

1

## **HERRAMIENTA PROTECTORA DE TUBOS DE PERFORACIÓN NO GIRATORIA CON MÚLTIPLES TIPOS DE COJINETES HIDRÁULICOS**

5

### **REFERENCIA CRUZADA A LA SOLICITUD CORRESPONDIENTE**

[0001] Esta solicitud reivindica la prioridad y el beneficio de la Solicitud Provisional de EE. UU. No. 63/261.551, radicada el 23 de septiembre de 2021, en la que se reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente de EE. UU. No. 17/931.274, radicada el 12 de septiembre de 2022, cuyo contenido íntegro se incorpora por referencia en el presente documento.

10

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

[0002] Protector no rotativo (NRP, por sus siglas en inglés) es un nombre de uso común para una herramienta de rodamiento utilizada en sartas de perforación en la perforación de pozos de petrolera, gasíferos y geotérmicos. Los NRP se fijan a una superficie exterior de un tubo de perforación por medios mecánicos, incluidos pernos o pasadores, uniéndolos con adhesivos o reteniéndolos por otros medios. Los NRP permiten que la tubería de perforación gire dentro del cojinete del NRP. El cuerpo del cojinete del NRP (en lo sucesivo denominado camisa o camisa del cojinete) no gira con respecto a la tubería de perforación o gira a un pequeño porcentaje de la velocidad de rotación de la tubería de perforación.

15

20

[0003] La reducción del contacto rotativo con el pozo evita el desgaste de la tubería de perforación y del revestimiento de contención de la presión dentro del pozo. Los NRP también pueden contener medios para reducir la fricción rotativa y a veces axial en comparación con la de la tubería de perforación contra el pozo. El objetivo final es ayudar a las empresas de perforación a mantener la integridad estructural y de presión del pozo evitando el desgaste, y facilitar la transferencia eficaz del par de torsión desde la superficie a la broca en el fondo del pozo.

25

[0004] Estos cojinetes del NRP deben funcionar con importantes cargas radiales y de empuje durante la perforación en un entorno de fondo de pozo y con una variedad de fluidos y temperaturas. Las cargas radiales de más de 2000-lbf a 15000-lbf o más son posibles.

30

[0005] Los NRP anteriores utilizan un cojinete hidrodinámico para reducir la fricción rotativa causada por las cargas radiales. Los diseños actuales de los NRP utilizan diversos materiales de baja fricción para minimizar la fricción causada por las cargas radiales. Los materiales de baja fricción ofrecen una modesta reducción de la fricción rotativa en la dirección radial, pero los cojinetes hidrodinámicos ofrecen

35

1 una reducción sustancial de la fricción rotativa en la dirección radial, reduciendo a menudo la fricción rotativa entre 50% y 90%.

5 **[0006]** En los casos anteriores, sigue existiendo una importante fricción de torsión generada por las cargas de empuje que actúan sobre el cojinete a medida que la tubería de perforación avanza hacia el fondo del pozo durante la perforación. Con una reducción efectiva de la fricción radial, las cargas de empuje constituyen hasta 50% de la fricción rotativa total en el NRP, y representan la principal causa de desgaste. Este desgaste limita la vida útil de un protector en la mayoría de los casos, y afecta en gran medida a su durabilidad y, por tanto, a su rendimiento económico.

10 **[0007]** Los protectores anteriores de tipo abrazadera tienen límites para las cargas de empuje (sobre el conjunto) antes de que el conjunto se deslice sobre la tubería de perforación. La carga de deslizamiento se ve afectada por el par de apriete de sus pernos, las características superficiales del collarín de sujeción y la tubería de perforación, y la rigidez de flexión del collarín. Las cargas de deslizamiento para dos collarines que soportan una camisa pueden oscilar entre 15.000 y 30.000 libras. Sin embargo, el uso cada vez mayor del Manejo de la Presión durante la Perforación que utiliza cabezales de control rotativo (RCH, por sus siglas en inglés) por los que debe pasar un NRP, hace que mayores cargas de agarre del collarín sean muy deseables. En consecuencia, existe la necesidad de un protector no rotativo de tubería de perforación y mejorado que aborde los inconvenientes de los NRP existentes y consiga mayores cargas de agarre y un mejor rendimiento.

