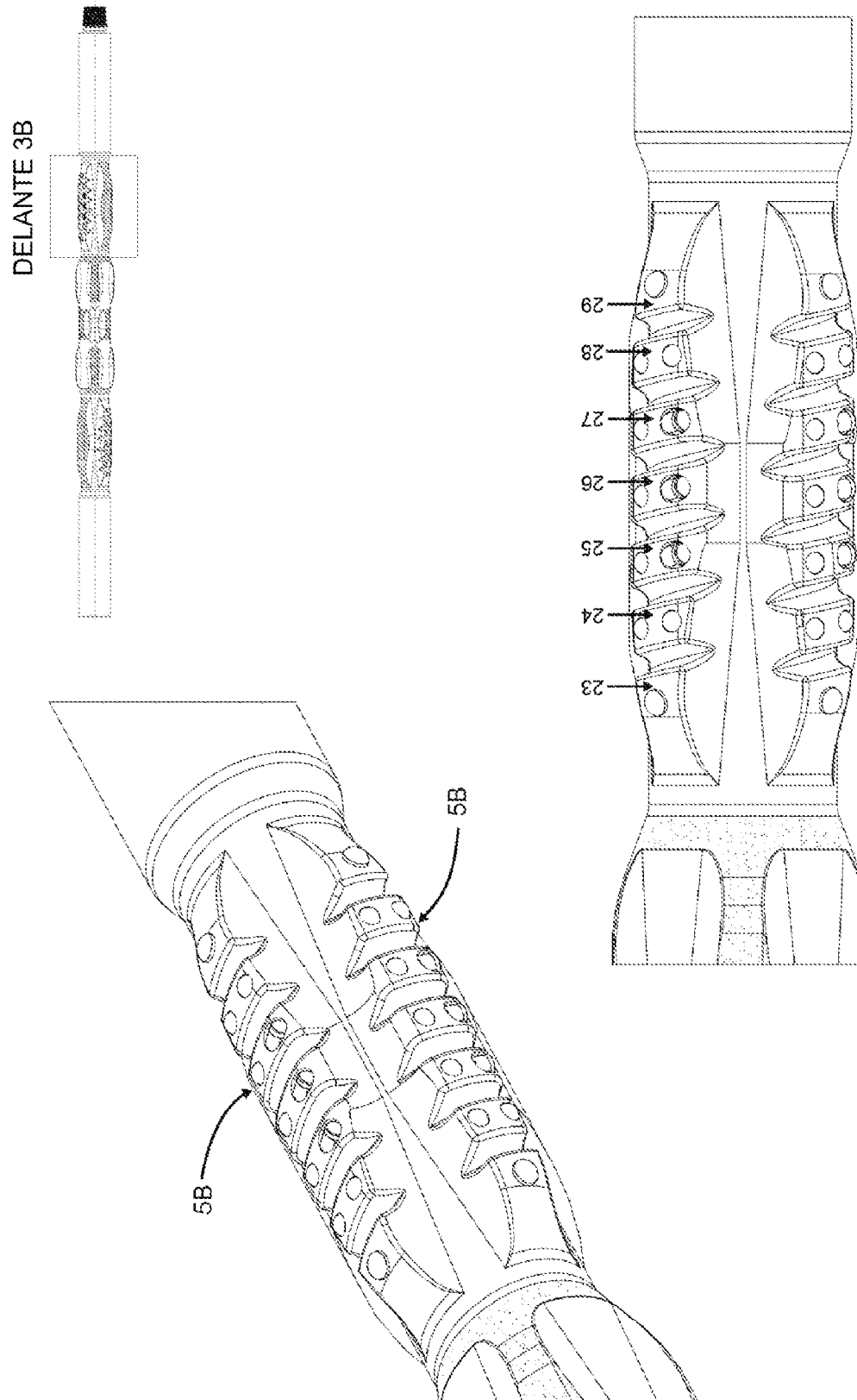
