

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 004**

51 Int. Cl.:

F04D 29/22

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2009 PCT/AU2009/000661**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2009 WO09143569**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2009 E 09753333 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2310689**

54 Título: **Impulsor de bomba para lodos**

30 Prioridad:

27.05.2008 AU 2008902860

14.08.2008 AU 2008904164

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
28.03.2017

73 Titular/es:

WEIR MINERALS AUSTRALIA LTD (100.0%)

1 Marden Street

Artarmon, NSW 2064, AU

72 Inventor/es:

BURGESS, KEVIN EDWARD;

LIU, WEN-JIE;

LAVAGNA, LUIS MOSCOSO y

GLAVES, GARRY BRUCE

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 607 004 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

Impulsor de bomba para lodos

CAMPO TÉCNICO

- 5 Esta descripción se refiere en general a impulsores para bombas centrífugas para lodos. Los lodos son normalmente una mezcla de líquido y partículas sólidas, y son comúnmente utilizados en el tratamiento de minerales, arena y grava y/o en la industria de dragado.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

- 10 Las bombas centrífugas para lodos incluyen generalmente un alojamiento de bomba que tiene una cámara de bombeo en él que puede ser de una configuración en voluta con un impulsor montado para rotación dentro de la cámara de bombeo. Un árbol de transmisión está conectado operativamente al impulsor de bomba para provocar la rotación del mismo, entrando el árbol de transmisión en el alojamiento de bomba desde un lado. La bomba incluye además una entrada de bomba que es típicamente coaxial con respecto al árbol de transmisión y ubicada en el lado opuesto del alojamiento de bomba al árbol de transmisión. Hay también una salida de descarga ubicada típicamente en una periferia del alojamiento de la bomba.
- 15 El impulsor incluye típicamente un cubo al que está conectado operativamente el árbol de transmisión y al menos una envolvente. Los álabes de bombeo están previstos sobre un lado de la envolvente con pasos de descarga entre álabes de bombeo adyacentes. En una forma de impulsor hay previstas dos envolventes estando los álabes de bombeo dispuestos entre ellas. El impulsor de bomba está adaptado para ser hecho funcionar a diferentes velocidades para generar la carga de presión requerida.
- 20 A menudo se requiere que las bombas para lodos sean de un tamaño relativamente grande con diámetro grande e impulsores anchos. Estas bombas necesitan tener pasos de descarga relativamente grandes con el fin de facilitar el paso de sólidos mayores dentro del lodo y reducir la velocidad total del lodo cuando pasa a través del impulsor. Partes de la bomba para lodo son sometidas a desgaste significativo de la sustancia en partículas en el lodo. Como resultado de esto el número de álabes de bombeo es pequeño, por ejemplo tres, cuatro o cinco. Para intentar reducir el desgaste, las bombas para lodo son hechas funcionar típicamente a velocidades relativamente bajas, por ejemplo 200 rpm hasta 5000 rpm para bombas muy pequeñas. El material utilizado para las piezas de bomba para lodo son generalmente metales muy duros o materiales de elastómero que están adaptados para ser sacrificados y subsiguientemente reemplazados. Con el fin de cambiar el rendimiento de la bomba en términos de flujo y carga de presión, las bombas centrífugas pueden conseguir esto variando la velocidad de la bomba.
- 25 30 Las bombas centrífugas para lodos a menudo necesitan ser capaces de uso sobre un rango amplio de condiciones de flujo y carga de presión. El rendimiento de las bombas centrífugas para lodos puede ser afectado de forma adversa por el tamaño, densidad y concentración de la sustancia en partículas dentro del lodo y el rendimiento de la bomba se verá afectado también por el desgaste. La necesidad de ser capaz de hacer funcionar una bomba para lodo sobre un amplio rango de condiciones significa que, debido a los pasos mayores en el impulsor, el rendimiento de la bomba tiende a variar sustancialmente y proporcionar menos orientación para el flujo a través del impulsor, comparado con una bomba de agua más pequeña y estrecha que proporciona buena orientación de flujo. Las partículas y el líquido en el lodo tienden también a tomar diferentes caminos a través del impulsor dependiendo del tamaño de la partícula en concreto y de la concentración en el lodo. Este fenómeno será exacerbado por desgaste del impulsor. Las bombas centrífugas sufren a menudo de pérdida de flujo debido al deslizamiento en la periferia del impulsor y la recirculación en la entrada y salida del impulsor. Los diseños de flujo de estilo vórtice o torbellino pueden ser establecidos en la descarga en el impulsor en flujos inferiores. Tal fenómeno da como resultado normalmente un rendimiento de bomba más pobre.
- 35 40 Otro fenómeno asociado con bombas centrífugas es el de cavitación, que ocurre principalmente en la entrada de la bomba y la entrada del impulsor y que puede afectar al rendimiento de la bomba y puede incluso causar daño a la bomba si la cavitación es fuerte y continua. Como se ha mencionado, las piezas de bomba centrífuga para lodo están hechas de metales duros o materiales de elastómero que son difíciles de colar y moldear y, como tales, con el fin de simplificar el proceso de fabricación, las envolventes del impulsor están dispuestas generalmente más o menos paralelas entre sí a una separación constante desde la entrada a la salida. Debido a esto, la salida del impulsor de bomba para lodo está sometida también a recirculación, flujo de vórtice y diseños de flujo que inducen al desgaste.
- 45 50 Hay otros tipos de máquinas de fluido que utilizan elementos giratorios para la transferencia de fluido. Ejemplos de tales máquinas incluyen compresores centrífugos, turbinas, y bombas de agua de alta velocidad. Las consideraciones y criterios de diseño para aparatos de estos tipos son muy específicos para tales máquinas, se conocen mejor, y son relativamente fáciles de aplicar. Los gases tienen una densidad baja y generalmente no arrastran partículas, y pueden ser bombeados a velocidades muy superiores dentro de la máquina de fluido. Como la fricción es un componente menor en una máquina de gas, la turbulencia puede ser minimizada utilizando múltiples álabes o álabes divisores. Los álabes utilizados en estos tipos de máquina de fluido son todos relativamente delgados porque estos álabes no son sometidos a desgaste por erosión. Además, y lo más importante, los álabes divisores funcionan en efecto de una manera similar a los
- 55

álabes principales para aumentar o añadir energía al flujo gaseoso. Los álabes divisores son normalmente ligeramente más cortos que los álabes principales de modo que no interfieran con el flujo en el borde anterior de los álabes principales.

Los álabes secundarios (o divisores) son normalmente de la misma configuración, pero son algo más cortos que, los álabes principales y están colocados aproximadamente a mitad de camino entre los álabes principales. Estos álabes divisores funcionan para dividir el flujo en pasos más pequeños y añadir más orientación al flujo, minimizando así la turbulencia. Este tipo de máquina de gas funciona típicamente a velocidades muy elevadas del orden de 50.000 a 100.000 rpm. El número de álabes o paletas es normalmente bastante elevado, es decir 20, y podría haber álabes divisores entre ellas, así los álabes necesitan por lo tanto ser delgados y los pasos pequeños. Los álabes divisores o secundarios son normalmente de la misma altura que los álabes de bombeo principal para permitir que la orientación máxima y la energía máxima sea introducida (o sacada) del fluido cuando pasa a través del elemento giratorio de la máquina.

Las bombas de agua de alto rendimiento son similares de algún modo a los compresores o turbinas centrífugas, y algunas de las mismas estrategias son aplicables tales como un número elevado de álabes (típicamente 7 o mayor), y los álabes de estilo divisor entre los álabes principales para controlar la turbulencia y/o para suavizar el impulso de presión de salida con un número elevado de álabes. En uso esto da como resultado un número más elevado de impulsos de presión más pequeños desde cada álabe. Las bombas de agua no son utilizadas para bombear partículas y así no requieren materiales resistentes al desgaste elevado. Bombas de agua de alto rendimiento típicas funcionan también a velocidades más elevadas que las bombas de agua estándares y pueden funcionar a velocidades de 10.000 a 30.000 rpm.

Cuanto mayor es el número de álabes de bombeo principal, menor es el impulso de presión desde cada álabe. Para reducir el impulso de presión total desde una máquina de fluido es conocido que aumentar el número de álabes suavizará el impulso. Esto es por lo que algunas bombas de agua y compresores de gas tienen un número mayor de álabes, y por lo que se añaden álabes divisores para doblar el número de álabes. El criterio de diseño para máquinas de un compresor de gas, turbina o bomba de agua de rendimiento elevado o alta velocidad no tienen relevancia para el de las bombas para lodo.

La provisión de orientación extra o el intento de reducir la turbulencia añadiendo un número más elevado de álabes más delgados o reducir el tamaño del paso a través de un impulsor es contraproducente en el diseño de una bomba para lodos. Muchas de las cosas que mejoran el rendimiento en las máquinas de este tipo no ofrecerán ninguna solución cuando sean aplicadas en una bomba para lodos.

Las bombas centrífugas para lodos son máquinas de fluido bastante únicas por lo que es necesario equilibrar el diseño, desgaste y facilidad de fabricación en diferentes materiales resistentes al desgaste. Como se ha descrito antes es normalmente necesario desarrollar una bomba para lodos que funciona sobre un flujo y un rango de velocidad amplios de manera que es aplicable a un amplio rango de aplicaciones, pero esto hace más difícil optimizar el diseño. Los diseños típicos son robustos, pero siendo una máquina de fluido, tales bombas sufren aún pérdidas de rendimiento y desgaste debido a la turbulencia interna. Debido a las restricciones de diseño especiales y restrictivas, se han utilizado distintas estrategias para mejorar el rendimiento pero éstas han encontrado un éxito bastante limitado. Las estrategias de diseño para minimizar las turbulencias son muy difíciles dado la orientación mínima que se le puede dar al lodo por la envolvente del impulsor, los álabes principales y el alojamiento, como todos estos componentes necesitan tener una vida útil satisfactoria.

Una complicación adicional con las bombas para lodos es que las partículas en el lodo no siguen las corrientes de fluido. Cuanto más grandes y más macizas son las partículas, mayor es la desviación de las partículas desde la corriente de fluido. Por consiguiente, añadir más álabes (o álabes de estilo divisor) que están diseñados para guiar el fluido a lo largo de las corrientes no va a ayudar a guiar las partículas porque las partículas provocarán simplemente turbulencia aumentada y desgaste sobre cualesquiera de los álabes delgados y estos álabes se desgastarán rápidamente y perderán su efecto de guiado del fluido. El rendimiento caerá inevitablemente de manera rápida en un corto período de tiempo, y la energía consumida se incrementará rápidamente también, de manera que la máquina no podrá sostener su rendimiento.

El documento CA 2 120 977 A1 muestra un impulsor con álabes primario y secundario alternativos de diferentes geometrías.

RESUMEN DE LA DESCRIPCIÓN

En un primer aspecto, se han descrito realizaciones de un impulsor de bomba para lodos que incluye una envolvente frontal y una envolvente posterior teniendo cada una de ellas una cara principal interior con un borde periférico exterior y un eje central, una pluralidad de álabes de bombeo que se extienden entre las caras principales interiores de las envolventes, estando dispuestos los álabes de bombeo en relación espaciada, incluyendo cada álabe de bombeo caras laterales principales opuestas una de las cuales es una cara lateral de bombeo o presión, un borde anterior en la región del eje central y un borde posterior en la región de los bordes periféricos exteriores de las envolventes con un paso entre

los álabes de bombeo adyacentes, teniendo cada paso asociado con él un álabe o paleta de guía de descarga, estando dispuesto cada álabe de guía de descarga dentro de un paso respectivo y ubicado más cerca de la cara lateral de bombeo o presión del álabe de bombeo adyacente más cercano y sobresaliendo desde la cara principal interior de al menos una de las envolventes.

- 5 En algunas realizaciones, este álabe de guía de descarga puede estar ubicado más cerca de la cara lateral de bombeo o presión del álabe de bombeo adyacente más cercano. La colocación de un álabe de guía de descarga más cerca de un álabe de bombeo adyacente puede mejorar ventajosamente el rendimiento de la bomba. En una circunstancia normal sin la presencia del álabe de guía de descarga, una región de vórtices se extiende en frente de una cara de bombeo de los álabes de bombeo, y se extiende al menos a mitad de camino entre la mitad del paso de descarga de flujo. Como resultado, los vórtices aumentan la turbulencia en el flujo de material que está pasando a través del paso del impulsor durante el uso, y a su vez esta turbulencia se extiende en la región en voluta que rodea el impulsor. La turbulencia aumentada puede conducir al desgaste aumentado del impulsor y las de las superficies involucradas así como a pérdidas de energía aumentadas, que requieren en último lugar un operador para introducir más energía en la bomba para conseguir un rendimiento deseado. Aunque los inventores pensaron que colocar un álabe de guía de descarga dentro de una región generalmente central del paso de descarga desalentaría o confinaría la región de turbulencia inmediatamente enfrente de la cara de los álabes de bombeo del impulsor, se encontró que la colocación de los álabes de guía de descarga a mitad de camino a través de la anchura del paso tenía muy poca influencia en el confinamiento de la región turbulenta, y otra experimentación mostró que la disposición de los álabes de guía de descarga más cerca del álabe de bombeo era capaz de disminuir sustancialmente la región de vórtices lejos de la cara de presión del álabe de bombeo. Como resultado, la intensidad (o fuerza) de los vórtices es disminuida porque no se permite que crezcan de una manera sin restricciones.

- Otro fenómeno conocido de las bombas para lodo es la recirculación de descarga, en que los materiales de lodo que dejan los pasos de descarga durante la rotación del impulsor en flujos bajos son forzados otra vez al paso de descarga del impulsor inmediatamente adyacente por la presión operativa general dentro de la voluta de bomba. Cuando esto ocurre, en circunstancias normales el lodo recirculado se mezcla con la región de flujo de turbulencia de los vórtices para crear una región de vórtice incluso más grande y más problemática. La presencia de los álabes de guía de descarga en una posición adecuada para confinar la región de turbulencia inmediatamente enfrente del o de los álabes de bombeo significa que puede haber menos interacción con el flujo de descarga recirculado, reduciendo por lo tanto el potencial para la combinación de las dos regiones de vórtice, que de lo contrario reduciría además la eficiencia de la bomba. Esto reduce también el potencial para que las partículas desgasten las envolventes frontal o posterior, dando como resultado por tanto un desgaste de cavidades en que los flujos de tipo de vórtice podrían originarse y desarrollarse además.

- Además, colocar un álabe de guía de descarga más cerca de un álabe de bombeo adyacente puede mejorar ventajosamente el rendimiento de la bomba de tal manera que el álabe de guía de descarga en uso no obstruye el flujo libre de material a través del paso, lo que puede ocurrir en casos de flujo de lodo de partículas donde los álabes de guía de descarga a mitad de camino en el medio del paso de descarga de flujo.

- En algunas realizaciones, cada álabe de guía de descarga puede tener una extremidad exterior adyacente al borde periférico de una de las envolventes, extendiéndose el álabe de guía de descarga hacia dentro y terminando en una extremidad interior que es intermedia al eje central y al borde periférico de la envolvente con la que está asociado. Extendiéndose al borde periférico de la envolvente, el o los álabes de guía de descarga pueden dirigir el flujo dentro del o de los pasos de descarga del impulsor y puede reducir también el mezclado de las regiones de flujo divididas en la salida inmediata del impulsor en el diseño de flujo que gira ya en la voluta de bomba.

- En algunas realizaciones, cada álabe de guía de descarga puede ser más corto de longitud que el álabe de bombeo adyacente de tal manera que el álabe de guía de descarga en uso no obstruye el flujo libre de material a través del paso. En algunas realizaciones, la longitud de cada álabe de guía de descarga es aproximadamente una tercera parte o menos de la longitud del álabe de bombeo adyacente. El o los álabes de guía de descarga son generalmente alargados para animar al desarrollo de un trayecto de flujo consistente de fluido y sólidos que salen del impulsor durante el uso.

- En algunas realizaciones, cada una de dichos álabes de guía de descarga puede sobresalir desde la cara principal interior de la envolvente posterior. Esto es porque en circunstancias normales del flujo de lodo que entra en el impulsor, la región de vórtices está concentrada junto a la envolvente posterior en vez de a la envolvente frontal.