## 25 **RESUMEN DE LA INVENCIÓN**

30 **[0008]** La presente invención es un protector no rotativo de tubería de perforación (NRP) que aborda las limitaciones de fricción de las altas cargas de empuje en los NRP con un cojinete de empuje de tipo "cojinete de fluido" y aumenta la resistencia al deslizamiento de los collarines. La invención se dirige a un Protector No Rotativo que incorpora múltiples tipos de cojinetes hidrodinámicos que actúan tanto en la dirección radial como en la de empuje mediante superficies de apoyo flexibles y fluidos de perforación o intervención.

35 **[0009]** La invención consta de un collarín y una camisa. El collarín suele constar de dos mitades, lo que facilita su instalación. Del mismo modo, la camisa suele constar de dos mitades. El collarín incluye múltiples anillos circunferenciales (entre 3 y 12) con un diámetro externo menor que el diámetro de la junta de la herramienta de la tubería de perforación. La camisa tiene ranuras circunferenciales diseñadas

1 para encajar radialmente sobre los anillos circunferenciales del collarín. Cuando se  
coloca sobre la tubería de perforación en el fondo del pozo mientras circula el lodo  
de perforación, se crean múltiples cojinetes hidrodinámicos de fluido dentro del  
conjunto del NRP en las direcciones circunferenciales y axiales. Estos y otros  
5 aspectos, mejoras y ventajas de la invención se comprenderán mejor al referirse al  
dibujo y a la descripción detallada que se encuentran en el presente documento.

## **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS IMÁGENES**

10 **[0010]** El Gráfico 1 es una vista en perspectiva y parcialmente en corte del NRP  
de la presente invención con múltiples tipos de cojinetes hidráulicos;

**[0011]** El Gráfico 2 es una vista en perspectiva de una realización de un collarín  
para el NRP del Gráfico 1 con múltiples cojinetes de fluido;

15 **[0012]** El Gráfico 3 es una vista en perspectiva de una realización alternativa de  
un collarín y una camisa con múltiples cojinetes de fluido que tienen anillos  
trapezoidales del cojinete de empuje y las correspondientes ranuras  
circunferenciales en la camisa;

**[0013]** El Gráfico 4 es una vista en perspectiva de otra realización alternativa de  
collarín que incluye pernos en los anillos del cojinete de empuje; y

20 **[0014]** El Gráfico 5 es una vista en perspectiva de la camisa que ilustra la  
geometría interna de la camisa del cojinete.

## **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

25 **[0015]** El Gráfico 1 ilustra una vista isométrica parcialmente seccionada de un  
NRP 10 de la presente invención con múltiples tipos de cojinetes hidráulicos. El  
NRP incluye una camisa 12 que comprende dos mitades de camisa 14, 16 (Graf. 3).  
Dentro de la camisa hay una jaula estructural interna de metal (normalmente acero)  
18 también formada en dos mitades que incluyen una bisagra de la jaula de la  
camisa 20 para la conexión de las mitades en un lado, y un pasador 22 para la  
30 conexión de las mitades en el lado opuesto. Como se muestra en los Gráficos 2 y 3,  
la camisa 12 se coloca alrededor de un collarín 30 que tiene múltiples anillos del  
cojinete de empuje 32, cada uno con canales de flujo de fluido o ranuras 34.

35 **[0016]** El exterior de la camisa 12 puede tener palas rectas 24 y grandes estrías  
26 o palas en espiral como se describe en la Patente del Solicitante No. 8.511.377,  
cuya revelación se incorpora al presente por referencia. Las palas rectas ayudan a  
evitar que la camisa gire; las grandes estrías facilitan el flujo del fluido de retorno del  
pozo, reduciendo así la densidad equivalente de circulación (DEC). Una DEC más  
baja mejora la velocidad de perforación y ayuda a controlar las "patadas" que

suponen un riesgo para la seguridad. Las palas en espiral facilitan el paso de la tubería de revestimiento al agujero abierto. Además, al hacer que el diámetro de la camisa sea mayor que el diámetro de la tubería de perforación a la que está unida se produce una "separación" que impide que la tubería de perforación desgaste la tubería de revestimiento.