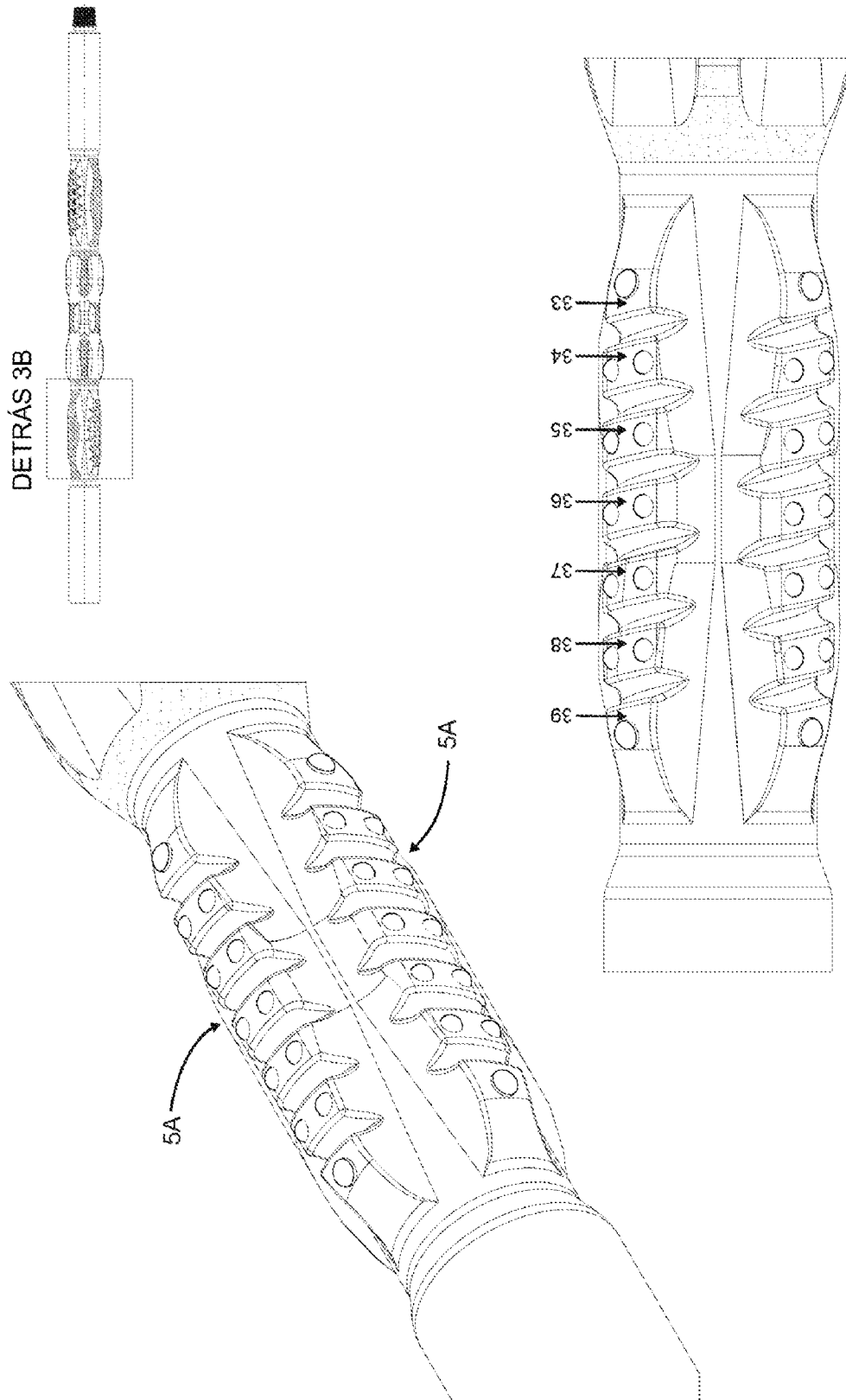


