

21
290



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**PRODUCCION POR BOMBEO DE CAVIDADES
PROGRESIVAS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO PETROLERO**

P R E S E N T A

FERNANDO REYES DELGADO

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PRODUCCION POR BOMBEO DE CAVIDADES PROGRESIVAS

INDICE

	PAG
CAPITULO I	
INTRODUCCION	3
CAPITULO II	
EQUIPO DE PRODUCCION	6
II.1 DESCRIPCION DEL APAREJO DE PRODUCCION	6
II.2 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL EQUIPO	9
II.2.1 TABLERO DE CONTROL (INTERREP-MOYNO)	14
II.2.2 TABLERO DE CONTROL (JENSEN- ROTOJACK)	17
II.2.3 PAQUETE ELECTRONICO DE SOBRECARGA Y FRENO	19
II.2.4 FRENO DE GIRO INVERSO	23
II.2.5 CABEZALES IMPULSORES	26
2.5.1 LUBRICACION DEL CABEZAL IMPULSOR	28
2.5.2 AJUSTE, LUBRICACION Y CAMBIO DE ESTOPERO	42
CAPITULO III	
FUNCIONAMIENTO	42
CAPITULO IV	
DISEÑO Y APLICACION	53
IV.1 MATERIAL DE CONSTRUCCION	53
IV.2 DISEÑO Y SELECCION	54
IV.3 TABLAS DE SELECCION	59
IV.4 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA MOYNO: BOMBAS SUBSUPERFICIALES	73
IV.5 APLICACION	113

IV.6 OBSERVACIONES DEL EQUIPO EN EL CAMPO	113
CAPITULO V	
INSTALACION Y SISTEMAS DE SEGURIDAD	116
V.1 INSTALACION	116
V.1.1 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DE B. C. P.	116
V.1.2 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	119
V.1.3 POLEAS Y MASAS	120
V.1.4 INSTALACION Y OPERACION DEL FRENO	121
V.1.5 FRENO DE GIRO INVERSO	125
V.1.6 ASPECTOS IMPORTANTES	130
V.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD	131
V.3 FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACION	133
V.4 CAUSAS MAS COMUNES DE FALLA	134
V.5 DIAGNOSTICO DE FALLA	135
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES Y NOMENCLATURA	139
BIBLIOGRAFIA	142

CAPITULO I

INTRODUCCION

Las investigaciones y estudios que se realizan para la Ingeniería Petrolera tienen como objetivo primordial el desarrollo y optimización de técnicas y recursos, que traducidos a tiempo y dinero representan avances tecnológicos y ahorros económicos, siempre en busca de un mejor aprovechamiento del petróleo en su calidad de recurso no renovable.

La explotación de los hidrocarburos, ya sea por energía propia del yacimiento o por el auxilio de Sistemas Artificiales de Producción (SAP), es una tarea que ocupa a los ingenieros petroleros dedicados a la disciplina de producción. El objetivo de la Ingeniería de Producción es obtener la máxima eficiencia en la operación de pozos productores perforados en un yacimiento petrolífero; esto implica la materialización del máximo beneficio de todos y cada uno de dichos pozos.

En el pasado cuando la energía natural del yacimiento se agotaba los pozos dejaban de fluir y eran abandonados. La causa de este fenómeno, es que la presión original de los hidrocarburos confinados declina conforme aumenta el volumen extraído, hasta que llega el momento que dicha presión no es suficiente para sostener a la columna de fluidos, desde su entrada al pozo hasta la superficie.

En la actualidad cuando los pozos dejan de fluir, se aplican los SAP como bombeo mecánico, neumático, eléctrico, hidráulico u otros, consistentes en imprimir energía a los fluidos en el pozo para hacerlos llegar a la superficie, con lo cual también se tiene un incremento en la recuperación de los fluidos contenidos en el yacimiento.

La producción artificial gira en torno al comportamiento de flujo de los pozos, en el que intervienen factores que lo afectan, por lo que se hace necesario tener medios para su diagnóstico; lo que conduce al uso de modelos matemáticos y correlaciones para predecir dicho comportamiento en el medio poroso, tuberías de producción y de descarga y elementos superficiales y subsuperficiales.