**[0017]** El NRP 10 puede colocarse estratégicamente (normalmente basándose en el cálculo de la carga lateral de la tubería de perforación contra la tubería de revestimiento) en una sarta de perforación con análisis de perforación, protegiendo áreas seleccionadas de las altas cargas laterales de la tubería de perforación que resultan en un alto par de torsión de perforación y desgaste de la tubería de revestimiento. El NRP tiene un peso relativamente bajo, menos de 20 lb. por conjunto, lo que brinda facilidad y rapidez de instalación (menos de 60 segundos) en el equipo de perforación. Además, el peso ligero de la invención tiene un efecto insignificante en la capacidad de carga total del equipo, que para algunas aplicaciones en alta mar es fundamental para la seguridad de la operación. El NRP 10 es fácil de fabricar con un collarín hecho de extrusiones que se ajustan a la forma final.

**[0018]** La superficie interior 36 del collarín puede tratarse con materiales deformables (zinc, aluminio o una combinación de estos) que aumentan el agarre a la tubería de perforación, o recubrirse con materiales de alta fricción 38 que a menudo contienen partículas duras o arenilla. La superficie exterior 40 del collarín puede recubrirse con materiales pulverizados (acero, zinc, polímeros) que mejoran su resistencia a los fluidos de perforación. La camisa o el collarín pueden sustituirse por separado, evitando así el desperdicio de piezas parcialmente usadas. A continuación, se describe con más detalle el NRP.

### ***Collarín del cojinete***

**[0019]** El collarín 30 se fabrica en dos o más piezas 42, 44 y se atornilla a la tubería de perforación con pernos de alta resistencia 46. Los cojinetes de fluido se crean radial y axialmente con fluido de perforación entre el collarín 30 y la camisa 12. Para el cojinete axial de fluido, múltiples (1-12) anillos circunferenciales del cojinete 32 (preferiblemente entre 4-8), con un diámetro exterior menor que el diámetro de la junta (conexión) de la herramienta de la tubería de perforación, se separan de la camisa que produce el cojinete de fluido. El Gráfico 2 muestra una realización de un collarín 30 para el NRP con múltiples cojinetes de fluido. El collarín, en esta realización se ilustra dos mitades conectadas por una bisagra de collarín 48. Los cojinetes circunferenciales de fluido hidrodinámico se crean en las superficies planas 50 entre los anillos circunferenciales del cojinete de empuje 32.

1 Los cojinetes axiales de fluido se crean en múltiples superficies exteriores de rodamiento 52 de los anillos 32 del cojinete axial.

5 **[0020]** Los anillos circunferenciales del cojinete 32 que proporcionan los cojinetes axiales hidrodinámicos están situados dentro del cojinete hidrodinámico radial y tienen un área proyectada total que va de 50% al 200% del área proyectada del cojinete radial. Esto aumenta sustancialmente el área de contacto disponible para la lubricación entre la camisa no rotativa y el collarín rotativo.

10 **[0021]** Los anillos de cojinetes de empuje pueden tener una sección cuadrada (Graf. 1), cónica (Graf. 2) o cruciforme (Graf. 3). El Gráfico 3 muestra una configuración de cola de milano que es una sección transversal trapezoidal, con el ángulo establecido entre 45° y 135° (preferiblemente entre 70° y 110°) con respecto al eje de rotación de la tubería de perforación. Los anillos del cojinete 32 pueden ser simétricos o tener un perfil de "contrafuerte" que se inclina hacia arriba o hacia abajo. En todos estos casos, los anillos proporcionan un componente de rodamiento hidrodinámico axial, mientras que las secciones cilíndricas entre los anillos proporcionan el componente de rodamiento hidrodinámico radial.