- 50 En algunas realizaciones, cada uno de dichos álabes de guía de descarga puede tener una altura que es desde el 5 al 50 por ciento de la anchura del álabe de bombeo, donde la anchura del álabe de bombeo es definida como la distancia entre las envolventes frontal y posterior del impulsor. El grosor del álabe de guía de descarga puede ser elegido dependiendo de los requisitos de carga y velocidad de bombeo así como del material que ha de ser bombeado, así como en la extensión requerida para reducir la turbulencia dentro del flujo principal y ayudar también a reducir la cantidad de recirculación. En algunas realizaciones, cada uno de dichos álabes de guía de descarga puede tener una altura que va del 20 al 40 por ciento de la anchura del álabe de bombeo. En algunas realizaciones, cada uno de dichos álabes de guía de descarga puede tener una altura de aproximadamente el 30 al 35 por ciento de la anchura del álabe de bombeo. Si la altura del álabe de guía de descarga es demasiado pequeña, a continuación el beneficio de confinamiento de la región de turbulencia no es óptimo, y si la altura del álabe de guía de descarga es demasiado alta, su influencia puede ser

perturbar y bloquear el flujo principal, que no es tampoco óptimo.

En algunas realizaciones, cada uno de dichos álabes de guía de descarga puede estar separado desde un álabe de bombeo respectivo del cual está más cerca de modo que modifique el flujo de material a través del paso y reducir por tanto la turbulencia e inhibir el desplazamiento o separación de los vórtices formados por el flujo desde la cara de dicho álabe de bombeo.

En algunas realizaciones, durante al menos parte de su longitud cada álabe de guía de descarga puede estar separado de un álabe de bombeo respectivo al que está más cerca en una distancia que en su punto más cercano es aproximadamente igual al grosor máximo del álabe de guía de descarga. Si la separación del álabe de guía de descarga de la cara de bombeo del álabe de bombeo es muy pequeña, entonces la velocidad de cualquier flujo pasante de lodo de partículas entre ellos puede ser elevada con el consiguiente desgaste de erosión aumentado de las superficies adyacentes, lo que no es óptimo. Está previsto que en otras realizaciones la separación entre el álabe de guía de descarga y el álabe de bombeo adyacente puede ser variado a lo largo de su longitud por tan poco como el 75% del grosor máximo del álabe de guía de descarga, y como mucho dos o tres veces el grosor máximo del álabe de guía de descarga.

En algunas realizaciones del impulsor, el ángulo subtendido entre la tangente a la periferia de la envolvente y una línea tangencial a la cara de bombeo frontal del álabe de bombeo del impulsor es sustancialmente el mismo que el ángulo subtendido entre la tangente a la periferia de la envolvente y una línea tangencial a la cara frontal del álabe de guía de descarga adyacente. En tal disposición el álabe de guía de descarga puede dirigir el flujo dentro del (de los) paso(s) de descarga del impulsor y puede reducir también la mezcla de las regiones de flujo divididas en la salida inmediata del impulsor en el diseño de flujo de rotación en la voluta de bomba.

En algunas realizaciones, cada álabe de guía de descarga puede tener generalmente la misma forma y anchura que los álabes de bombeo principales cuando es visto en una sección transversal horizontal.

En algunas realizaciones, cada álabe de guía de descarga puede ser de una altura afilada dependiendo de los requisitos de bombeo. Esto facilita la eliminación del impulsor desde su molde durante la fabricación.

En algunas realizaciones, cada álabe de guía de descarga puede ser de una anchura afilada, dependiendo de los requisitos de bombeo. Las extremidades afiladas de los álabes de guía de descarga pueden facilitar el flujo de salida suave de material de lodo desde los pasos.

En algunas realizaciones, uno o más de los pasos pueden tener asociados con ellos uno o más álabes de guía de entrada, extendiéndose un álabe o cada álabe de guía de entrada a lo largo de la cara lateral del álabe de bombeo y terminando en una extremidad opuesta que es intermedia entre los bordes principales y de salida del álabe de bombeo con el que está asociado.

En algunas realizaciones, el álabe o cada álabe de guía de descarga puede ser un saliente desde la cara principal del álabe de bombeo con el que está asociado y que se extiende a un paso respectivo.

En algunas realizaciones, el álabe o cada álabe de guía de descarga puede ser alargado para animar al desarrollo de un trayecto de flujo consistente de fluido y sólidos a través del impulsor durante el uso.

En algunas realizaciones el impulsor de bomba para lodo puede incluir además álabes auxiliares o expulsos ubicados sobre una cara exterior de una o más de las envolventes.

En algunas realizaciones, dichos álabes auxiliares pueden tener partes de bordes biseladas.

En algunas realizaciones, el impulsor puede no tener más de cinco álabes de bombeo. En una forma el impulsor puede tener cuatro álabes de bombeo. En una forma el impulsor puede tener tres álabes de bombeo.

En una realización alternativa, el impulsor puede estar formado de tres envolventes, y cada envolvente puede tener un álabe de guía de descarga que sobresale de la misma. En una realización los álabes de guía de descarga están solamente sobre la cara principal interior de la envolvente posterior.

En un segundo aspecto, se han descrito realizaciones de un impulsor de bomba para lodo que incluye una envolvente frontal y una envolvente posterior teniendo cada una de ellas una cara principal interior con un borde periférico exterior y un eje central, extendiéndose una pluralidad de álabes de bombeo entre las caras principales interiores de las envolventes, estando dispuestos los álabes de bombeo en relación separada, incluyendo cada álabe de bombeo caras laterales principales opuestas una de las cuales es una cara lateral de bombeo o presión, un borde principal en la región del eje central y un borde de salida en la región de los bordes periféricos exteriores de las envolventes con un paso entre los álabes adyacentes, teniendo asociado cada paso con ello un álabe de guía de descarga, estando dispuesto el álabe de guía de descarga dentro de un paso respectivo y ubicado más cerca de uno u otro de los álabes de bombeo y sobresaliendo desde la cara principal interior de la envolvente posterior, siendo la longitud de cada álabe de guía de descarga aproximadamente una tercera parte o menos de la longitud del álabe de bombeo adyacente, teniendo dicho

álabe de guía de descarga una altura de aproximadamente 30 o 35 por ciento de la anchura del álabe de bombeo.

En un tercer aspecto, se han descrito realizaciones de una bomba centrífuga para lodo del tipo en voluta que comprende una carcasa de bomba que tiene una región de entrada y una región de descarga, un impulsor colocado dentro de la carcasa de bomba y un árbol de transmisión conectado axialmente a dicho impulsor, en que el impulsor de la bomba es como se ha descrito en el primer o segundo aspectos.

En un cuarto aspecto, se han descrito realizaciones de un método para la producción de una pieza de fundición de un impulsor como se ha descrito en el primer o segundo aspectos, comprendiendo el método las operaciones de:

- verter material fundido en un molde para formar la pieza colada;
- permitir que el material fundido se solidifique; y
- retirar el molde al menos en parte de la pieza colada solidificada resultante.

En un quinto aspecto, se han descrito realizaciones de un método de actualizar un impulsor del tipo descrito en el primer o segundo aspectos, donde el álabe de guía está ubicado en una cara principal de una envolvente con la que está asociado y que se extiende en un paso de descarga respectivo, comprendiendo el método las operaciones de:

- retirar un álabe de guía cuando se convierte en un componente desgastado; y
- a continuación ajustar un álabe de guía de reemplazamiento no desgastado al impulsor.

En un sexto aspecto, se han descrito realizaciones de un método de actualización de un impulsor en una bomba centrífuga, comprendiendo el método las operaciones de:

- retirar un impulsor instalado cuando se convierte en un componente desgastado; y
- a continuación ajustar a la bomba un impulsor de reemplazamiento sin desgastar del tipo descrito en el primer o segundo aspectos.

En un séptimo aspecto, se han descrito realizaciones de un impulsor para una bomba centrífuga existente, estando adaptado el impulsor para montar dentro de una carcasa de la bomba existente como una actualización de modo que reemplace un impulsor existente, por lo que la configuración del impulsor es del tipo descrito en el primer o segundo aspectos.

En un octavo aspecto, se han descrito realizaciones de un impulsor que incluye al menos una envolvente que tiene una cara principal con un borde periférico exterior y un eje central, una pluralidad de álabes de bombeo que sobresalen desde la cara principal de la envolvente, estando dispuestos los álabes de bombeo en relación separada sobre la cara principal que proporciona un paso de descarga entre los álabes de bombeo adyacentes, incluyendo cada álabe de bombeo un borde anterior en la región del eje central y un borde posterior en la región del borde periférico, comprendiendo cada álabe de bombeo caras laterales opuestas que se extienden entre los bordes anterior y posterior del álabe, teniendo uno o más de los álabes de bombeo uno o más álabes de guía de entrada asociados a ellos.

El uso de los álabes de guía de entrada tiene la ventaja de reducir el desarrollo de patrones de flujo de fluido de recirculación en la entrada del impulsor y cualesquiera patrones de flujo de estilo vórtice dentro del impulsor, todo lo cual da como resultado normalmente un rendimiento de bombeo más pobre, por ejemplo debido a la cavitación. Los álabes de guía de entrada proporcionan orientación para el flujo dentro del o de los pasos de descarga del impulsor. Los álabes de guía de descarga pueden incorporar también algunas otras ventajas previamente descritas para los álabes de guía de descarga.

En algunas realizaciones, el álabe o cada uno de los álabes de guía de entrada puede ser un saliente desde una cara lateral del álabe de bombeo con el que está asociado y que se extiende a un paso de descarga respectivo. En otra realización, el álabe o cada álabe de guía de entrada puede ser un rebaje que se extiende a una cara lateral del álabe de bombeo, formando de este modo un canal o ranura a través del cual el fluido puede fluir en uso. Aún en otras realizaciones, el impulsor puede tener cualquier combinación de álabes de guía de entrada en la forma de rebajes y salientes, ubicados en distintas caras laterales de los álabes de bombeo.

En algunas realizaciones, el álabe o cada álabe de guía de descarga puede ser alargado, para animar al desarrollo de un trayecto de flujo consistente de fluido y sólidos a través del impulsor durante el uso.

En una forma de esto, el álabe o cada álabe de guía de descarga puede tener una extremidad adyacente al borde anterior del álabe de bombeo, extendiéndose el álabe de guía a lo largo de la cara lateral del álabe de bombeo y terminando en una extremidad opuesta que está entre los bordes anterior y posterior del álabe de bombeo con el que está asociada.

En algunas realizaciones, el impulsor puede incluir dos de dichas envolventes, extendiéndose dichos álabes de bombeo

entre ellas desde las caras principales respectivas de las mismas. En una realización, las dos envolventes están separadas con las caras principales de las envolventes dispuestas generalmente paralelas unas con respecto a las otras. Aún en otras realizaciones, el impulsor puede tener más de dos envolventes, por ejemplo tres envolventes.

5 En algunas realizaciones, uno o más de dichos álabes de bombeo puede tener asociado con él dos de dichos álabes de guía de entrada, uno ubicado en cada una de las caras laterales opuestas respectivas del álabe de bombeo. Aún en otras realizaciones, y dependiendo de la aplicación de bombeo, puede haber más de un álabe de guía de entrada ubicado en una cara lateral respectiva de cada álabe de bombeo. Aún en otra realización, cada álabe de bombeo puede tener asociado con él uno o más de dichos álabes de guía de entrada sobre una cara lateral y ningún álabe lateral de entrada sobre la cara lateral opuesta del álabe de bombeo.

10 En algunas realizaciones, cada uno de dichos álabes de guía de entrada puede estar dispuesto generalmente de forma central sobre la cara lateral del álabe de bombeo con el que está asociado, en términos de su posición lejos de una envolvente adyacente.

15 En algunas realizaciones, cada uno de dichos álabes de guía de entrada puede ser aproximadamente la mitad de la longitud entre los bordes anterior y posterior del álabe de bombeo con los que está asociado, aunque aún en otras realizaciones el álabe de guía de entrada puede ser más corto o más largo que esta longitud, dependiendo de los requisitos de bombeo.

En algunas realizaciones, cada uno de los álabes de guía de entrada puede tener una altura del 50 al 100 por ciento del grosor del álabe de bombeo, y el grosor preferido será elegido a partir de este rango dependiendo de los requisitos de carga y velocidad de bombeo así como del material que ha de ser bombeado.

20 En algunas realizaciones, cada uno de los álabes de guía de entrada puede ser de una altura de álabe constante a lo largo de su longitud, aunque está previsto que aún en otras realizaciones la altura de álabe pueda ser variada, dependiendo de los requisitos de bombeo.

25 En algunas realizaciones, uno o más de los pasos de descarga puede tener asociado con él uno o más de los álabes de guía de descarga, el álabe o cada álabe de guía de descarga ubicado en la cara principal de al menos una o de cada envolvente y que tiene un borde exterior en la región del borde periférico de la envolvente, extendiéndose el álabe de guía hacia dentro y terminando en un borde interior que está entre el eje central y el borde periférico de la envolvente.

En algunas realizaciones, el álabe o cada álabe de guía de descarga puede ser alargado para animar al desarrollo de un trayecto de flujo consistente de fluido y sólidos que salen del impulsor durante el uso.

30 En algunas realizaciones, el álabe de guía de descarga puede ser generalmente de la misma forma y anchura que los álabes de bombeo principales cuando son vistos en una sección transversal horizontal.

En un noveno aspecto, se han descrito realizaciones de un método de actualización de un álabe de guía de entrada en un impulsor del tipo definido bien en el primer o segundo aspectos, donde el álabe de guía es un saliente de una cara lateral del álabe de bombeo con que está asociado y que se extiende a un paso de descarga respectivo, comprendiendo el método la operación de:

- 35
- retirar un álabe de guía cuando se convierte en un componente desgastado; y
 - a continuación ajustar un álabe de guía de reemplazo sin desgastar al impulsor.