Antes de instalar un SAP es necesario tener conocimiento del pozo fluyente. Se utilizan correlaciones de flujo multifásico para predecir el momento en que el pozo dejará de fluir por sí solo. determinar presiones de fondo fluyendo, índices de productividad, etc. Con el

incremento de los costos de energía, la selección del SAP es de vital importancia, ya que se escogerá el sistema que presente máxima eficiencia de bombeo y menores costos de instalación y mantenimiento.

La producción primaria y los SAP llevan en sí la tarea de explotar dicho recurso y son éstos últimos los que cobran especial importancia cuando el ritmo de producción de los campos petroleros entra en su fase de declinación.

Con la intención de presentar entre los SAP la "Producción por Bombeo de Cavidades Progresivas", como una posible opción para ser aplicada cuando las características del pozo petrolero dentro de la etapa artificial de producción lo permitan, se hace referencia a éste método, que tecnológicamente se puede considerar nuevo, aunque su aplicación es para casos y condiciones muy específicas.

La Bomba de Cavidades Progresiva (BCP), se utiliza para transportar los fluidos del fondo del pozo a la superficie. Su uso como un SAP tiene numerosas ventajas sobre otros sistemas. Entró en funcionamiento hace aproximadamente 10 años, por su diseño y aplicación la consideraron como bomba estándar de fondo de pozo. El conocimiento sobre su aplicación era muy limitado y su vida útil muy corta.

A través de años de investigación y desarrollo en el diseño, se ha mejorado su capacidad de producción y ampliado el rango de aplicaciones en cuanto a las condiciones de producción de los pozos. Con la evolución de materiales elastoméricos se maneja eficientemente un amplio rango de tipos de fluidos del pozo, adicionalmente otra ventaja sobre los demás SAP, es que la BCP puede manejar fluidos abrasivos, como crudos viscosos con arenas, encontrados en formaciones deleznales.

El diseño más común de BCP es un rotor helicoidal montado excentricamente dentro de un estator doble helicoidal. El número de líneas selladas entre el rotor y el estator define la capacidad de presión de la bomba, otros factores determinantes en el desplazamiento experimental dentro de la bomba son la viscosidad y la compresión total entre el rotor y el estator

El estator esta suspendido a partir de la sarta de producción estándar API y el rotor es impulsado por la sarta de varillas de succión estándar API. Cuando el rotor y el estator están en un mismo lugar se pueden definir cavidades selladas que son formadas dentro de la bomba. Como el rotor gira dentro del estator se generan cavidades que progresan en una sola dirección ascendente.

Quando el fluido entra a la cavidad, se envía a la superficie en un flujo continuo en forma progresiva. Este proceso puede compararse con el de una bomba de varillas de succión, la cual debe estar continuamente sumergida en el fluido.

La BCP, es básicamente una bomba de desplazamiento positivo de tipo rotatorio y los gastos que puede manejar varían en función de la velocidad de giro de las varillas de succión, lo que es equivalente a cambiar la velocidad de bombeo. Esto se logra mediante el cambio de la relación de diámetros de las poleas.

Comparando con otros métodos de levantamiento artificial en aplicaciones similares, la BCP es normalmente el medio más eficiente y de menor costo inicial entre los sistemas de levantamiento artificial. Es fácil de instalar y requiere de mínimo mantenimiento. Estos factores, así como la alta eficiencia total del sistema; claramente indican que es una elección viable entre los demás SAP.

Para tener una mejor visión de las ventajas de una BCP sobre el bombeo mecánico, el bombeo eléctrico sumergible, etc., se han comparado resultados de los dichos sistemas de producción en aplicaciones similares, donde el bombeo por cavidades progresivas ha mostrado ventajas sobre los otros métodos. Se manifiesta que la operación del sistema minimiza riesgos personales, es silencioso y seguro para funcionar en áreas urbanas.