FIG. 4





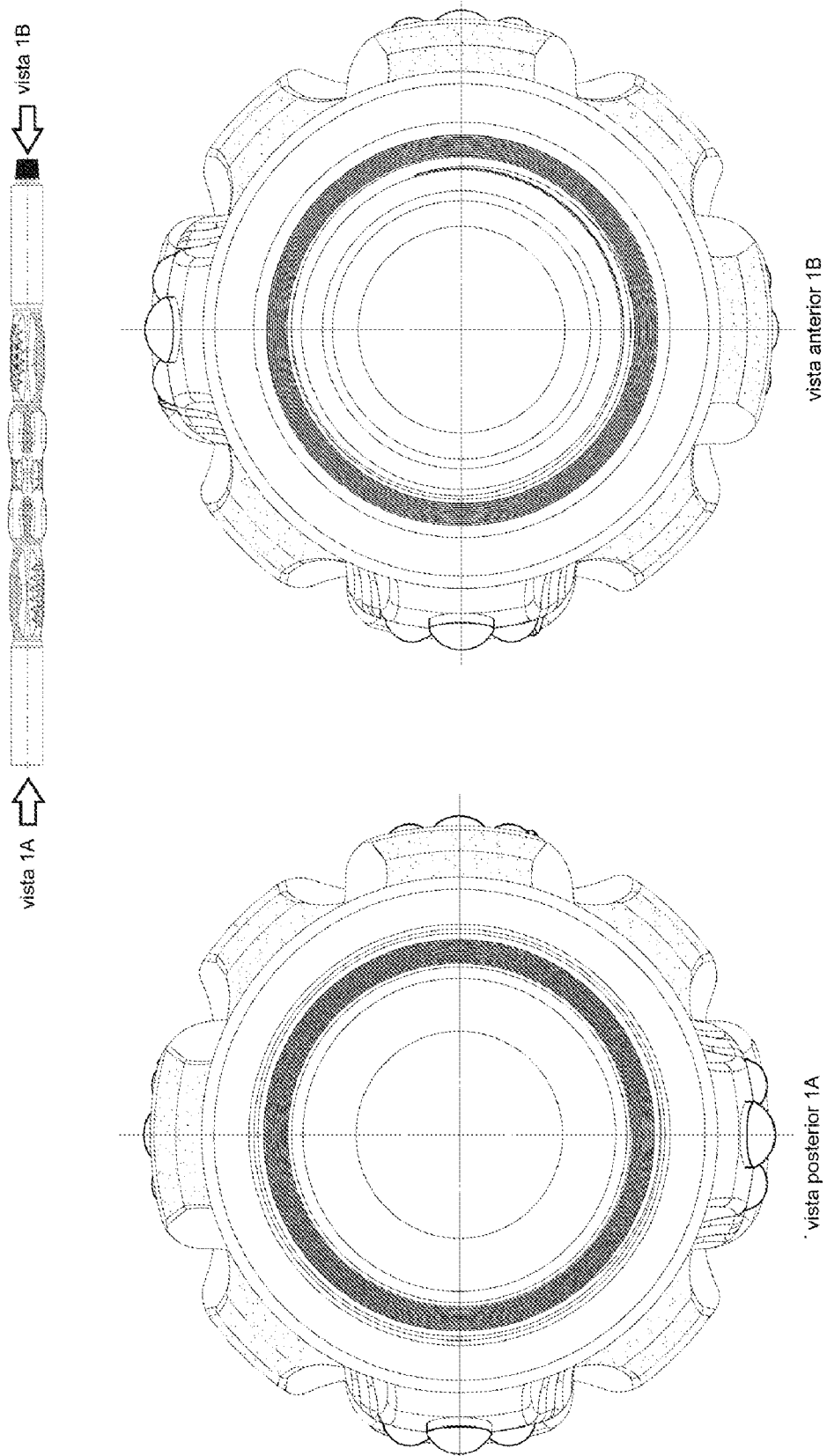


FIG. 7

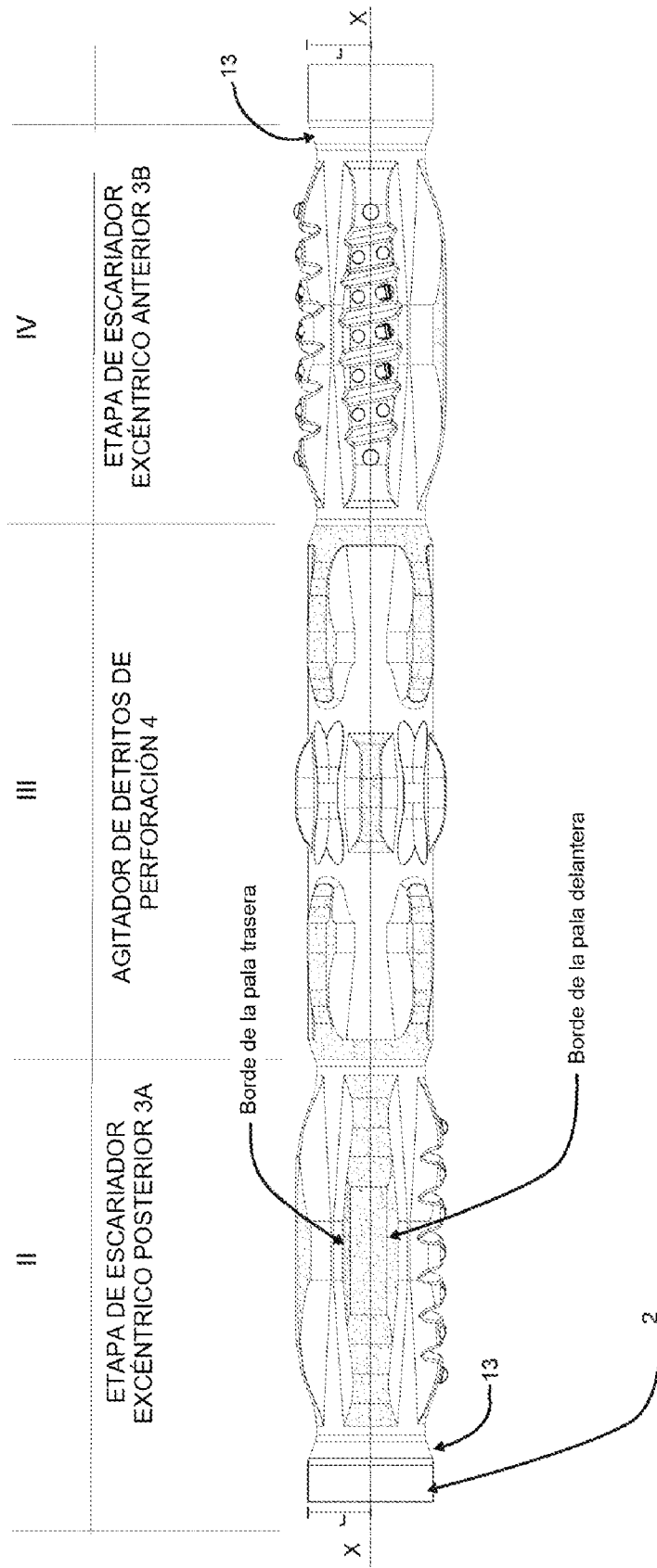


FIG. 8