15 **[0022]** El Gráfico 3 ilustra una realización de collarín y la camisa con múltiples cojinetes de fluido que utiliza anillos trapezoidales de cojinete de empuje y las correspondientes ranuras circunferenciales en la camisa (parte superior). En el caso del perfil de "cola de milano" para los anillos del cojinete de empuje, la geometría de la realización puede servir para bloquear mecánicamente la camisa del cojinete en el collarín, proporcionando tenacidad y resistencia adicionales, negando quizás la necesidad de una estructura de refuerzo interna dentro de la camisa del cojinete.

20 **[0023]** Los anillos circunferenciales del cojinete pueden tener la misma o diferente orientación angular con respecto al eje longitudinal del conjunto. En una realización, los anillos circunferenciales tienen la misma orientación angular en ambos lados. En esta realización, las ranuras circunferenciales permiten invertir la camisa si un extremo está excesivamente desgastado, aumentando así la vida útil de la camisa reemplazable de sacrificio. Alternativamente, un anillo tendría flancos con una orientación de 90° respecto al eje longitudinal, mientras que un anillo adyacente podría tener una forma trapezoidal con una orientación de 75° respecto al eje. Los canales o ranuras de flujo de fluido 34 están continuamente en la misma orientación angular, pero alternativamente pueden ser múltiples segmentos de diferente orientación, lo cual es ventajoso para algunos fluidos de perforación.

25 **[0024]** Los anillos circunferenciales del cojinete 32 tienen múltiples canales o ranuras longitudinales 34 como se muestra en el Gráfico 2. Los canales o ranuras tienen múltiples propósitos, incluyendo permitir la entrada de fluido de perforación en el interior entre el collarín y la camisa, y facilitar el ensamblaje de los segmentos

1 del collarín con (usualmente) 2 o más bisagras laterales 48. Los anillos  
circunferenciales del cojinete están espaciados para permitir que se forme entre  
ellos un cojinete de fluido radial efectivo. Las ranuras longitudinales 34 permiten que  
5 el fluido fluya axialmente dentro de la camisa para su lubricación y pueden estar  
escalonadas circunferencialmente para "atrapar" o retener el fluido en las superficies  
de movimiento relativo dentro del cojinete. Este recorrido enrevesado también  
amortigua las vibraciones al reducir las fugas en caso de que las superficies del  
cojinete sufran un cambio brusco de fuerza (impulso).

**[0025]** El número de espacios 50 entre los anillos circunferenciales y el tamaño  
10 de los espacios (longitud para un diámetro determinado de tubería de perforación)  
están diseñados para permitir la formación de un cojinete de fluido. Es importante  
señalar que la longitud relativa de los espacios entre los anillos circunferenciales no  
es necesariamente equidistante. Por ejemplo, los resultados experimentales  
15 muestran que si se produce desgaste circunferencial es más parecido en el primero  
y el último de los espacios entre los anillos; por lo tanto, un mayor espaciado entre  
el primero y el segundo de los anillos circunferenciales y el último y el penúltimo de  
los anillos circunferenciales puede ser ventajoso para mejorar la vida útil. Además,  
el espesor del collarín entre los anillos circunferenciales puede variar para manejar  
20 el desgaste, lo cual puede ocurrir cuando hay un exceso de recortes en el fluido  
anular de retorno. Puede ser ventajoso tener collarín con un mayor espesor entre el  
primer y segundo anillos circunferenciales y el último y penúltimo anillos  
circunferenciales, por ejemplo. Tanto la separación entre los anillos  
circunferenciales como el espesor del collarín en esos anillos respectivos pueden  
optimizarse para maximizar el rendimiento y la vida útil de los cojinetes axiales y  
25 radiales de empuje. Dependiendo del tipo de fluido de perforación, el coeficiente de  
fricción del fluido resultante oscila entre 0,02 y 0,1. Como referencia, un material de  
baja fricción que se apoye en una superficie metálica tendrá un coeficiente de  
fricción de entre 0,1 y 0,4. Esta diferencia es de gran importancia en la reducción  
general de la fricción cuando se fijan múltiples conjuntos (100-500) a una sarta de  
30 perforación larga.