El presente trabajo se realizó con base en la literatura técnica disponible de publicaciones especializadas y de literatura de dos fabricantes de BCP, también conocida como bombeo electromecánico rotatorio (InterRep-Moyno y Jensen-Rotojack), y de información publicada por Jensen en 1993 que contiene la descripción de los componentes del aparejo de producción, funciones, limitaciones del equipo, requisitos de diseño, sistemas de seguridad y dispositivos de control. Además se incluyen las conclusiones y recomendaciones que permiten asegurar una instalación confiable, operación eficiente y mínimo mantenimiento.

CAPITULO II

EQUIPO DE PRODUCCION

II.1 DESCRIPCION DEL APAREJO DE PRODUCCION

El aparejo de bombeo electromecánico rotatorio (BCP) opera sumergido en el fluido del pozo, suspendido en el extremo inferior de la tubería de producción, impulsado desde la superficie por varillas de succión con movimiento giratorio vertical, impuesto a través de un sistema de transmisión, apropiadamente conectado a la fuente de potencia, por medio de poleas, bandas y masas.

Adicionalmente, un conjunto de mecanismos de relojería, interruptores y fusibles, permiten controlar la operación de todo el sistema. En las figuras II.1 y II.2, (Figs. II.1 y II.2), se ilustra la disposición de los componentes del aparejo instalado en el pozo.

En ambas figuras se aprecia que los componentes principales son los siguientes:

Componentes superficiales:

- a) Reductor de engranes
- b) Estopero
- c) Tablero de Control
- d) Motor Eléctrico
- e) Poleas y Bandas

Componentes Subsuperficiales:

- a) Bomba (Rotor y Estator)
- b) Varillas de Succión
- c) Tubería de Producción

Otros elementos como el freno, sensores de presión y accesorios forman parte importante del aparejo y permiten asegurar una operación más confiable.

En el interior del estator gira el rotor impulsado desde la superficie por varillas de succión convencionales. Este movimiento genera cavidades de tal manera que el fluido que llega a la primera cavidad es inmediatamente impulsado hacia la siguiente cavidad en forma progresiva ascendente, hasta la descarga de la bomba, la cual debe encontrarse

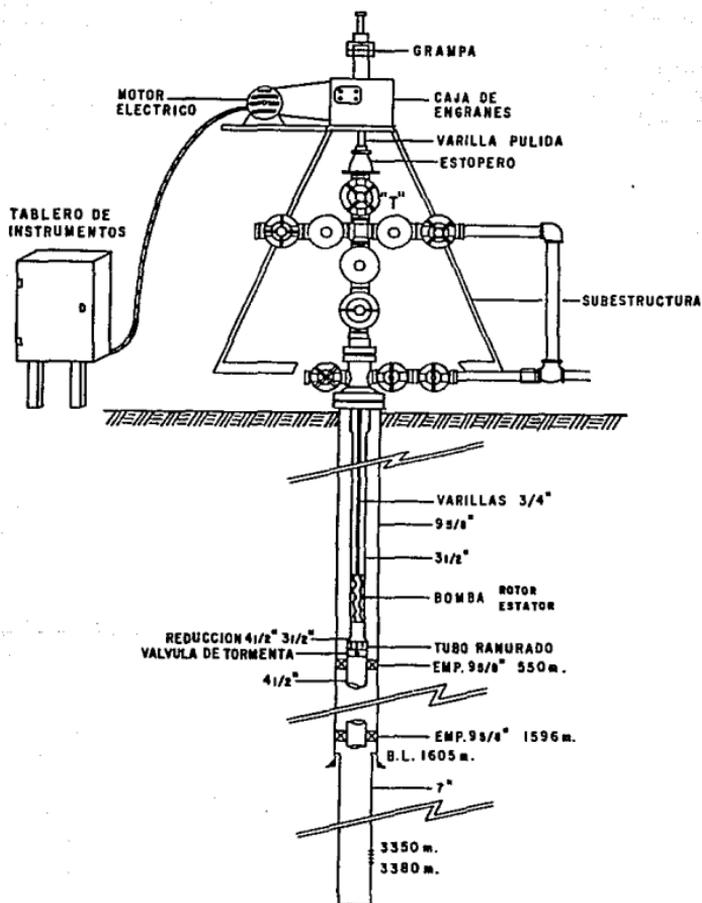


Fig. II.1 DIAGRAMA DE UN EQUIPO DE BOMBEO ELECTROMECHANICO ROTATORIO (JENSEN-ROTOJACK).