40 En un décimo aspecto, se han descrito realizaciones de un impulsor que incluye al menos una envolvente que tiene una cara principal con un borde periférico exterior y un eje central, sobresaliendo una pluralidad de álabes de bombeo desde la cara principal de la envolvente, estando dispuestos los álabes de bombeo en relación separada sobre la cara principal que proporciona un paso de descarga entre los álabes de bombeo adyacentes, incluyendo cada álabe de bombeo un borde anterior en la región del eje central y un borde posterior en la región del borde periférico de la envolvente con un paso entre los álabes de bombeo adyacentes, comprendiendo cada álabe de bombeo caras laterales opuestas que se extienden entre los bordes laterales anterior y posterior del álabe, teniendo uno o más de los álabes de bombeo uno o más álabes de guía de entrada asociados con ellos y uno o más pasos que tienen uno o más álabes de guía de descarga asociados con ellos, el álabe o cada álabe de guía de descarga ubicado en la cara principal de al menos una de la envolvente o de cada una de las envolventes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 No obstante se describirán a continuación cualesquiera otras formas que pueden caer dentro del marco del método y aparato como se ha establecido en el resumen, realizaciones específicas del método y aparato, a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La fig. 1 ilustra una vista isométrica esquemática, ejemplar de un impulsor de bomba de acuerdo con una realización;

La fig. 2 ilustra otra vista isométrica del impulsor mostrado en la fig. 1, que muestra más detalle del lado inferior;

La fig. 3 ilustra un alzado lateral de un impulsor mostrado en las figs. 1 y 2;

La fig. 4 ilustra una vista en sección del impulsor mostrado en las figs. 1 a 3 cuando es seccionado a través de la mitad del cuerpo del impulsor entre las envolventes;

5 La fig. 5 ilustra una vista isométrica esquemática, ejemplar de un impulsor de acuerdo con otra realización;

La fig. 6 ilustra un alzado lateral del impulsor mostrado en la fig. 5;

La fig. 7 ilustra una vista en sección del impulsor mostrado en las figs. 5 y 6 cuando es seccionado a través de la mitad del cuerpo del impulsor entre las envolventes;

La fig. 8 ilustra una vista ejemplar en sección de un impulsor de acuerdo con otra realización;

10 La fig. 9 ilustra una vista en sección parcial, ejemplar de un impulsor de acuerdo con otra realización, que es ilustrado en combinación con una realización de un componente de entrada de la bomba;

La fig. 10 ilustra otra vista en sección del impulsor y del componente de entrada de bomba mostrados en la fig. 9;

La fig. 11 ilustra una vista en perspectiva del impulsor mostrado en las figs. 9 y 10 desde el lado de entrada;

La fig. 12 ilustra una vista en perspectiva del impulsor mostrado en las figs. 9 a 11 desde el lado posterior;

15 La fig. 13 ilustra un alzado lateral frontal del impulsor mostrado en las figs. 9 a 12;

La fig. 14 ilustra un alzado lateral posterior del impulsor mostrado en las figs. 9 a 13; y

La fig. 15 ilustra un alzado lateral del impulsor mostrado en las figs. 9 a 14;

La fig. 16 ilustra una vista en sección del impulsor mostrado en las figs. 9 a 15 cuando es seccionado a través del cuerpo del impulsor para cortar a través de los álabes de bombeo y de los álabes de guía de descarga;

20 La fig. 17 ilustra una vista isométrica esquemática, ejemplar de un impulsor de acuerdo con otra realización;

La fig. 18 ilustra un alzado lateral del impulsor mostrado en la fig. 17;

Las figs. 19a y 19b ilustran algunos resultados de simulación computacional experimental para flujo de fluido en la realización del impulsor que se ha mostrado en los dibujos;

25 Las figs. 20a y 20b ilustran algunos resultados de simulación computacional experimental para el flujo de fluido en la realización del impulsor que se ha mostrado en los dibujos;

Las figs. 21a y 21b ilustran algunos resultados de simulación computacional experimental para el flujo de fluido en la realización del impulsor que se ha mostrado en los dibujos;

Las figs. 22a y 22b ilustran algunos resultados de simulación computacional experimental para el flujo de fluido en la realización del impulsor que se ha mostrado en los dibujos;

30 Las figs. 23a y 23b ilustran algunos resultados de simulación computacional experimental para el flujo de fluido en la realización del impulsor que se ha mostrado en los dibujos;

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES ESPECÍFICAS

35 Con referencia ahora a las figs. 1 a 4, se ha mostrado una realización de un impulsor 10 en la que el impulsor comprende una envolvente frontal 12 y una envolvente posterior 14 que tienen cada una la forma de un disco generalmente plano, teniendo cada disco una cara interior principal 13, 15 respectiva, una cara exterior 21, 22 respectiva y un borde periférico exterior 16, 17 respectivo. Un cubo 11 se extiende desde una cara exterior 22 de la envolvente posterior 14, estando el cubo 11 conectado operativamente a un árbol de transmisión (no mostrado) para provocar la rotación del impulsor alrededor de su eje central X-X (fig. 3).

40 Una entrada 18 del impulsor está prevista en la envolvente frontal 12, siendo la entrada 18 coaxial con el eje central X-X que es el eje de rotación del impulsor 10 en uso. Cuatro álabes de bombeo 30 se extienden entre las caras interiores principales 13, 15 opuestas de las envolventes 12, 14, y están espaciados uniformemente alrededor de las caras principales 13, 15 de dichas envolventes 12, 14. Como se ha mostrado en la fig. 4 cada álabe de bombeo 30 es generalmente arqueado en sección transversal e incluye un borde anterior interior 32 y un borde posterior exterior 34 y caras laterales opuestas 35 y 36, siendo la cara lateral 35 un lado de bombeo o presión. Los álabes están indicados
45 normalmente como álabes curvados hacia atrás cuando son vistos con el sentido de rotación. Hay previstos pasos de

descarga 19 entre los álabes de bombeo adyacentes 30 a través de los cuales pasa el material desde la entrada 18 del impulsor. Cada paso 19 tiene una región de entrada 24 y una región de salida 25 ubicada en el borde periférico exterior 16, 17 de las envolventes 12, 14 desde las que el lodo pasa a la descarga de bomba. La región de descarga 25 es más amplia que la región de entrada 24 de manera que el paso 19 tiene generalmente forma de V. Los números de referencia que identifican las distintas características descritas antes han sido solamente indicados sobre uno de los álabes 30 con propósito de claridad.

Cada álabe de bombeo 30 tiene asociado con él dos salientes a modo de tira que actúan como álabes de guía 41, 42 de entrada de lodo. Cada uno de estos álabes de guía 41, 42 de entrada sobresale desde una cara lateral 35, 36 respectiva del álabe de bombeo 30. Cada álabe de guía 41 y 42 de entrada está dispuesto de manera central sobre las caras laterales 35 y 36 respectivas del álabe de bombeo 30 con el que está asociado y tiene la forma de un saliente alargado que en sí mismo tiene una extremidad interior 43 ubicada más cerca al borde anterior interior 32 del álabe de bombeo 30, y una extremidad exterior 44 ubicada aproximadamente a mitad de camino a lo largo de una cara lateral 35, 36 respectiva. En otras realizaciones el o los álabes de guía pueden ser tiras más largas o más cortas de las que se han mostrado en estas figuras.

Cada álabe de guía 41, 42 de entrada tiene una altura de aproximadamente el 57% del grosor transversal del álabe de bombeo 30 cuando es visto en sección transversal, aunque en otras realizaciones la altura del álabe de guía puede estar entre el 50% al 100% de dicho grosor transversal del álabe de bombeo. Cada álabe de guía 41, 42 es de altura generalmente constante a lo largo de su longitud, aunque en otras realizaciones el álabe de guía puede ser afilado en su forma. Los álabes de guía 41, 42 mostrados son del grosor que es de aproximadamente el 55% del grosor transversal medio del álabe de bombeo 30, aunque esto puede ser variado en otras realizaciones.

El efecto de los álabes de guía es cambiar el flujo de recirculación y las características de la bomba porque los pasos son más pequeños en la región de los álabes, reduciendo por tanto la oportunidad de las corrientes de fluido de mezclarse y recircular otra vez a la entrada del impulsor.

En otras realizaciones, los álabes de guía de entrada pueden estar formados como una ranura o rebaje que está ubicado de modo que se extienda al material del álabe de bombeo. Tales ranuras pueden actuar también como pasos de orientación de fluido de la misma manera que los álabes de guía de entrada que están asentados de forma protuberante de una cara lateral de álabe de bombeo.

Se han previsto también realizaciones con cualquier combinación de álabes de guía de entrada en la forma de rebajes o salientes ubicados en los álabes de bombeo en la región de la región de entrada de los pasos de descarga.

Aún en otras realizaciones, los álabes de guía de entrada no necesitan estar ubicados generalmente de forma central sobre la cara del álabe de bombeo, pero pueden estar ubicados más cerca de una u otra de las mordazas, dependiendo de las circunstancias.

Aún en otras realizaciones, los álabes de guía de entrada no necesitan extenderse sobre la mitad del camino a lo largo de una cara lateral respectiva de un álabe de bombeo pero pueden extenderse durante una distancia más corta o más larga que ésta, dependiendo del fluido o lodo que ha de ser bombeado.

Aún en otras realizaciones, puede haber más de un álabe de guía de entrada por cara lateral de un álabe de bombeo, o en algunos casos no haber ningún álabe de guía de entrada sobre una de las caras laterales opuestas de cualquiera de los dos álabes de bombeo que definen un paso de descarga.

De acuerdo con ciertas realizaciones, se ha ilustrado un impulsor 10A ejemplar en las figs. 5 a 7. Por conveniencia los mismos números de referencia han sido utilizados ahora para identificar las mismas partes descritas con referencia a las figs. 1 a 4. Aquí el impulsor 10A no tiene álabes de guía de entrada pero tiene una pluralidad de álabes de guía de descarga (o paletas) 50, 51.

Los álabes de guía 50, 51 de descarga tienen forma de salientes alargados, con la parte superior plana que tienen generalmente forma de salchicha en sección transversal. Los álabes de descarga 50, 51 se extienden respectivamente desde las caras principales 13, 15 de las envolventes 12, 14 respectivas y están dispuestos entre dos álabes de bombeo adyacentes 30. Los álabes de guía 50, 51 de descarga tienen una extremidad exterior 53, 54 respectiva que está ubicada adyacente al borde periférico exterior 16, 17 de las envolventes 12, 14 respectivas. Los álabes de guía 50, 51 de descarga tienen también una extremidad interior 55, 56 que está ubicada en algún lugar a mitad de camino de un paso 19 respectivo. Como se ha visto en la fig. 7, las extremidades interiores 55, 56 de los álabes de guía 50, 51 de descarga están separadas en una cierta distancia desde el eje central X-X del impulsor 10A. Los álabes de guía 50, 51 de descarga que están asociados con cada paso 19 están enfrentados entre sí, estando sus superficies exteriores separadas.

Cada álabe de guía 50, 51 de descarga mostrado tiene una altura de aproximadamente el 33% de la anchura del álabe de bombeo 30, aunque en otras realizaciones la altura del álabe de guía puede estar entre el 5% al 50% de dicha anchura del álabe de bombeo (distancia entre las envolventes 12, 14). Cada álabe de guía 50, 51 es de altura generalmente constante a lo largo de su longitud, aunque en otras realizaciones el álabe de guía 50, 51 puede ser afilado

en altura y también afilado en anchura.

Aún en otras realizaciones, los álabes de guía de descarga no necesitan estar ubicados generalmente de forma central entre los álabes de bombeo respectivos sobre la cara interior principal de la envolvente, pero pueden estar ubicados más cerca de uno u otro de los álabes de bombeo 30, dependiendo de las circunstancias.

- 5 Aún en otras realizaciones, los álabes de guía de descarga pueden extenderse durante una distancia más corta o más larga al paso de descarga que está mostrado en las realizaciones de las figs. 4 a 8, dependiendo del fluido o lodo que ha de ser bombeado.

- 10 Aún en otras realizaciones, puede haber más de un álabe de guía de descarga por cara principal interior de la envolvente, o en algunos casos puede no haber ningún álabe de guía de descarga sobre una de las caras principales interiores opuestas de cualquiera de las dos envolventes que definen un paso de descarga.

Aún en otras realizaciones, los álabes de guía de descarga pueden ser de una anchura en sección transversal diferente a los álabes de bombeo principales, y pueden no ser incluso necesariamente alargados, en tanto en cuanto sea conseguido el efecto deseado sobre el flujo de lodo en la descarga del impulsor.

- 15 Se cree que los álabes de guía de descarga reducirán el potencial para que los flujos de tipo vórtice de alta velocidad formen flujos bajos. Esto reduce el potencial de que las partículas se desgasten en las envolventes frontal o posterior dando como resultado por tanto cavidades de desgaste en las que los flujos de tipo vórtice podrían originarse y desarrollarse. Los álabes de guía reducirán también la mezcla de las regiones de flujo divididas en la salida intermedia del impulsor al diseño de flujo que gira ya en la voluta. Se tiene la sensación de que los álabes de guía de descarga suavizarán y reducirán la turbulencia del flujo del impulsor en la carcasa o voluta de la bomba.

- 20 Con referencia a la fig. 8 de los dibujos se ha mostrado una realización ejemplar de un impulsor 10B que comprende tanto los álabes de guía 41 y 42 de entrada como los álabes de guía 50 y 51 de descarga en combinación.

- 25 Con referencia a las figs. 9 a 16, otro impulsor ejemplar 10C es mostrado de acuerdo con ciertas realizaciones en que el impulsor comprende una envolvente frontal 12 y una envolvente posterior 14 que tienen cada una la forma de un disco generalmente plano, teniendo cada disco una cara interior principal 13, 15 respectiva, una cara exterior 21, 22 respectiva y un borde periférico exterior 16, 17 respectivo. Un cubo 11 se extiende desde una cara exterior de la envolvente posterior 14, estando el cubo 11 conectado operativamente a un árbol de transmisión (no mostrado) para provocar la rotación del impulsor alrededor de su eje central X-X. Las figs. 9 y 10 ilustran la posición del impulsor con el componente 60 de entrada de la bomba.

- 30 Una entrada 18 del impulsor está prevista en la envolvente frontal 12, siendo la entrada coaxial con el eje central X-X que es el eje de rotación del impulsor en uso. Cuatro álabes de bombeo 30 se extienden entre las caras interiores principales 13, 15 opuestas de las envolventes 12, 14 y están espaciadas incluso alrededor de las caras principales de dichas envolventes 12, 14. Como se ha mostrado en la fig. 16 cada álabe de bombeo 30 es generalmente arqueado en sección transversal e incluye, un borde anterior interior 32 y un borde posterior exterior 34 y caras laterales 35 y 36 opuestas. Los pasos de descarga 19 están previstos entre los álabes de bombeo 30 adyacentes a través de los cuales pasa material desde la entrada del impulsor 18. Como con las realizaciones previamente descritas, cada paso 19 tiene una región de entrada 24 y una región de descarga 25 ubicada en el borde periférico exterior 16, 17 de las envolventes 12, 14 a partir de las cuales pasa el lodo a la descarga de la bomba. La región de descarga 25 puede ser más amplia que la región de entrada 24 de manera que el paso 19 tiene generalmente forma de V. Los números de referencia que identifican las distintas características descritas antes han sido indicados solamente sobre uno de los álabes 30 por motivos de claridad.

- 35 En esta ilustración ejemplar particular, el impulsor 10C no tiene álabes de guía de entrada pero tiene una pluralidad de álabes de guía 51 de descarga. Los álabes de guía 51 de descarga tienen la forma de salchicha en sección transversal y afilada en ambas extremidades. Los álabes de descarga 51 se extienden respectivamente desde la cara principal 15 de la envolvente posterior 14 y están dispuestos entre dos álabes de bombeo adyacentes 30. Los álabes de guía 51 de descarga tienen una extremidad exterior 54 respectiva, que está ubicada adyacente al borde periférico exterior de la envolvente 14. Los álabes de guía 51 de descarga tienen también una extremidad interior 56, que está ubicada en algún lugar a mitad de camino en un paso 19 respectivo. Las extremidades interiores 56, de los álabes de guía 51 de descarga están espaciadas a alguna distancia desde el eje central X-X del impulsor 10C.

- 40 Cada álabe de guía 51 de descarga no mostrado tiene una altura de aproximadamente el 33% de la anchura del álabe de bombeo 30 del impulsor, aunque en otras realizaciones la altura del álabe de guía puede estar entre el 5% al 50% de dicha anchura de álabe de guía (distancia entre las envolventes). Cada álabe de guía 51 es de altura generalmente constante a lo largo de su longitud, aunque en otras realizaciones el álabe de guía puede ser afilado en altura y también afilado en anchura. Como es aparente desde los dibujos, los álabes de guía 51 de descarga pueden tener bordes periféricos biselados.

Como se ha mostrado en las figs. 9 a 16 los álabes de guía de descarga están dispuestos dentro de cada paso 19

respectivo de modo que estén separados de una cara 35 de álabe de bombeo respectiva de la cual está más cerca en aproximadamente un grosor D1 de álabe de guía de descarga en el paso 19. El grosor D1 del álabe de guía de descarga y la distancia separada D2 desde la cara de álabe de bombeo 35 son mostradas en la fig. 9, 10 y 16, en que D1 y D2 son aproximadamente equivalentes en dimensión. En este caso los álaves del impulsor se extienden a una altura de aproximadamente el 33% de la anchura del álabe de bombeo del impulsor. El impulsor 10C corresponde con la realización descrita en la fig. 4 de esta memoria.

El impulsor 10C incluye además los álaves del impulsor o auxiliares 57, 58 sobre las caras exteriores 21, 22 respectivas de las envolventes 12, 14. Algunos de los álaves 58 sobre la envolvente posterior tienen diferentes anchuras. Como es evidente desde los dibujos, los álaves del impulsor tienen bordes biselados.

Con referencia a las figs. 17 y 18, se ha mostrado otro impulsor ejemplar 10D de acuerdo con ciertas realizaciones en que el impulsor comprende una envolvente frontal 12 y una envolvente posterior 14 que tienen cada una la forma de un disco generalmente plano, teniendo cada disco una cara interior principal 13, 15 respectiva, una cara exterior 21, 22 respectiva y un borde periférico exterior 16, 17 respectivo. Estas características son ilustradas en la fig. 17. Un cubo 11 se extiende desde una cara exterior de la envolvente posterior 14, estando el cubo 11 conectado operativamente a un árbol de transmisión (no mostrado) para provocar la rotación del impulsor alrededor de su eje central X-X. En todos los aspectos el impulsor 10D es el mismo que el impulsor 10C mostrado en las figs. 9 a 16 con la excepción de que los álaves 57 del impulsor de la envolvente frontal tienen una forma de diseño y biselado de borde diferentes, y no hay envolvente posterior presente en los álaves del impulsor.