**[0026]** Es importante señalar que cuando un cojinete axial de empuje de fluido se  
sobrecarga, resultando en el colapso del cojinete de fluido, la invención proporciona  
resultados debido a la producción de múltiples cojinetes de empuje convencionales  
lubricados. Por lo tanto, el NRP de esta invención produce un cojinete que es  
35 superior a un cojinete convencional.

**[0027]** El Gráfico 4 ilustra una realización alternativa del collarín 60 con pernos  
de fijación 62 en algunos de los anillos del cojinete de empuje 64. Estos anillos  
circunferenciales del cojinete 64, incluidos los pernos 62 para fijar el collarín 60

alrededor del tubo de perforación, aumentan el agarre del collarín al tubo. Por ejemplo, los pernos que pueden apretarse (con un par de apriete específico), aumentando así el número de puntos de agarre y distribuyendo el agarre.

**[0028]** Una característica del conjunto del collarín es que normalmente las dos mitades del collarín están en contacto en sus respectivos extremos, mejorando así el agarre. Cuando dos collarines no hacen tope entre sí (o están separados por un elemento flexible, como una camisa sin soporte) es posible que, al hacer una extracción a través de un elemento del dispositivo de control rotativo (RCD, por sus siglas en inglés) del Manejo de la Presión durante la Perforación (MPD, por sus siglas en inglés), se deslice uno de los collarines, lo que provoque daños en la camisa e impida su paso hacia el interior o el exterior del pozo. Sin embargo, en las realizaciones existentes de la presente invención, las cargas en una mitad del collarín se comparten eficazmente con la otra mitad del collarín, duplicando la resistencia al deslizamiento y evitando la transferencia de carga a la camisa.

**[0029]** Como se ha indicado anteriormente, el collarín del cojinete puede estar formado por múltiples segmentos. En una realización, el collarín del cojinete consiste en dos mitades longitudinales que están articuladas en un lado y sujetas por pernos 46 en el otro, lo que resulta en un solo collarín. La ventaja de esta realización es la facilidad de instalación y agarre de la tubería. Alternativamente, el collarín del cojinete también puede estar formado por cuatro segmentos longitudinales, cada uno de ellos articulado y fijado con pernos, lo que da lugar a dos collarines separados. Durante la instalación, las piezas se yuxtaponen entre sí permitiendo que las cargas axiales sean compartidas por ambas. Esta alternativa también permite que las ranuras longitudinales estén desalineadas, facilitando así el atrapamiento de fluido dentro del conjunto del cojinete para un cojinete de fluido de menor fricción y una fuga de fluido reducida en caso de que el conjunto del cojinete pase a través de un elemento de sellado. El collarín puede ser de metal, como aluminio o acero, o de materiales compuestos de vidrio o carbono.

### ***Camisa del cojinete***

**[0030]** La camisa 12 contiene una geometría de superficie interior 70 que incluye una geometría de superficie del cojinete radial hidrodinámico 72 y una geometría de superficie del cojinete de empuje hidrodinámico (fluido) 74. La combinación de la superficie del cojinete de empuje axial y radial está formada por un material elastomérico o un polímero blando. La superficie del cojinete radial se crea utilizando un múltiplo (4 a 16) de planos 76 espaciados circunferencialmente que tienen una circunferencia cerrada que es ligeramente mayor que el diámetro exterior del perfil del cojinete radial para adaptarse a las tolerancias de fabricación de la

1 tubería de perforación y del collarín (usualmente +/- 1% del diámetro). La parte del  
cojinete de empuje tiene múltiples rebajes circunferenciales 78 que admiten el perfil  
del anillo del cojinete de empuje, con cierto margen para tolerancias de fabricación y  
para admitir la expansión y contracción axial del material del cojinete. Esta porción  
5 del cojinete de empuje también puede incluir múltiples planos para proporcionar una  
cuña hidrodinámica para mejorar el rendimiento del cojinete de empuje. El cojinete  
también contiene una multitud de pequeños pasajes 80 (de 1/8 a 1/2 pulgada de  
diámetro) que permiten el flujo de fluido y la evacuación de recortes y residuos del  
interior de la camisa del cojinete, como se muestra en el Gráfico 5.