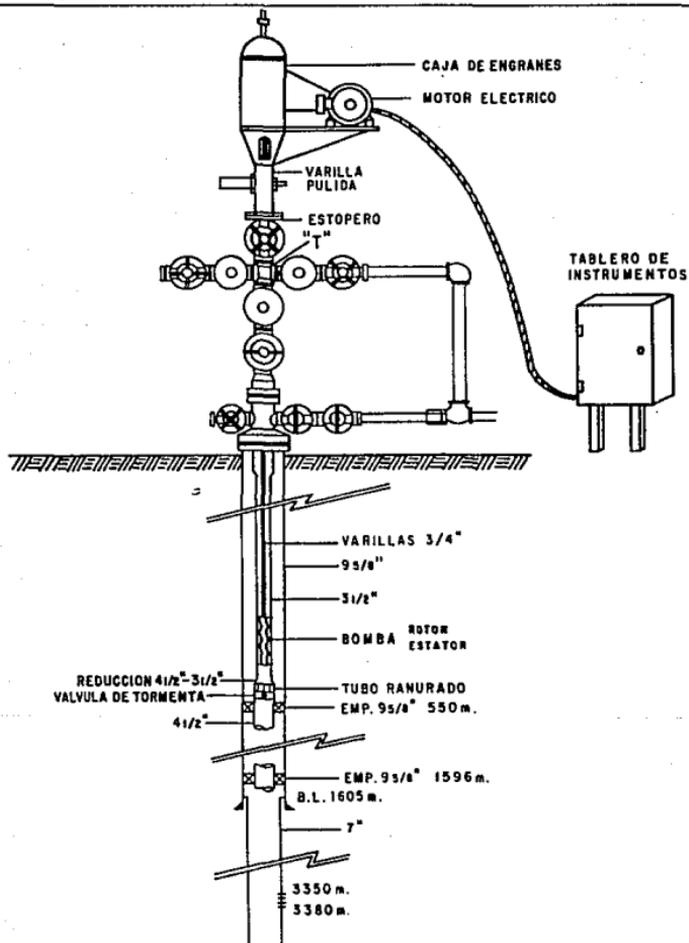


Fig. II.2 DIAGRAMA DE UN APAREJO DE BOMBEO ELECTROMECHANICO ROTATORIO (INTERREP-MOYNO).

permanentemente sumergida en el fluido que se bombea. En esta forma, el fluido en su trayectoria llega hasta el cabezal de tuberías donde se canaliza a la línea de escurrimiento.

El estopero permite el giro de la varilla pulida en su interior, proporcionando un sello que impide la fuga de los fluidos a la superficie; la varilla pulida es el medio de conexión entre la caja de engranes y la sarta de varillas de succión.

El reductor de engranes es el sistema de transmisión de potencia del motor a la sarta de varillas. En él se logra que el movimiento giratorio horizontal de la flecha del motor, se convierta en movimiento giratorio vertical sobre la varilla pulida. Adicionalmente, constituye el medio para reducir la velocidad de la flecha del motor a una velocidad de bombeo adecuada. Esta velocidad de bombeo varía en función de la relación de diámetros entre la polea montada en la flecha del motor y la polea montada en la flecha del reductor de engranes.

El movimiento rotatorio de la flecha del motor, se transmite a la flecha del reductor de engranes por medio de bandas que corren sobre dichas poleas.

El tablero de control es la parte del aparejo de producción a través de la cual se alimenta de energía eléctrica al motor; ésta puede provenir de una línea doméstica, que en algunos casos necesita del uso de un transformador, para elevar el voltaje de dicha línea hasta el requerido por el motor.