SIMULACIÓN EXPERIMENTAL

Experimentos computacionales fueron llevados a cabo para simular el flujo en los distintos diseños de impulsor descritos aquí, utilizando el software comercial ANSYS CFX. Este software aplica métodos de Dinámica de Fluido Computacional (CFD) para resolver el campo de velocidad para el fluido que está siendo bombeado. El software es capaz de resolver muchas otras variables de interés, sin embargo la velocidad es la variable que es relevante para las figuras mostradas aquí.

Por cada experimento CFD, los resultados son procesados posteriormente utilizando el módulo correspondiente de CFX. Las figuras muestran vistas en sección transversal de cuatro planos A, B, C Y D que cortan el diseño del impulsor relevante perpendicular a su eje de rotación a la misma profundidad para cada experimento. Los vectores de velocidad se representan en estos cuatro planos para analizar como el fluido y las partículas de lodo se mueven a través del canal formado entre los álaves de bombeo del impulsor. El tamaño de estos vectores junto con su densidad de distribución indica la magnitud del parámetro de velocidad, y los diseños del vector curvado indican generalmente la presencia de vórtices.

Los vectores de velocidad son representados en estos planos para analizar cómo las partículas de fluido se mueven a través del canal formado entre los álaves de bombeo del impulsor.

Experimento 1

Como se ha mostrado en la fig. 19 (a) y 19(b) un impulsor estándar ("referencia") está mostrado que tiene una envolvente frontal y una envolvente posterior y cuatro álaves de bombeo del impulsor que se extienden entre las caras principales interiores de las envolventes. Este impulsor no tiene ningún álabe de guía de descarga dispuesto dentro de un paso respectivo, o que sobresale desde la cara principal de una de las envolventes.

La vista lateral del impulsor mostrada en las figs. 19(a) y 19(b) muestra la posición de los cuatro planos A, B, C y D que cortan el diseño del impulsor relevante perpendicular a su eje de rotación.

El plano A está colocado a una altura sobre la envolvente posterior que es menor de aproximadamente el 35% de la anchura del álabe de bombeo (donde la anchura del álabe de bombeo se define como la distancia entre las envolventes frontal y posterior del impulsor).

El plano B está colocado a una altura por encima de la envolvente posterior que es menor de aproximadamente el 50% de la anchura del álabe de bombeo.

El plano C está colocado a una altura por encima de la envolvente posterior que está ubicada a más del 50% pero menos del 65% de la anchura del álabe de bombeo (y a mitad de camino de las envolventes frontal y posterior).

El plano D está colocado a una altura por encima de la envolvente posterior que es más de aproximadamente el 65% de la anchura del álabe de bombeo.

Los resultados del Experimento 1 pueden ser vistos por referencia a los vectores de velocidad representados en las figs. 19(a) y 19(b), que son etiquetados como Plano A, Plano B, Plano C y Plano D. El tamaño de estos vectores junto con su densidad de distribución indica la magnitud del parámetro de velocidad y la presencia de vórtices. El área importante a mirar en esta es la región ubicada enfrente de la superficie de región (o cara de bombeo) de cada uno de los álaves de

bombeo, y que se extiende al paso de descarga de flujo entre los álabes de bombeo. El área relevante está indicada en cada vector de velocidad representado por la flecha pequeña.

Como puede verse en las figs. 19(a) y 19(b), si pensamos que el núcleo del vórtice, es un cuerpo cónico, su diámetro se reduce notablemente cuando nos aproximamos a la envolvente frontal (moviéndonos desde el Plano A al Plano D). Esto es la condición de operación de referencia.

Experimento 2

Como se ha mostrado en las figs. 20(a) y 20(b) está mostrado un impulsor que tiene una envolvente frontal y una envolvente posterior y cuatro álabes de bombeo del impulsor que se extienden entre las caras principales interiores de las envolventes. Los álabes de bombeo principales en los Experimentos 2 a 5 son todos idénticos a los mostrados en el Experimento 1. Este impulsor tiene álabes de guía de descarga dispuestos dentro de cada paso respectivo, sobresaliendo de la cara principal interior tanto de la envolvente frontal como de la envolvente posterior y colocados a mitad de camino a través de la anchura del paso entre dos álabes de bombeo. En este caso los álabes del impulsor se extienden a una altura de aproximadamente el 33% de la anchura del álabe de bombeo del impulsor. Este impulsor corresponde con la realización mostrada en las figs. 5, 6 y 7 de esta memoria.

La vista lateral del impulsor mostrada en las figs. 20(a) y 20(b) muestra la posición de los cuatro planos A, B, C Y D que cortan el diseño del impulsor relevante perpendicular a su eje de rotación en las mismas posiciones como se ha mostrado en el Experimento 1.

Los resultados del Experimento 2 pueden ser vistos por referencia a los vectores de velocidad representados en las figs. 20(a) y 20(b), que son etiquetados como Plano A, Plano B, Plano C y Plano D. El tamaño de estos vectores junto con su densidad de distribución indica la magnitud del parámetro de velocidad y la presencia de vórtices. El área importante a mirar es la región ubicada enfrente de la superficie de presión (o cara de bombeo) de cada uno de los álabes de bombeo, que se extiende al paso de descarga de flujo entre los álabes de bombeo. El área relevante está indicada en cada vector de velocidad representada por la flecha pequeña.

Como puede ser visto en las figs. 20(a) y 20(b), si pensamos en el núcleo del vórtice como un cuerpo cónico, los álabes de guía de descarga en las posiciones mostradas se esperaba que actuaran en cierto grado sobre el núcleo del vórtice para confinar su separación de la cara de bombeo del álabe de bombeo, sin embargo los datos del vector de velocidad representados muestran que la acción de estos álabes de guía de descarga duales es mínima. Esto puede ser visto por comparación de los resultados de las figs. 19(a) y 19(b) con las figs. 20(a) y 20(b) respectivamente.

Experimento 3

Como se ha mostrado en la fig. 21(a) y 21(b) un impulsor está mostrado que tiene una envolvente frontal y una envolvente posterior y cuatro álabes de bombeo del impulsor que se extienden entre las caras principales interiores de las envolventes. Este impulsor tiene álabes de guía de descarga dispuestos dentro de cada paso respectivo, sobresaliendo desde la cara principal interior tanto de la envolvente frontal como de la envolvente posterior y espaciados desde un álabe de bombeo respectivo del que está más cerca en aproximadamente un grosor de álabe de guía de descarga en el paso. En este caso el álabe del impulsor se extiende a una altura aproximadamente el 33% de la anchura del álabe de bombeo del impulsor.

La vista lateral del impulsor mostrado en las figs. 21(a) y 21(b) muestra la posición de los cuatro planos A, B, C Y D que cortan el diseño del impulsor relevante perpendicular a su eje de rotación en las mismas posiciones como se ha mostrado en el Experimento 1.

Los resultados del Experimento 3 pueden ser vistos por referencia a los vectores de velocidad representados en las figs. 21(a) y 21(b), que son etiquetados como Plano A, Plano B, Plano C y Plano D. El tamaño de estos vectores junto con su densidad de distribución indica la magnitud del parámetro de velocidad y la presencia de los vórtices. El área importante a mirar es la región ubicada enfrente de la superficie de presión (o cara de bombeo) de cada uno de los álabes de bombeo, y que se extiende al paso de descarga de flujo entre los álabes de bombeo. El área relevante es indicada en cada vector de velocidad representado por la flecha pequeña.

Como puede ser visto en las figs. 21(a) y 21(b), el álabe de guía de descarga (o paleta) que está colocado más cerca del álabe de bombeo muestra un efecto mejorado sobre el núcleo del vórtice. Es decir, en la región de la envolvente posterior los vórtices están confinados por la presencia del álabe de guía de descarga. Sin embargo, como puede ser visto en comparación con la fig. 20(b), Plano D, hay muy poca diferencia entre la condición de los vórtices enfrente de los álabes de bombeo en este Experimento 3 cuando es comparado con el Experimento 2. Esto significa que el álabe de guía de descarga que está ubicado sobre la envolvente frontal y que está en estrecha proximidad con el álabe de bombeo solamente tiene un pequeño efecto sobre el confinamiento de los vórtices. Los inventores creen que este resultado es probablemente debido al diámetro del núcleo más pequeño del vórtice en esta ubicación de la envolvente frontal.

Experimento 4

Como se ha mostrado en la fig. 22(a) y 22(b) un impulsor está mostrado que tiene una envolvente frontal y una envolvente posterior y cuatro álabes de bombeo del impulsor que se extienden entre las caras principales interiores de las envolventes. Este impulsor tiene álabes de guía de descarga dispuestos dentro de cada paso respectivo, sobresaliendo desde la cara principal interior de la envolvente posterior solamente y espaciados desde un álabe de bombeo respectivo del que está más cerca en aproximadamente un grosor de álabe de guía de descarga en el paso. En este caso los álabes del impulsor se extienden en una altura de aproximadamente el 33% de la anchura del álabe de bombeo del impulsor. Este impulsor corresponde con la realización mostrada en las figs. 9 a 16 de esta memoria.

La vista lateral del impulsor mostrado en las figs. 22(a) y 22(b) muestra la posición de los cuatro planos A, B, C y D que cortan el diseño del impulsor relevante perpendicular a su eje de rotación en las mismas posiciones como se ha mostrado en el Experimento 1.

El resultado del Experimento 4 puede ser visto por referencia a los vectores de velocidad representados en las figs. 22(a) y 22(b), que son etiquetados como Plano A, Plano B, Plano C y Plano D. El tamaño de estos vectores junto con su densidad de distribución indica la magnitud del parámetro de velocidad y la presencia de los vórtices. El área importante a mirar es la región ubicada en la parte frontal de la superficie de presión (o cara de bombeo) de cada uno de los álabes de bombeo, y que se extiende al paso de descarga de flujo entre los álabes de bombeo. El área relevante es indicada en cada vector de velocidad representada por la flecha pequeña.

Como puede ser visto en las figs. 22(a) y 22(b), hay muy poca diferencia entre la condición de los vórtices en la parte frontal de los álabes de bombeo en el Experimento 4 cuando es comparado con el Experimento 3. Esto significa que los álabes de guía de descarga sobre la envolvente frontal en el Experimento 3 tienen muy poco o ningún efecto sobre el confinamiento de los vórtices. El Experimento 4 parecería por tanto para ser la disposición de diseño óptimo que minimiza la complejidad del diseño del impulsor mientras que maximiza aún el efecto de confinamiento sobre los vórtices.

Experimento 5

Como se ha mostrado en la fig. 23(a) y 23(b) un impulsor está mostrado que tiene una envolvente frontal y una envolvente posterior y cuatro álabes de bombeo del impulsor que se extienden entre las caras principales interiores de las envolventes. Este impulsor tiene álabes de guía de descarga dispuestos dentro de cada paso respectivo, sobresaliendo desde la cara principal interior de la envolvente posterior solamente espaciada desde un álabe de bombeo respectivo del que está más cerca en aproximadamente un grosor de álabe de guía de descarga en el paso. En este caso los álabes del impulsor se extienden a una altura de aproximadamente 50% de la anchura del álabe de bombeo del impulsor.

La vista lateral del impulsor mostrada en las figs. 23(a) y 23(b) muestra la posición de los cuatro planos A, B, C y D que cortan el diseño del impulsor relevante perpendicular a su eje de rotación en las mismas posiciones que se ha mostrado en el Experimento 1.

El resultado del Experimento 5 puede ser visto por referencia a los vectores de velocidad representados en las figs. 23(a) y 23(b), que son etiquetados como Plano A, Plano B, Plano C y Plano D. El tamaño de estos vectores junto con su densidad de distribución indica la magnitud del parámetro de velocidad y la presencia de los vórtices. El área importante a mirar es la región ubicada enfrente de la superficie de presión (o cara de bombeo) de cada uno de los álabes de bombeo, y que se extiende al paso de descarga de flujo entre los álabes de bombeo. El área relevante es indicada en cada vector de velocidad representado por la flecha pequeña.

Como puede ser visto en las figs. 23(a) y 23(b), los álabes de guía de envolvente posterior extendidos actúan sobre el vórtice como se ha mostrado en los Planos A y B, y se esperaba que confinaran su separación desde la cara de bombeo del álabe de bombeo. Sin embargo, los datos del vector de velocidad representados muestran que la acción de álabes de guía de altura incrementada es mínima sobre el núcleo del vórtice cuando es comparada con los resultados mostrados en una posición equivalente en el Experimento 4. Esto puede ser visto por comparación con las figs. 22(a) y 22(b). Sin embargo los inventores descubrieron que la presencia de un álabe de guía mayor realmente reducía la eficiencia de la combinación impulsor/bomba, lo que significa que este diseño es sub-óptimo.

Los inventores creen que tanto los álabes de guía de entrada como de descarga mejorarán el rendimiento reduciendo la turbulencia dentro del flujo principal y ayudarán también a reducir la cantidad de recirculación, especialmente cuando el álabe de guía de descarga está más cerca de la cara lateral de presión o bombeo del álabe de bombeo adyacente más cercano. Estos efectos reducirán las pérdidas de energía dentro del impulsor de la bomba y mejoran por tanto el rendimiento total de la bomba en términos de carga de presión y eficiencia de una bomba para lodo sobre un rango de flujo más amplio a partir de flujos de bajos a altos. El rendimiento mejorado sobre un amplio rango de flujos proporcionará también menos desgaste total dentro de la bomba mejorando por tanto la vida operativa útil de la bomba para lodo.