10 **[0031]** El Gráfico 5 ilustra la geometría interna de la camisa del cojinete con unos  
rebajes 78 de geometría trapezoidal de 75° para un perfil de anillo del cojinete de  
empuje, y una serie de 12 planos del cojinete hidrodinámico 76 igualmente  
espaciados con canales de flujo 80 que atraviesan axialmente el cojinete de la  
camisa.

15 **[0032]** La retención o "atrapamiento" momentáneo del fluido dentro del conjunto  
facilita el mantenimiento del cojinete de fluido. La camisa se extiende entre 10% y  
30% del diámetro del conjunto más allá del último anillo circunferencial, previniendo  
de tal modo que cantidades significativas de fluido de perforación salgan del  
conjunto, lo que podría impactar el cojinete de fluido y reducir su eficientemente.

20 **[0033]** La camisa del cojinete puede contener una jaula estructural interna 18  
dividida axialmente en dos piezas, con una bisagra 20 en un lado, y un medio 22  
para mantener unida la camisa del cojinete en el otro lado, (clavado, atornillado,  
etc.) como se muestra en el Gráfico 1. En el caso de la camisa de cola de milano, la  
camisa puede no requerir una jaula estructural, sino que puede colocarse con la  
25 camisa bloqueada en los anillos de cola de milano correspondientes del collarín,  
como se muestra en el Gráfico 3. Como configuración alternativa, la camisa puede  
fabricarse en una pieza cilíndrica de un material elastomérico y estirarse  
circunferencialmente para permitir su colocación alrededor de los anillos del cojinete  
de empuje colocados alrededor de la tubería.

30 **[0034]** la camisa suele estar hecha de un polímero termoplástico o termoestable,  
como poliuretano, polietileno, polipropileno, tereftalato de polietileno (PETE), cloruro  
de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), ácido poliláctico (PLA), policarbonato o  
politetrafluoroetileno (PTFE o teflón), o nailon, o compuestos de varios materiales.  
La superficie interior de la camisa suele ser de un material más blando que la  
35 exterior, y normalmente de un material elastomérico como poliuretano o goma. El  
interior de la camisa puede ser del mismo material que la porción externa, pero el  
interior será más blando para permitir una mejor formación de cojinetes de fluido,  
mientras que el exterior será más duro para proporcionar una mayor resistencia al

1 desgaste. Alternativamente, la superficie interior de la camisa puede ser de un  
material diferente al exterior, como un elastómero o un material interior de plástico  
blando, con un exterior de plástico duro. Además, alternativamente, la camisa puede  
estar construida en metal (acero, aluminio) con un revestimiento blando (elastómero,  
5 plástico). Además, para algunas aplicaciones de alto desgaste, se pueden utilizar  
almohadillas de desgaste de un material de baja fricción, como el polietileno de peso  
molecular ultra alto (UHMW-PE) o materiales resistentes al desgaste, como el  
bronce o cerámicas como el vidrio o el óxido de aluminio, que se incluirían en el  
exterior de la camisa.

10 **[0035]** En una configuración, puede utilizarse una jaula estructural (acero,  
aluminio, titanio, compuesto de vidrio/carbono). En una configuración alternativa, no  
se incorpora ninguna jaula pero el material de la camisa es de mayor resistencia  
estructural y rigidez.