II.2 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL EQUIPO

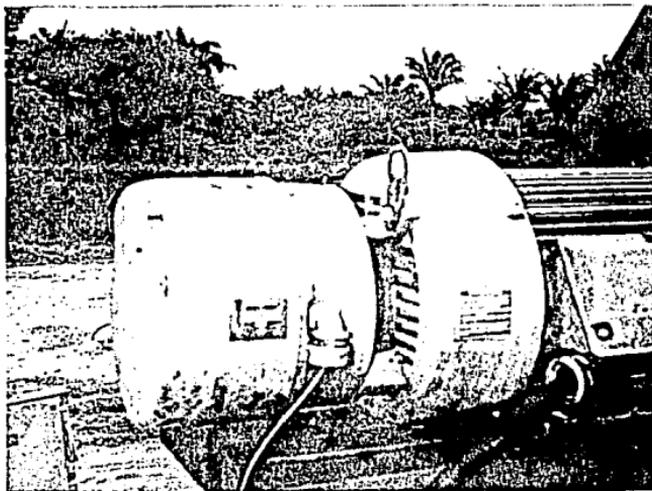
La presente descripción se da en base a la literatura de dos fabricantes de equipo de bombeo electromecánico rotatorio: InterRep-Moyno y Jensen-Rotojack. Ambos fabricantes presentan el mismo principio de funcionamiento; el equipo subsuperficial también es el mismo pero la instalación superficial sí presenta diferencias notables, las cuales son:

JENSEN-ROTOJACK

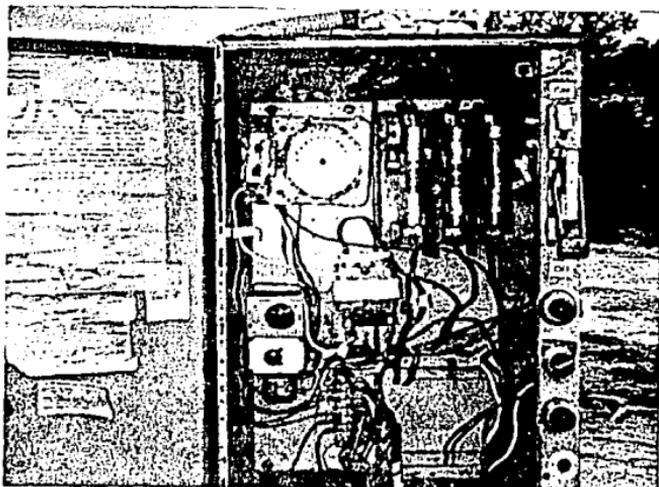
- 1) Una estructura con base de concreto sostiene al motor y a la caja de engranes. Se requiere nivelar el terreno para la base de concreto (fotografía II.1), (f II.1).
- 2) El freno para impedir rotación inversa de la sarta de varillas está colocado en el motor (f II.2).
- 3) El tablero de control cuenta con un botón de arranque, fusibles de desconexión, relevadores para protección por alta o baja presión de operación, mecanismo de relojería de restablecimiento por fallas en la corriente doméstica y luces indicadoras de activación de los dispositivos de seguridad (f II.3).



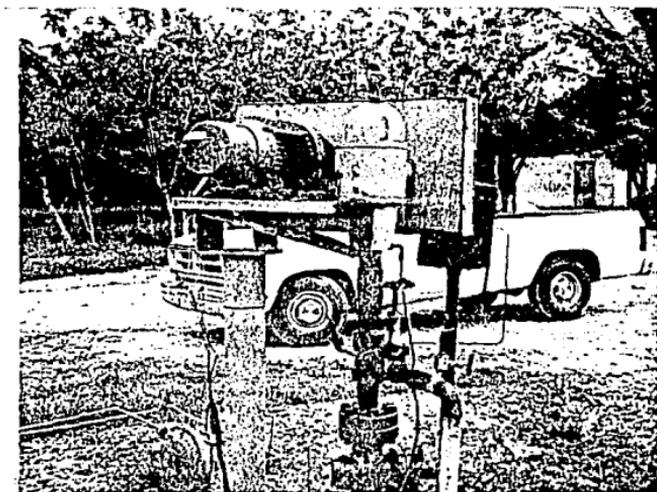
(f 11.1). EQUIPO SUPERFICIAL INTERREP-MOYNO.