Los materiales utilizados para los impulsores descritos aquí pueden ser seleccionados a partir de materiales que son adecuados para dar forma, conformar o ajustar como se ha descrito, incluyendo metales pesados que son de elevado contenido en cromo o metales que han sido tratados (por ejemplo, templados) de tal modo que incluya una microestructura de metal endurecido. Los impulsores podrían ser fabricados también de materiales resistentes tales

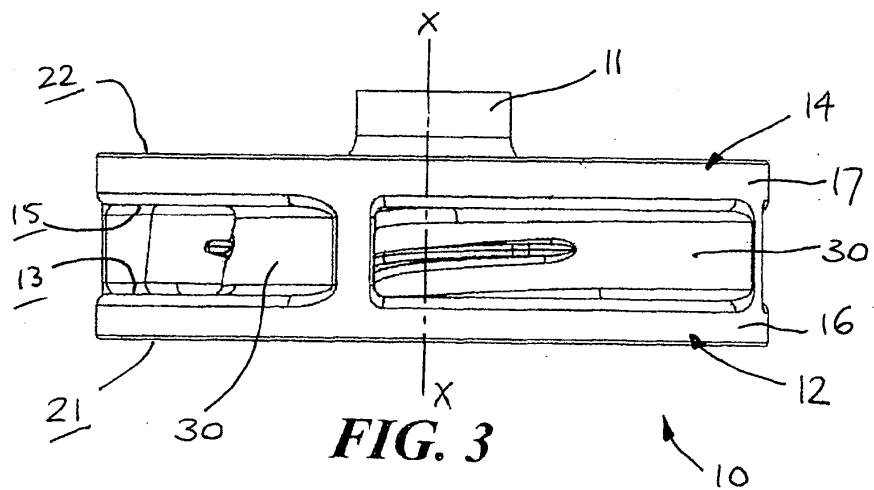
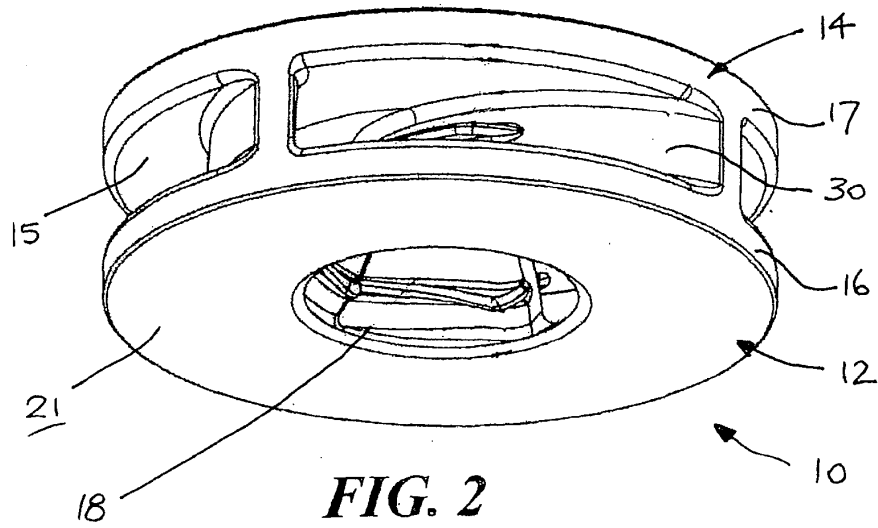
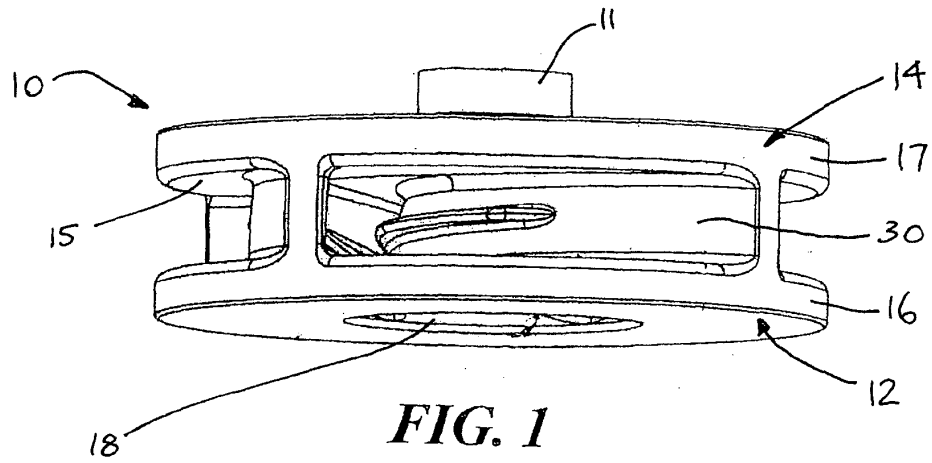
como materiales cerámicos, incluso hechos de material de goma dura.

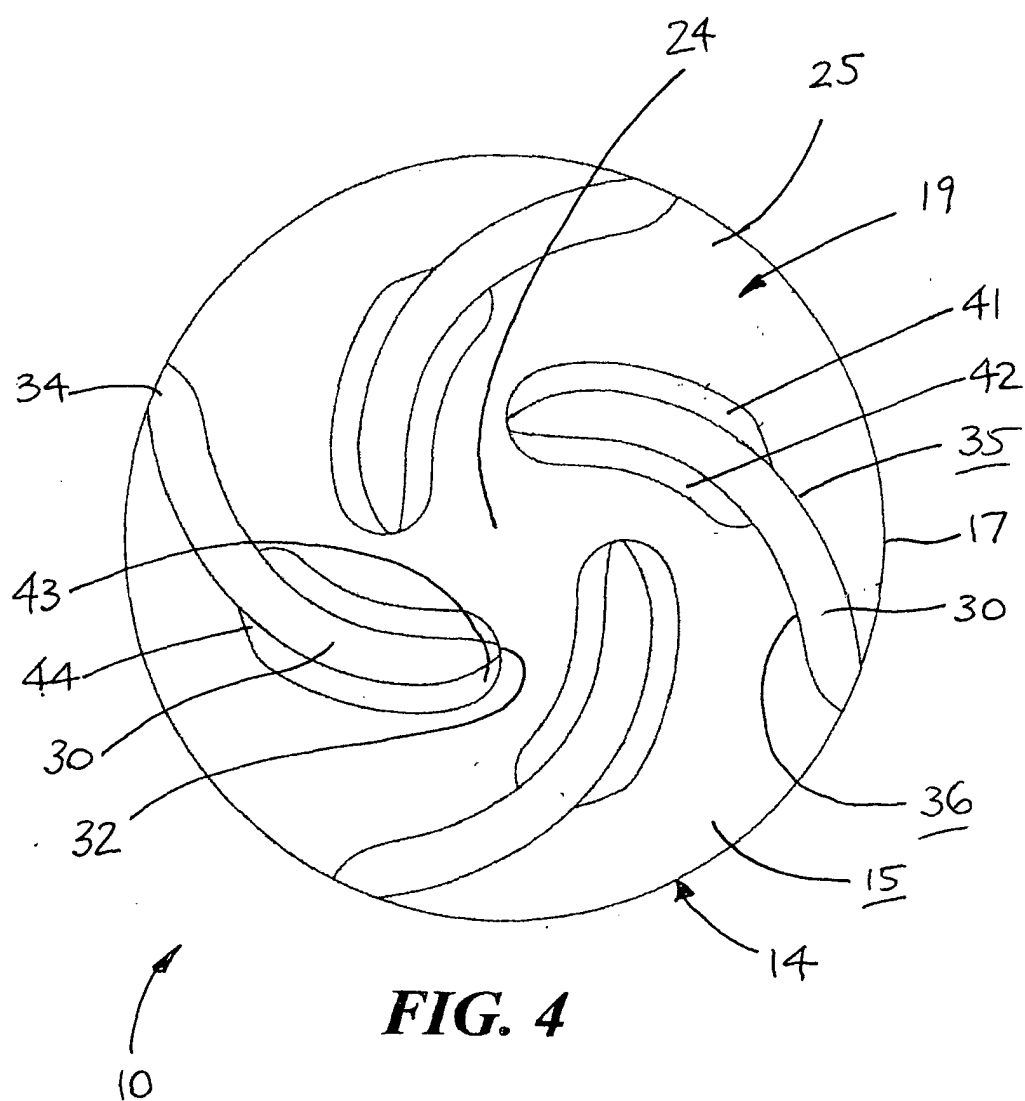
- 5 Cualquiera de las reivindicaciones del impulsor descrito en este documento encuentran uso en una bomba centrífuga para lodo del tipo en voluta. Tales bombas que comprende normalmente una carcasa de bomba que tiene una región de entrada y una región de descarga, y el impulsor es colocado dentro de la carcasa de la bomba y es hecho girar en ella por un árbol de transmisión motorizado que está conectado de manera axial al impulsor. Como el impulsor es normalmente una parte que se desgasta, a continuación periódicamente la carcasa de la bomba es abierta y el impulsor desgastado es retirado y descartado y es reemplazado por un impulsor sin desgastar que puede ser del tipo descrito aquí. El impulsor desgastado puede ser de un diseño diferente al nuevo impulsor sin desgastar, el impulsor sin desgastar es intercambiable con el espacio dentro de la carcasa de la bomba y la conexión axial al árbol de transmisión.
- 10 En algunas realizaciones el impulsor es un producto colado hecho de metal fundido solidificado. Este proceso de colada implica verter el metal fundido en un molde y permitir que el metal se enfríe y se solidifique para formar la forma del impulsor requerida. La complejidad del proceso de colada depende en cierta medida de la forma y configuración del molde del impulsor, necesitando en algunos casos técnicas especiales para introducir el metal fundido y separar el producto colado del molde.
- 15 En algunas realizaciones del impulsor es posible retirar y actualizar un álabe de guía de entrada o descarga desgastado desde su posición sobre el álabe de bombeo respectivo o envolvente después de un periodo de uso o, por ejemplo, si uno de los álabes se ha roto durante el uso. Dependiendo del material de fabricación, el impulsor puede ser reparado soldando, pegando o de alguna otra forma de fijación mecánica del álabe de guía de reemplazo.
- 20 La referencia en esta memoria a cualquier publicación anterior (o información derivada de ella), o a cualquier asunto que es conocido, no es, y no debería ser tomada como un reconocimiento o admisión o cualquier forma de sugerencia que la publicación anterior (o información derivada de ella) u objeto conocido forma parte del conocimiento general común en el campo de intento al cual se refiere esta memoria.
- 25 A lo largo de esta memoria y de las reivindicaciones siguientes, a menos que el contexto requiera lo contrario, la palabra "comprender", y variaciones tales como "comprende" o "comprendiendo", serán entendidas como que implican la inclusión de un número entero u operación o grupo de números enteros u operaciones establecidos pero no la exclusión de cualquier otro número entero u operación o grupo de números enteros u operaciones.
- 30 En la descripción anterior de las realizaciones preferidas, se ha recurrido a la terminología específica con propósitos de claridad. Sin embargo, el invento no pretende estar limitado a los términos específicos así seleccionados, y ha de entenderse que cada término específico incluye todos los equivalentes técnicos que funcionan de una manera similar para conseguir un propósito técnico similar. Los términos tales como "frontal", "posterior" y similares son utilizados como palabras de conveniencia para proporcionar puntos de referencia y no han de ser construidos como términos limitativos.

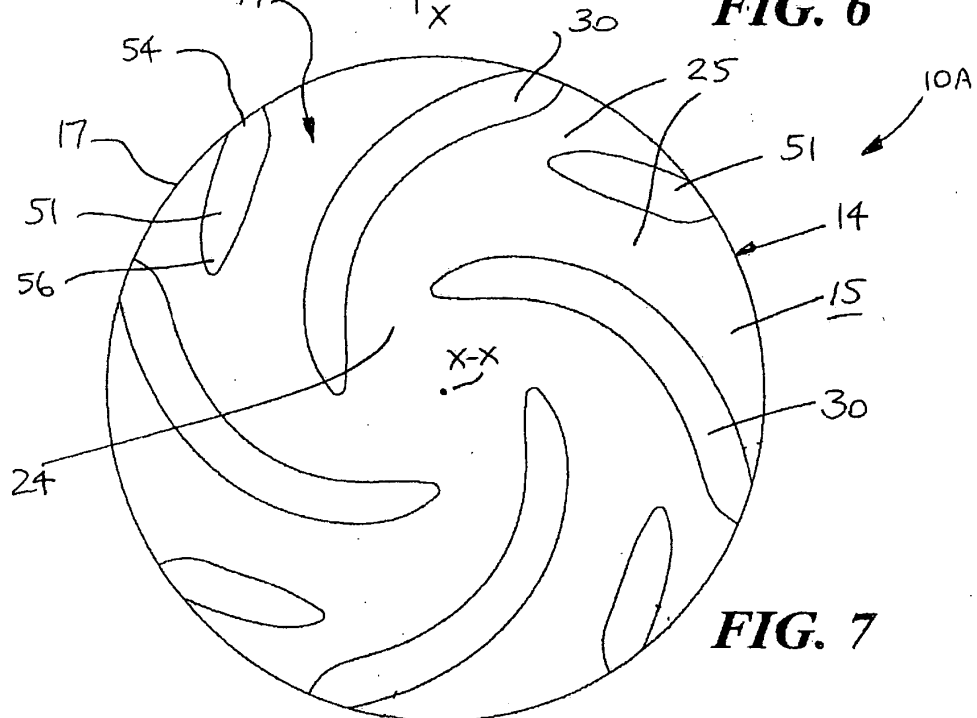
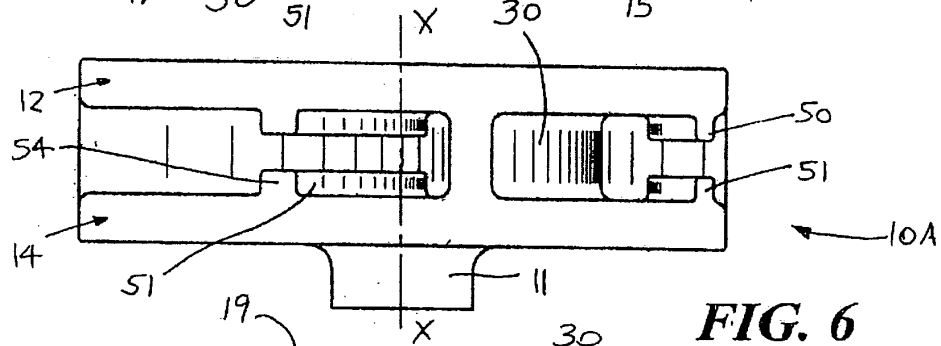
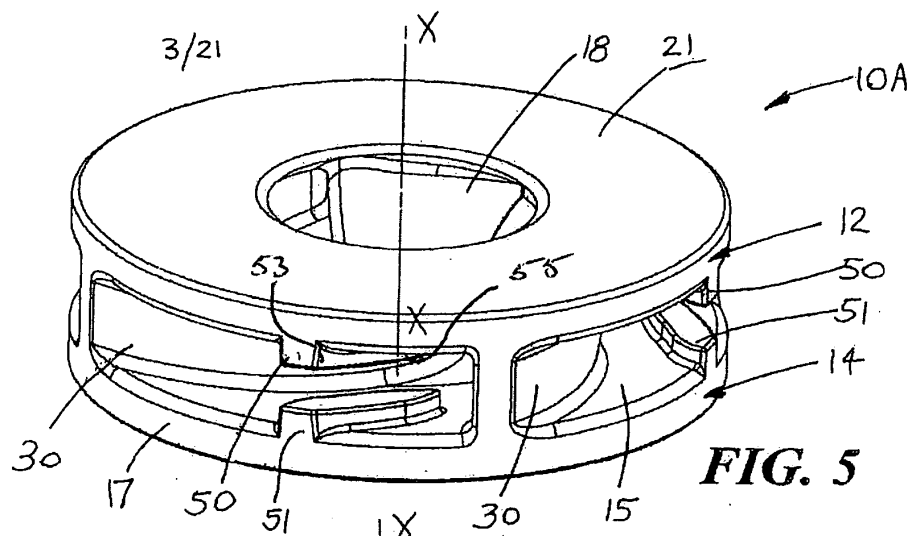
REIVINDICACIONES

1. Un impulsor (10) de bomba para lodo que incluye una envolvente frontal (12) y una envolvente posterior (14) teniendo cada una de ellas una cara principal interior (13, 15) con un borde periférico exterior (16, 17) y un eje central (X-X), una pluralidad de álabes de bombeo (30) que se extienden entre las caras principales interiores (13, 15) de las envolventes (12, 14), estando dispuestos los álabes de bombeo (30) en relación separada, incluyendo cada álabe de bombeo (30) caras laterales principales (35, 36) opuestas una de las cuales es una cara lateral de bombeo o presión (35), un borde anterior en la región del eje central X-X y un borde posterior en la región de los bordes periféricos exteriores (16, 17) de las envolventes (12, 14) con un paso (19) entre los álabes de bombeo adyacentes (30) y teniendo cada paso (19) asociado con él un álabe de guía (50, 51) de descarga, caracterizado por que cada álabe de guía de descarga está dispuesto dentro de un paso (19) respectivo y ubicado más cerca de la cara lateral (35) de bombeo o presión del álabe de bombeo adyacente (30) más cercana y sobresale desde la cara principal interior (13, 15) de al menos una o cada una de las envolventes (12, 14).
2. Un impulsor de bomba para lodo según la reivindicación 1, en que cada álabe de guía (50, 51) de descarga tiene una extremidad exterior adyacente al borde periférico (16, 17) de una de las envolventes (12, 14), extendiéndose el álabe de descarga (50, 51) hacia dentro y terminando en una extremidad interior que está entre el eje central X-X y el borde periférico (16, 17) de las envolventes (12, 14) con la que está asociado.
3. Un impulsor de bomba para lodo según la reivindicación 2, en que cada álabe de guía (50, 51) de descarga es de longitud más corta que el álabe de bombeo adyacente (30) de tal manera que el álabe de guía de descarga en uso no obstruye el flujo libre de material a través del paso (19).
4. Un impulsor de bomba para lodo según la reivindicación 3, en que la longitud de cada álabe de guía (50, 51) de descarga es aproximadamente una tercera parte o menos de la longitud del álabe de bombeo adyacente (30).
5. Un impulsor de bomba para lodo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que cada uno de dicho álabe de guía de descarga (51) sobresale de la cara principal interior (15) de la envolvente posterior (14).
6. Un impulsor de bomba para lodo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que cada uno de dicho álabe de guía (50, 51) de descarga tiene una altura que va desde el 5 al 50 por ciento de la anchura del álabe de bombeo.
7. Un impulsor de bomba para lodo según la reivindicación 6, en que cada uno de dicho álabe de guía de descarga tiene una altura que va desde el 20 al 40 por ciento de la anchura del álabe de bombeo.
8. Un impulsor de bomba para lodo según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en que cada uno de dicho álabe de guía de descarga tiene una altura de aproximadamente el 30 al 35 por ciento de la anchura del álabe de bombeo.
9. Un impulsor de bomba para lodo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que para al menos algo de su longitud de cada álabe de guía (50, 51) de descarga está espaciado de un álabe de bombeo (30) respectivo del que está más cerca en una distancia que es aproximadamente igual al grosor máximo del álabe de guía de descarga.
10. Un impulsor de bomba para lodo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que cada álabe de guía (50, 51) de descarga es de una altura afilada.
11. Un impulsor de bomba para lodo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que cada álabe de guía (50, 51) de descarga es de una anchura afilada.
12. Un impulsor de bomba para lodo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que uno o más de los pasos (19) tiene asociado con él uno o más de los álabes de guía (41, 42) de entrada, extendiéndose el o cada álabe de guía de entrada a lo largo de una cara lateral del álabe de bombeo y terminando en una extremidad que está entre los bordes anterior y posterior del álabe de bombeo con el que está asociado.
13. Un impulsor de bomba para lodo según la reivindicación 12 en el que cada álabe de guía (41, 42) de entrada es un saliente desde la cara principal del álabe de bombeo con el que está asociado y que se extiende a un paso respectivo.
14. Un impulsor de bomba para lodo según la reivindicación 12 o 13 en que el o cada álabe de guía (41, 42) de entrada es de una longitud mayor que su anchura y altura.
15. Un impulsor de bomba para lodo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye además álabes auxiliares (57) sobre una capa exterior de una o más de las envolventes.
16. Un impulsor de bomba para lodo según la reivindicación 15 en que dichos álabes auxiliares (57) tienen porciones de borde biselado.
17. Un impulsor de bomba para lodo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en que el impulsor no tiene más de cinco álabes de bombeo (30).