15 **[0036]** Las ranuras circunferenciales que interactúan con los anillos de los  
cojinetes de empuje en presencia de fluido de perforación dan como resultado un  
cojinete circunferencial de fluido hidráulico con un coeficiente de fricción  
extremadamente bajo y un cojinete axial de empuje de fluido hidráulico con un  
coeficiente de fricción extremadamente bajo. La combinación de dos tipos de  
cojinetes de fluido da como resultado una fricción general sustancialmente menor  
20 (10%-35%) por parte del NRP de la presente invención en comparación con el NRP  
con sólo un cojinete de fluido circunferencial. Además, atrapar o retener fluido  
dentro del cojinete entre las superficies de movimiento relativo amortigua aún más la  
vibración, en particular los impulsos.

25 **[0037]** La longitud de la camisa se extiende más allá de los anillos del cojinete de  
empuje que capturan eficazmente el fluido de perforación, creando un depósito para  
el desarrollo del cojinete de fluido. Este método es sustancialmente mejor que los  
diseños que permiten fugas sustanciales de los extremos de la camisa a la  
superficie de los diseños de collarín anteriores.

30 **[0038]** La incorporación de múltiples pernos de fijación aumenta el agarre del  
collarín a la tubería de perforación. Dado que los pernos de fijación están en el  
interior de la camisa, los pernos y sus superficies de recepción están protegidos de  
los fluidos a alta velocidad que pasan por el exterior de la camisa, reduciendo o  
eliminando así la erosión de las zonas de fijación.

35 **[0039]** Dado que el collarín puede estar formado por una mitad longitudinal que  
se extiende de forma continua a través de la camisa del cojinete, el agarre del NRP  
tiene mayor fuerza de agarre que dos collarines separados por una camisa flexible.  
Esto es especialmente importante cuando el NRP se utiliza en el Manejo de la

1 Presión durante la Perforación y pasa a través de un elemento de sellado de un dispositivo de control rotativo.

[0040] En la realización con anillos de cojinete de empuje de sección transversal de cola de milano, se puede construir una camisa sin jaula, sin reducción  
5 significativa de la integridad estructural. Debido a esta realización, en el caso de dañar y arrancar la camisa del collarín, la perforación posterior de la camisa (que queda en el agujero) se facilita enormemente debido a la ausencia de metal. Además, es posible que, con pesos moderados del lodo de perforación, la camisa flote hasta la superficie en el fluido anular de retorno. Además, en esta realización,  
10 la camisa sin jaula es menos costosa y más fácil de fabricar.

[0041] La combinación de los cojinetes circunferenciales y de empuje puede utilizarse con otras características útiles, como palas rectas y grandes estrías o palas en espiral. Las palas rectas evitan que la camisa gire, lo que aumenta la vida útil; los grandes canales facilitan el flujo del fluido de retorno del pozo, reduciendo  
15 así la densidad equivalente de circulación (DEC). Las palas en espiral facilitan el paso de la tubería de revestimiento al agujero abierto y la camisa tiende a girar en lugar de engancharse en un saliente. Además, al hacer que el diámetro de la camisa sea mayor que el diámetro a la tubería de perforación a la que está unida se produce una "separación" que impide que la tubería de perforación desgaste el  
20 revestimiento.

[0042] La fijación del NRP permite su colocación en prácticamente cualquier punto de la sarta de perforación. La capacidad de colocar la invención en lugares específicos permite la colocación en lugares de alta carga lateral (que se traduce en altos pares de perforación y desgaste de la tubería de revestimiento), y del mismo  
25 modo evita montajes adicionales donde no son necesarios, reduciendo así los costos del usuario.

[0043] El peso relativamente ligero del NRP no afecta a la seguridad general del equipo. Debido al peso relativamente bajo del NRP, pueden colocarse varios NRP en la cadena sin que ello afecte significativamente a la capacidad de elevación  
30 segura de la torre de perforación. Esto es opuesto a las configuraciones que utilizan submarinos integrales que pueden añadir de 10.000 a 100.000 libras de peso de la cadena que pueden acercarse a las cargas peligrosas de la torre de perforación. Estos y otros aspectos de la invención pueden verse a partir de la revelación de información, sin embargo se pueden hacer cambios y modificaciones que están  
35 dentro del alcance de la invención como se reivindica más adelante.