(f 11.2). FRENO EN EL MOTOR JENSEN- ROTO JACK.



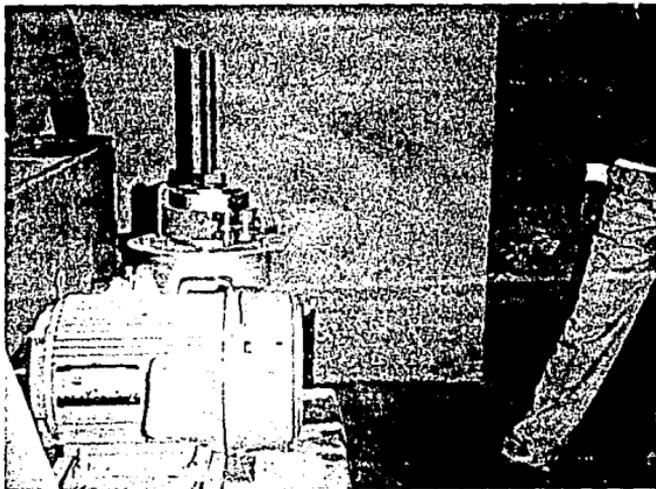
(f 11.3). TABLERO DE CONTROL JENSEN-ROTOJACK.



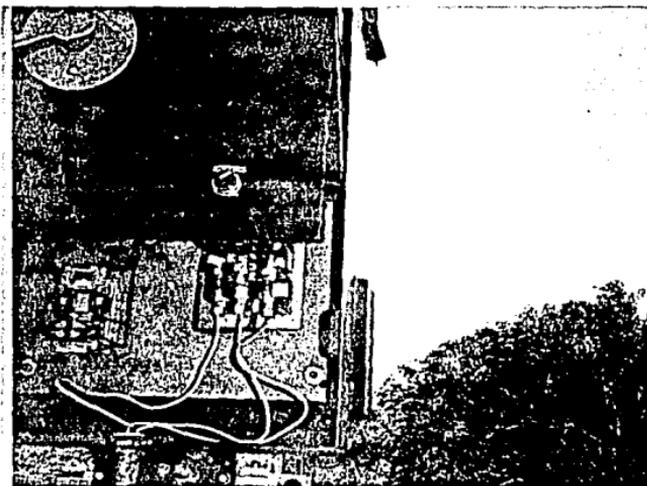
(f 11.4). EQUIPO SUPERFICIAL INTERREP-MOYNO.

INTERREP-MOYNO

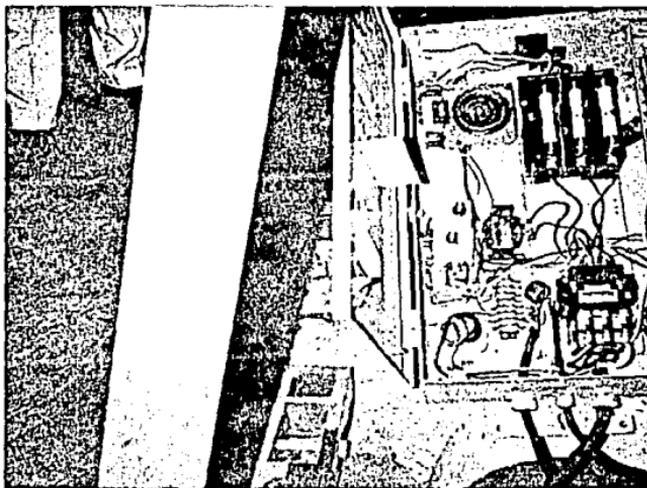
- 1) No tiene estructura superficial, la caja de engranes se instala directamente sobre el cabezal y un marco de acero sostiene el motor (f II.4).
- 2) Al instalar la caja de engranes queda alineada la varilla pulida con el estopero.
- 3) El freno esta colocado en la caja del reductor de engranes (f II.5).
- 4) Unicamente cuenta con un botón de arranque y fusibles de desconexión (f II.6).