18. Un impulsor de bomba para lodo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en que el álabe de guía (50, 51) de descarga se extiende desde una cara principal interior (13, 15) y termina cerca de otra cara principal (13, 15).







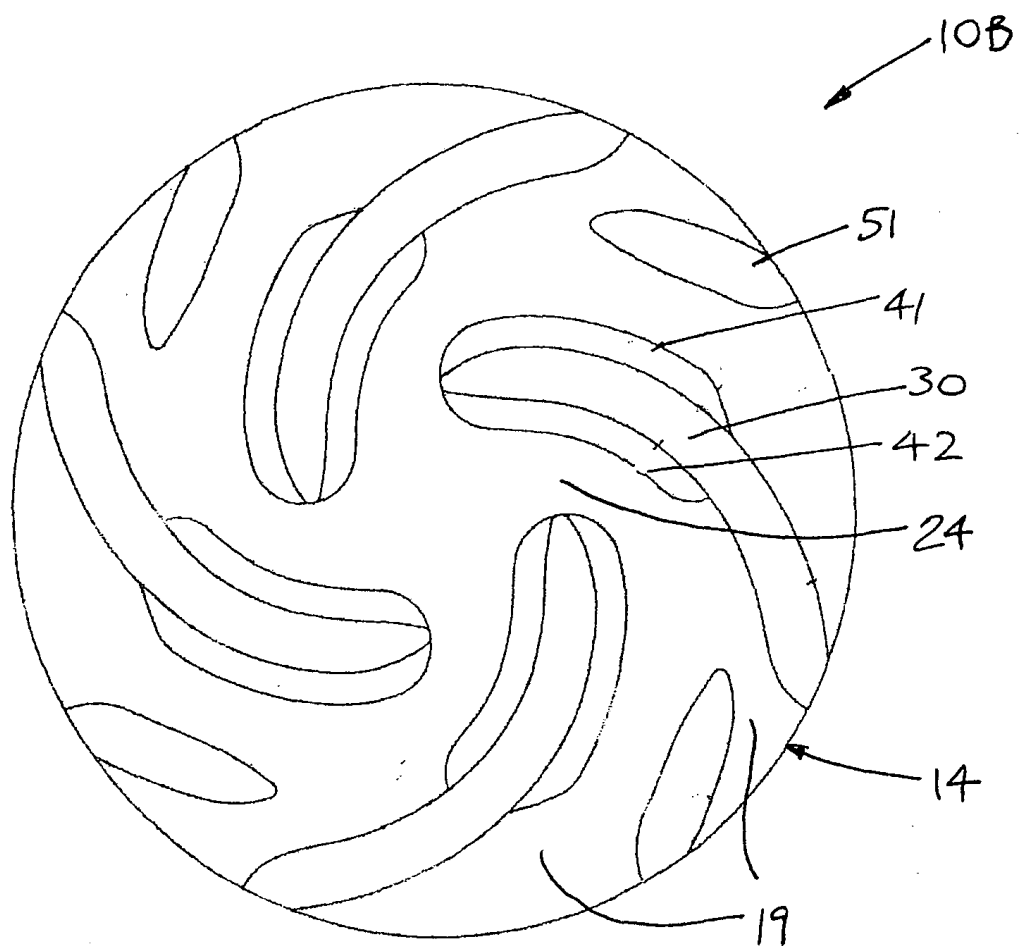


FIG. 8

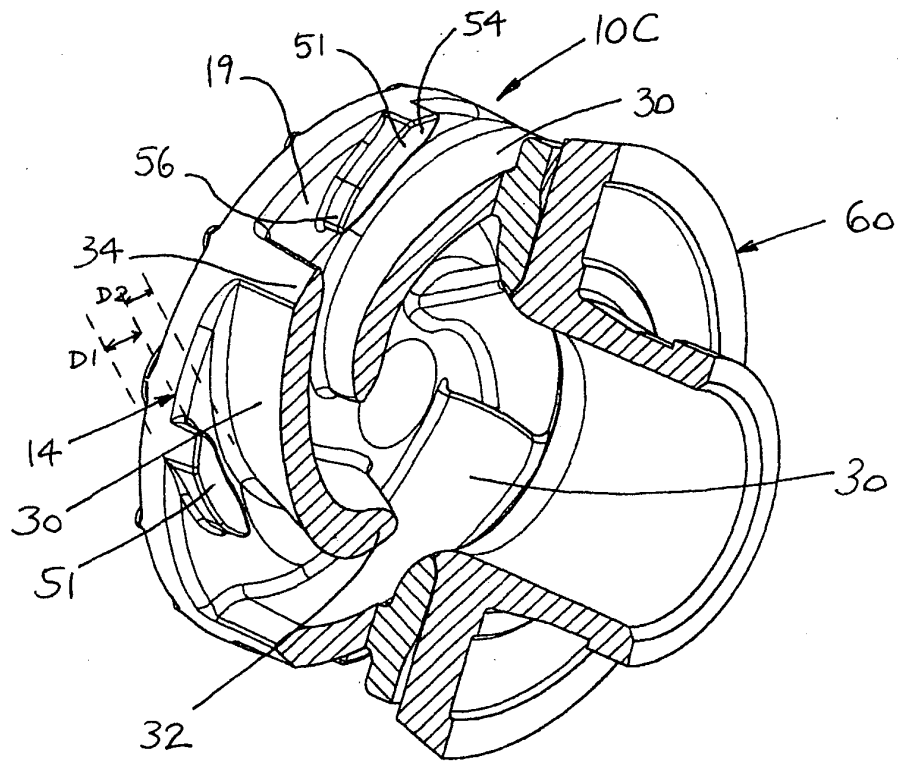


FIG. 9

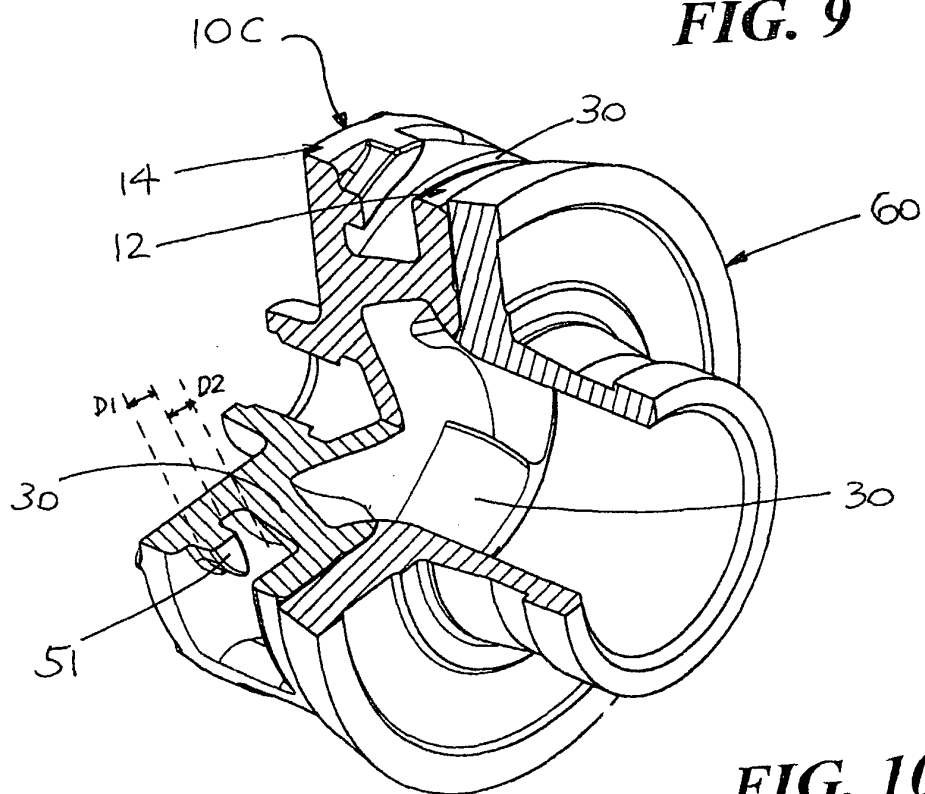
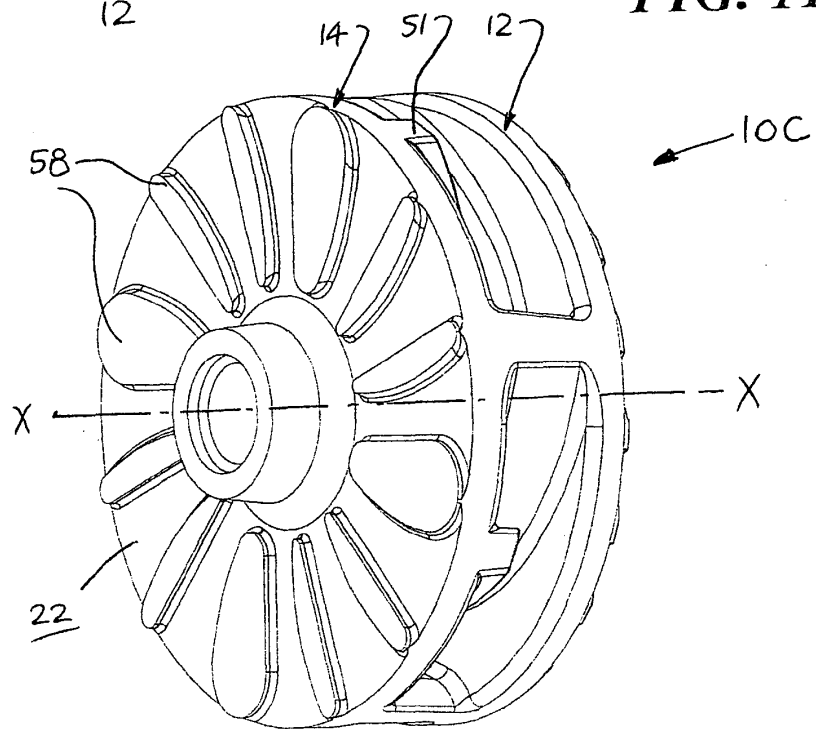
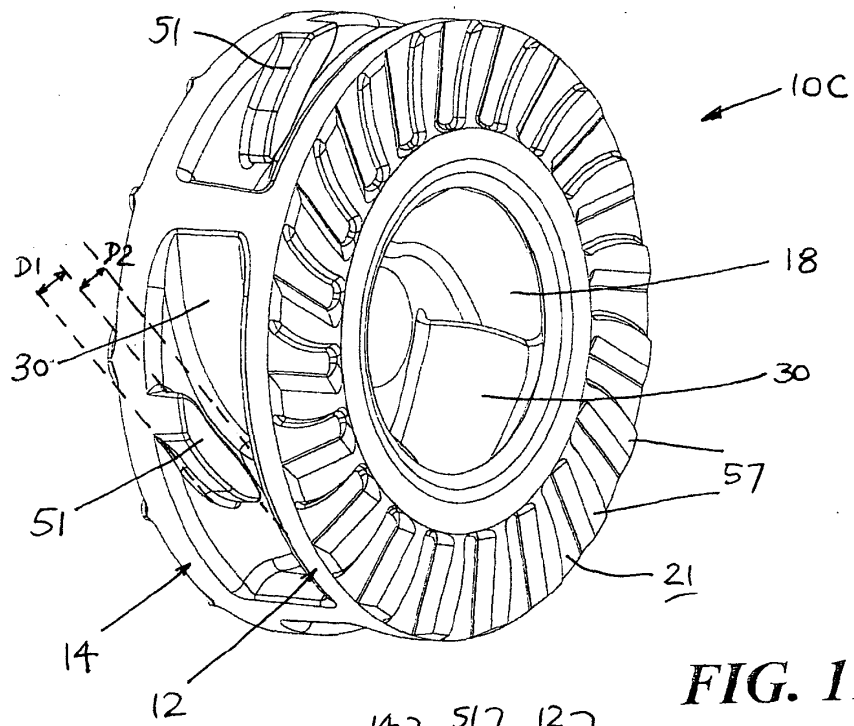
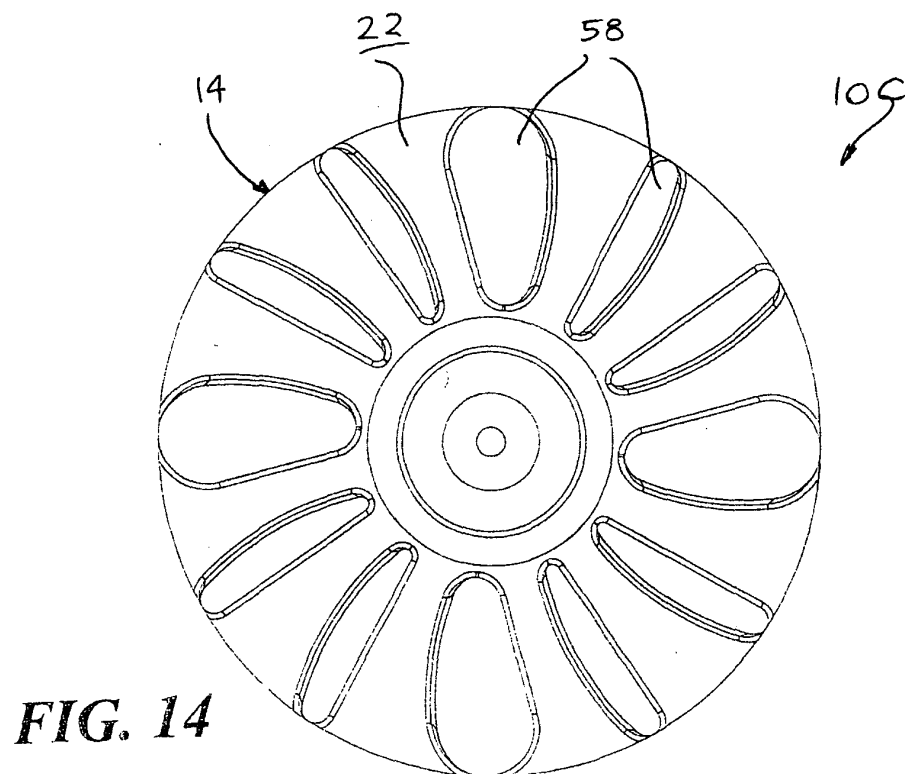
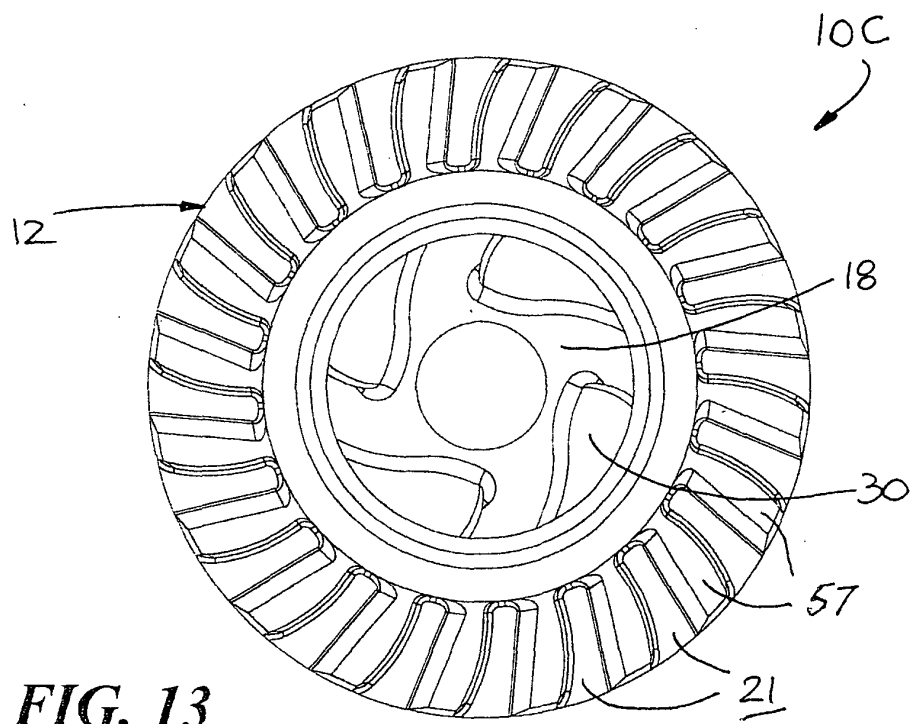
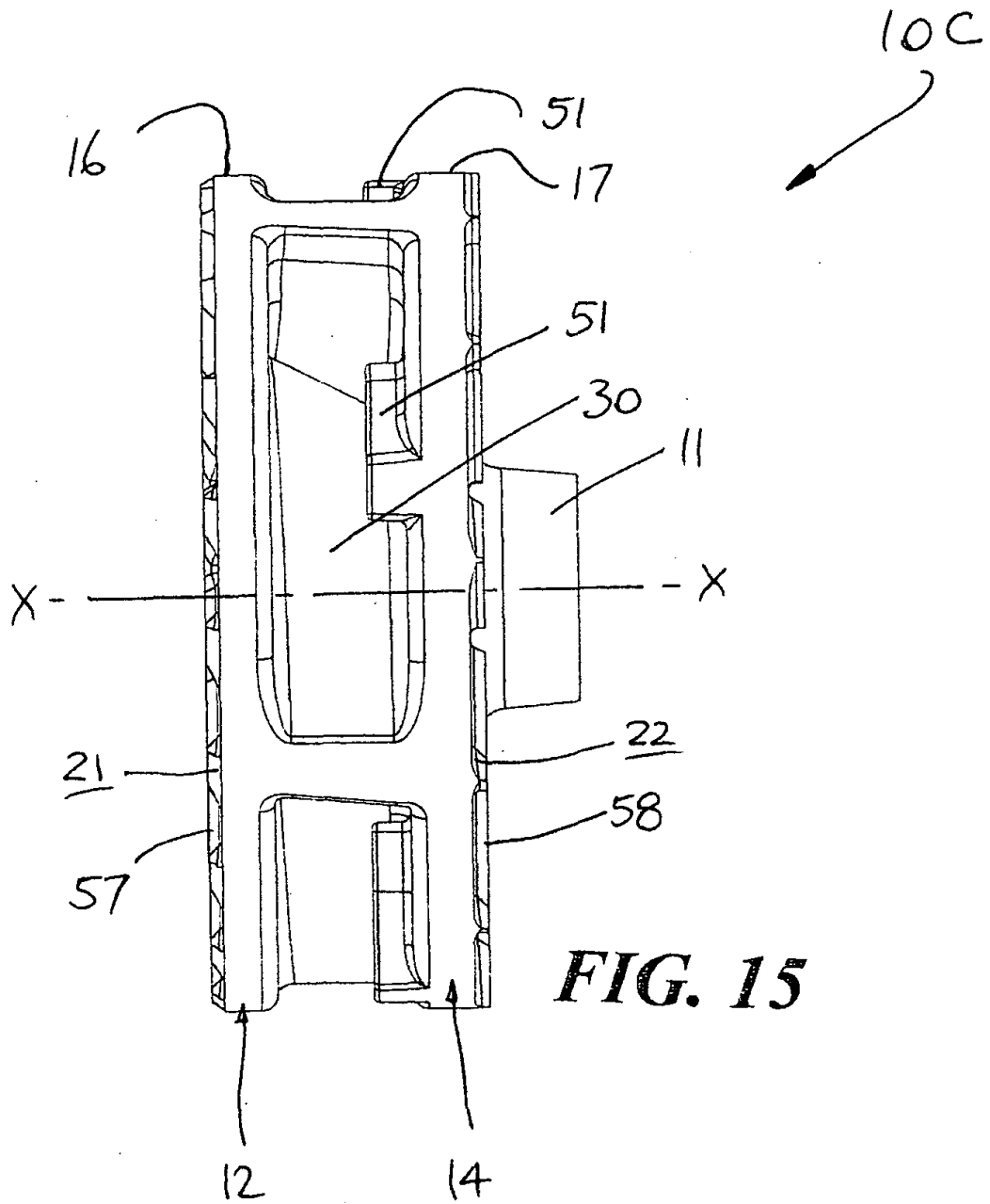


FIG. 10







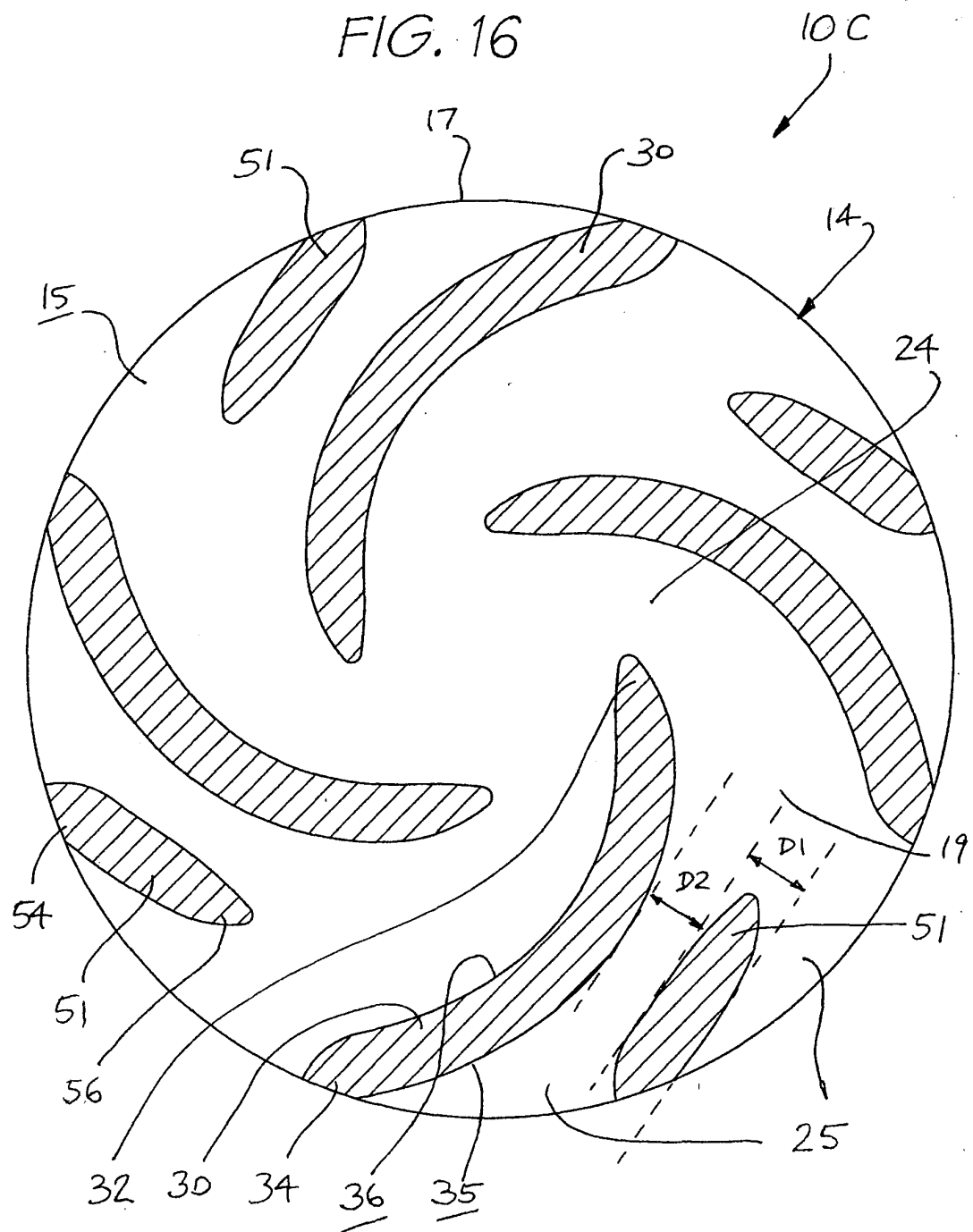
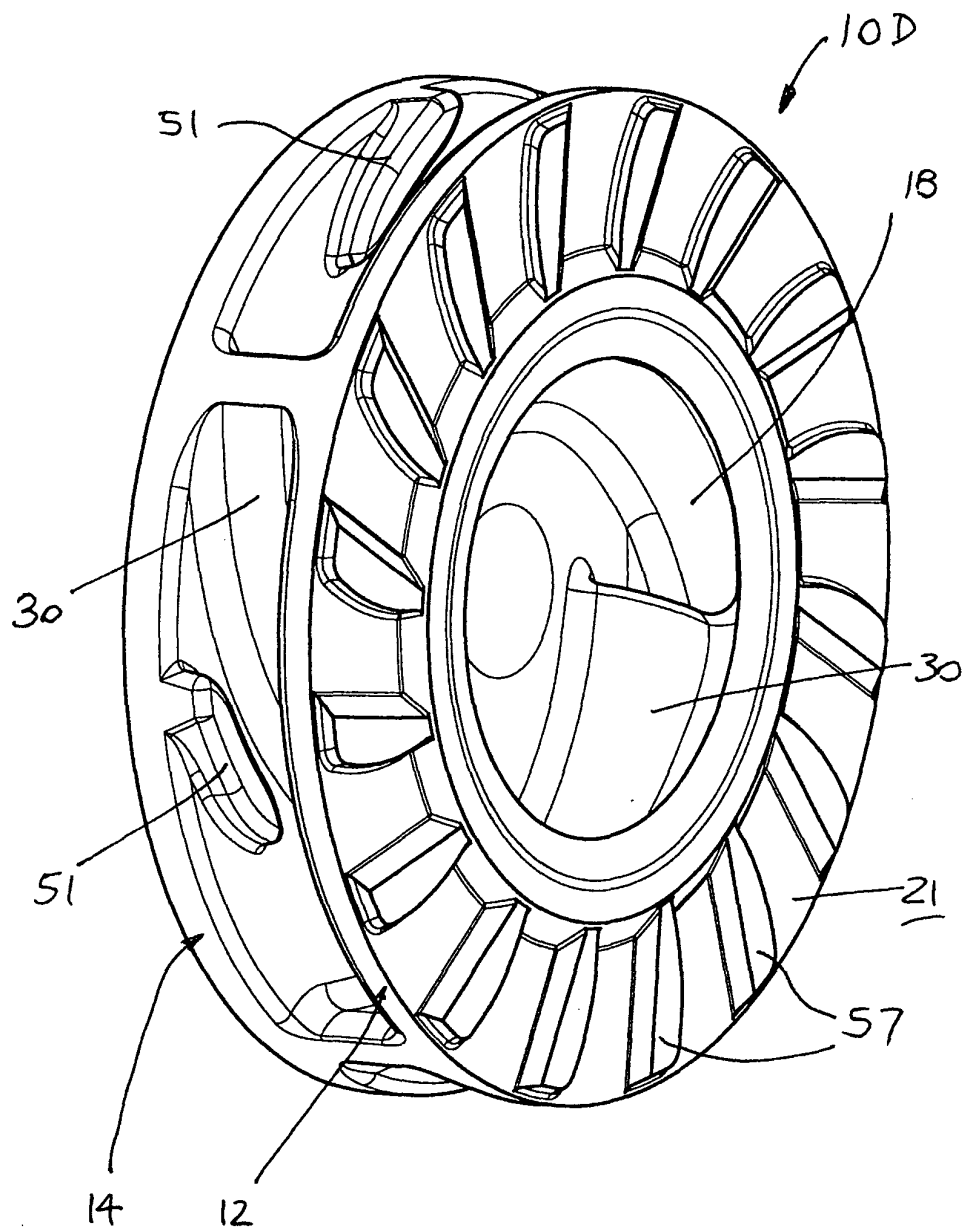


FIG. 17



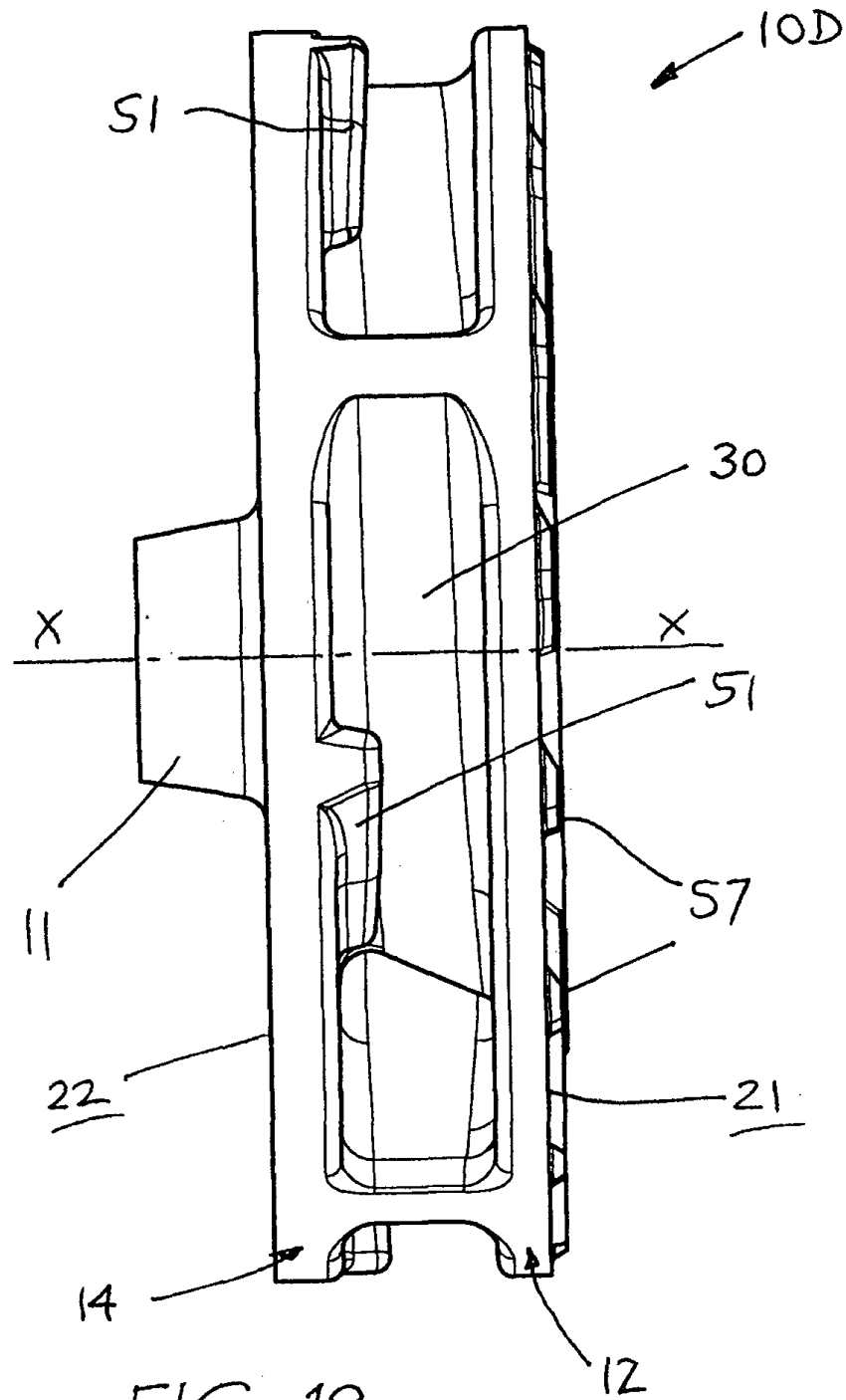
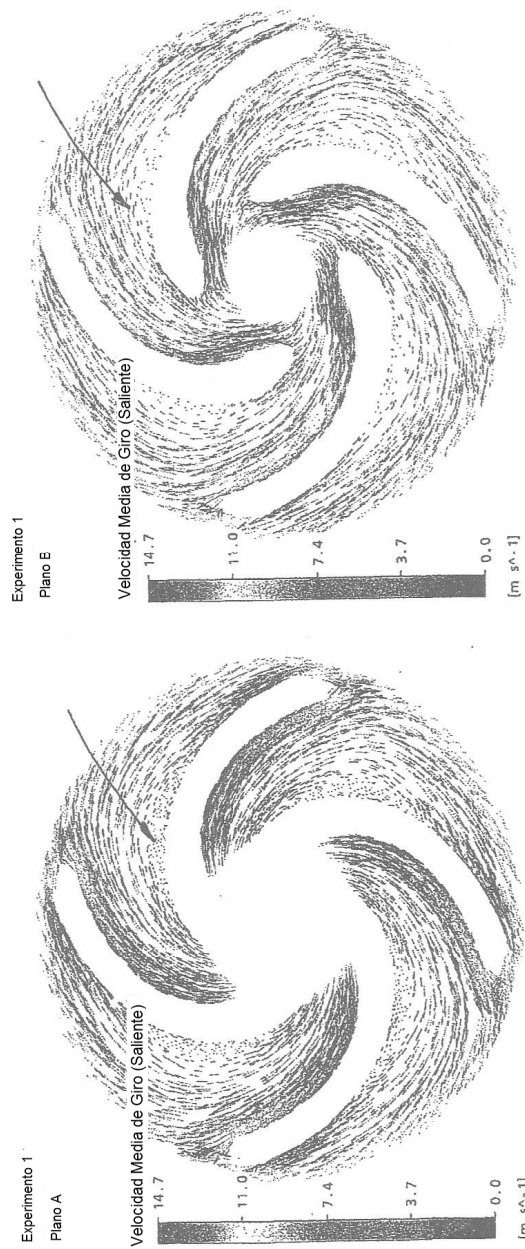
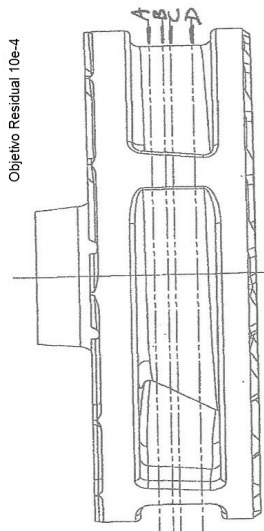


FIG. 18



Rotor Transitorio
Objetivo Residual 10e-4



Rotor Transitorio
Objetivo Residual 10e-4

FIG.19A

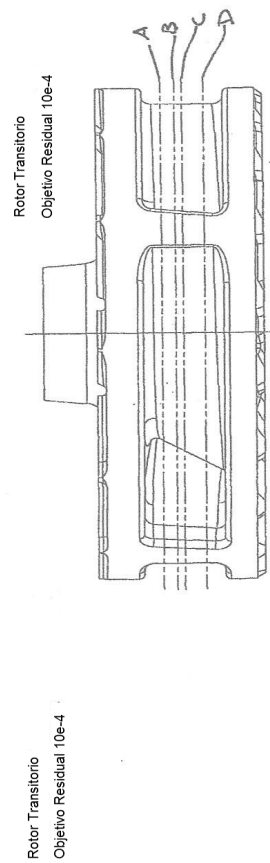
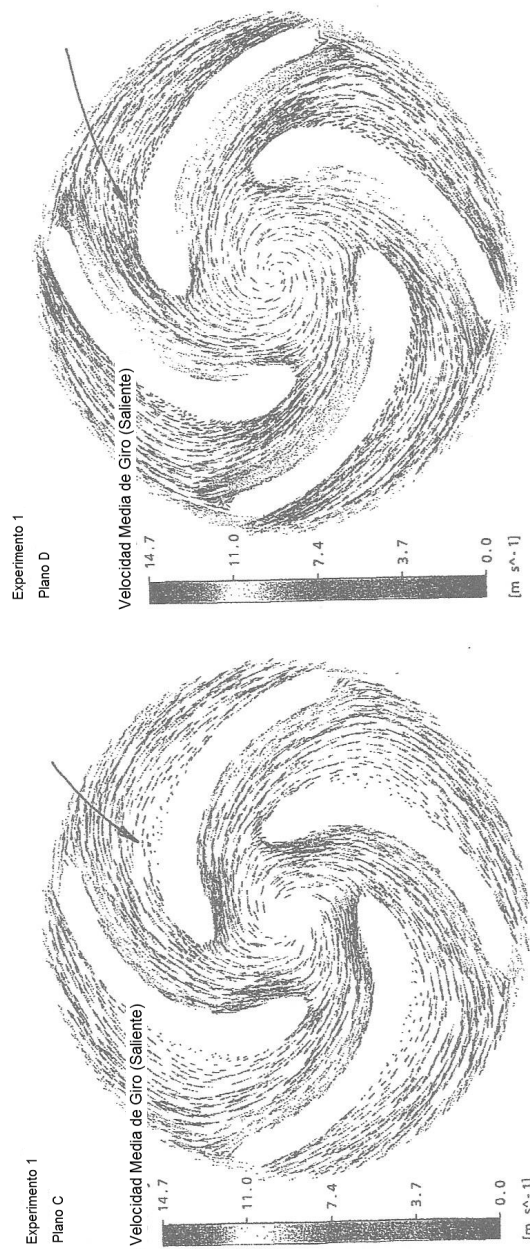
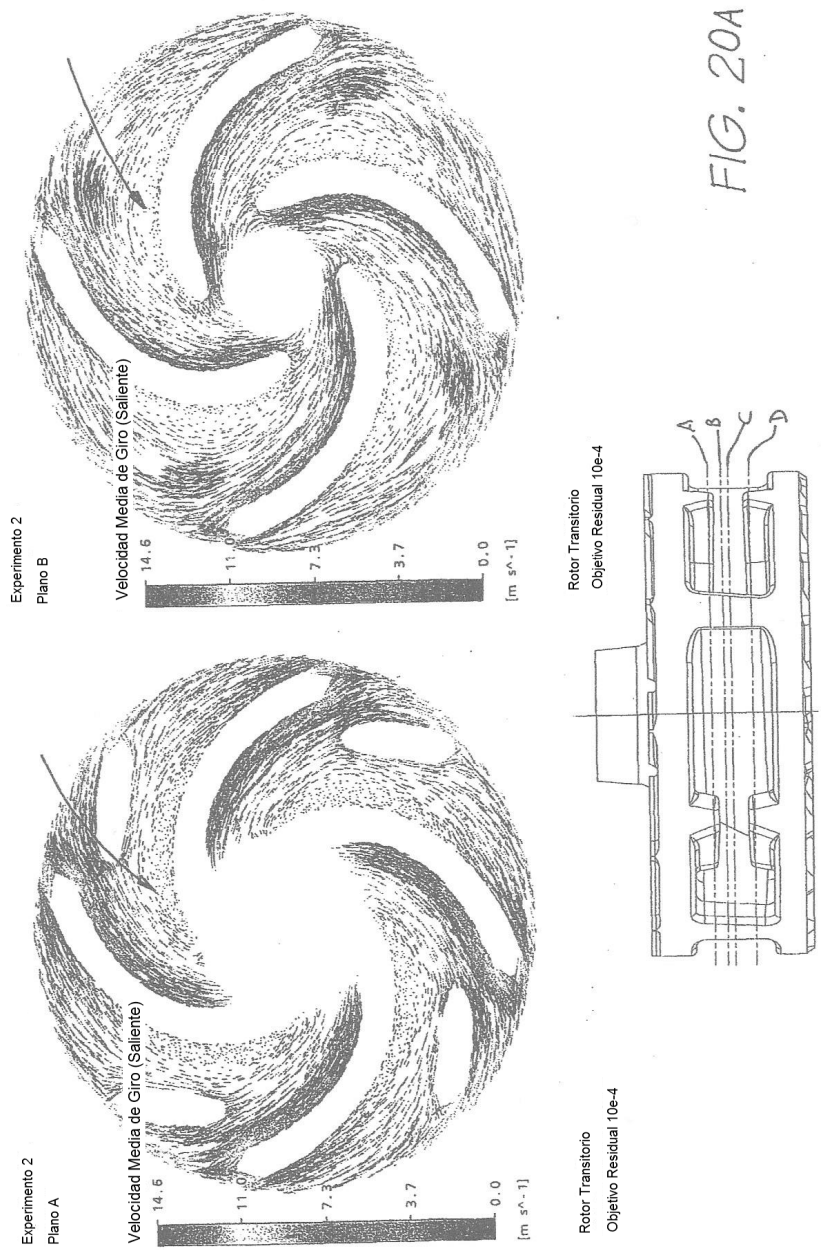
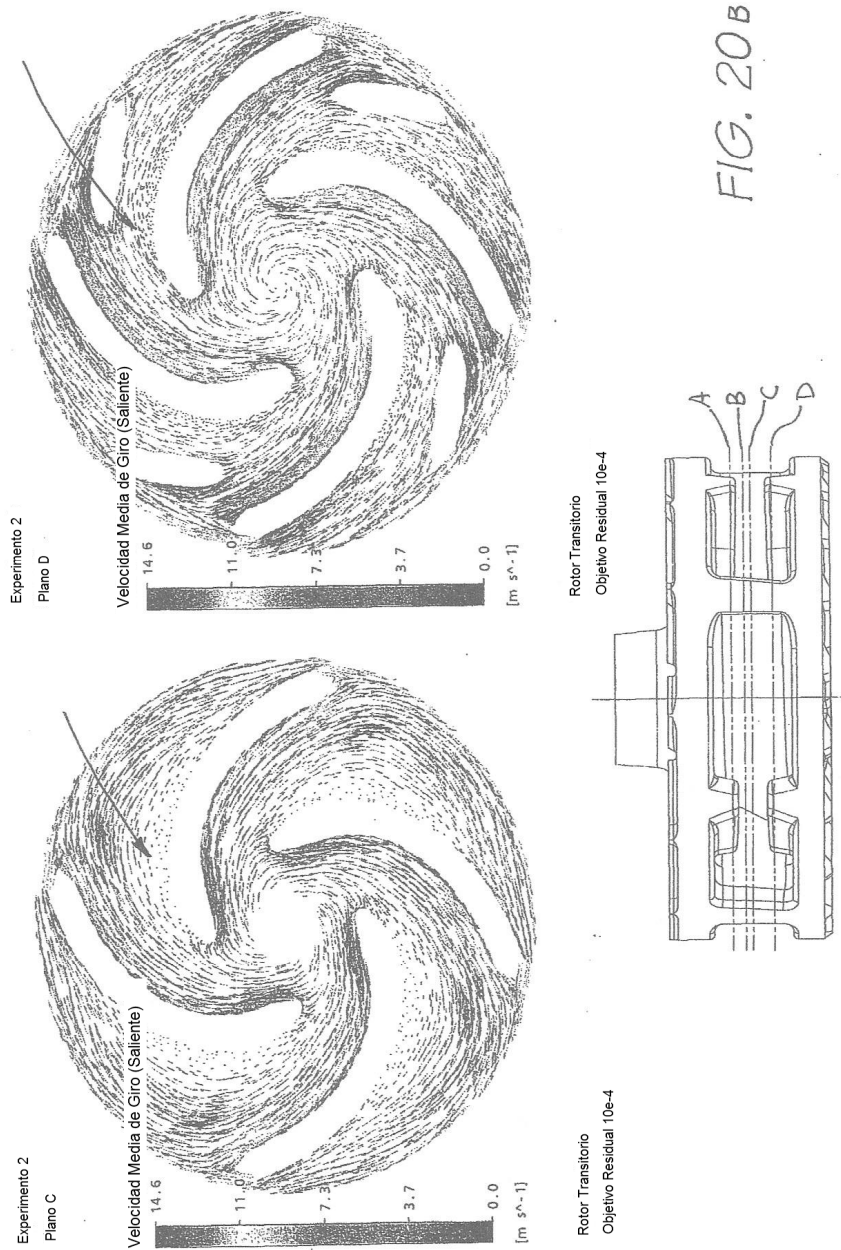


FIG.19B





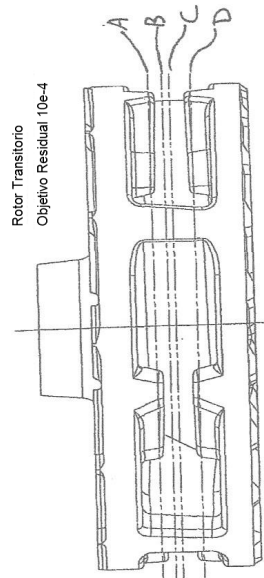
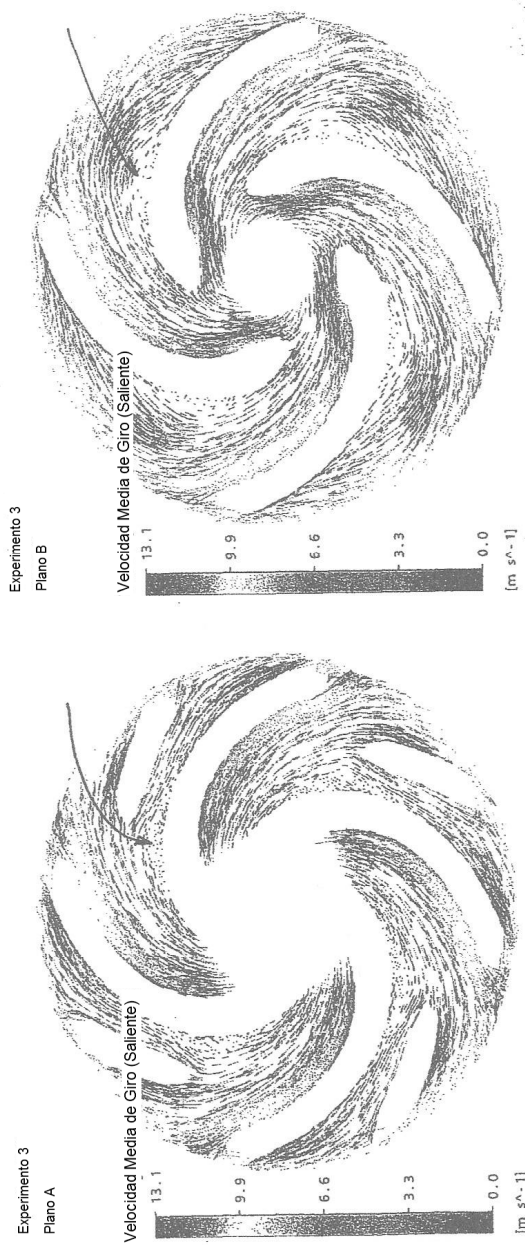


FIG. 21A