(f II.5). FRENO EN LA CAJA DE ENGRANES INTERREP-MOYNO .



(f 11.6). TABLERO DE CONTROL INTERREP-MOYNO.



(f 11.7). TABLERO DE CONTROL INTERREP-MOYNO.

II.2.1 TABLERO DE CONTROL (INTERREP-MOYNO)

A continuación se describe el tablero de control con protección de sobrecarga de corriente con interruptores por alta y por baja presión (InterRep-Moyno).

Instrucción de operación

1.- Descripción básica

El tablero de control consiste de:

- Fusible de desconexión
- Interruptor del motor
- Interruptores térmicos de corriente
- Botón de arranque
- Interruptor de sobrecarga de corriente
- Interruptor de alta y de baja presión
- Mecanismo de relojería para restablecimiento de corriente

El tablero se proporciona con un manómetro interruptor de 600 lb/pg² para establecer los puntos de alta/baja presión. El interruptor utiliza una conexión de tres hilos con contactos aislados. El indicador de presión actúa en forma común para ajustar ambos puntos. El interruptor de alta presión protege a la bomba contra bloqueos en la línea superficial. El de baja presión detiene el bombeo en caso de operación con bomba vacía, tubería de producción rota, fugas en la tubería o varillas rotas. (f II.7).

El tablero cuenta también con protección de sobrecarga de corriente, con cuatro relevadores que cubren las siguientes funciones:

- A) **Relevador de corriente (CTR).**- Junto con el transformador es sensible a la corriente del motor y lo protege contra condiciones de sobrecarga.
- B) **Relevador de tiempo (TDR).**- Se proporciona para retrasar el apagado del motor (0 a 10 seg) debido a fluctuaciones menores de alta presión o de alta corriente en el motor.
- C) **Relevador de tiempo (TLP).**- Se proporciona para retrasar el apagado (0 a 10 seg) debido a fluctuaciones que involucran condiciones de baja presión.
- D) **Relevador de arranque de la bomba (TDI).**- Se proporciona para arranque automático después de una falla de potencia o interrupción por baja presión (0 a 999 hrs).

2.- Procedimiento de operación

Etapa 1:

Antes de arrancar la bomba:

- 1.1 Colocar el CTR en su rango más alto.
- 1.2 Colocar el TLP a 10 min.
- 1.3 Colocar el TDI a 2 hrs.

NOTA: Los puntos de TLP y TDI pueden ajustarse de acuerdo a los requerimientos del cliente; 10 min para TLP es una buena recomendación para la mayoría de los pozos, el establecimiento del tiempo para TDI varía de un pozo a otro dependiendo del tiempo de bombeo esperado.

- 1.4 Colocar el manómetro interruptor de baja presión abajo de cero lb/pg².
- 1.5 Colocar la alta presión al punto de alarma normal.
- 1.6 Colocar el TDR a 4 seg.

Etapa 2:

Arranque de la bomba:

- 2.1 Con un amperímetro arrancar la bomba en opción manual, observando la rotación de la bomba. Permitiendo únicamente un tiempo de operación muy corto (1 seg) para evitar que se desatornillen las varillas si la rotación es incorrecta. Corregir la rotación si es necesario.
- 2.2 Arrancar la bomba otra vez en opción manual, observar la corriente hasta que se estabilice. No permitir que la corriente del motor exceda el rango nominal de la placa. Una vez que la corriente se ha estabilizado colocar el CTR reduciendo la corriente lentamente hasta que el motor se apague. Regresar el ajuste a un punto ligeramente más alto y dejarlo.

NOTA: La corriente puede elevarse conforme el nivel de fluido en el espacio anular disminuye. Por lo tanto pueden requerirse ajustes subsiguientes de CTR.

- 2.3 Arrancar nuevamente la bomba en opción manual y dejarla trabajar hasta que el fluido alcance la superficie.

NOTA: Los interruptores CTR y de alta presión se operan tanto en opción manual como automática. El de baja presión opera únicamente en automática.

Etapa 3:

Después de que se está bombeando y cuando la presión en la línea de escurrimiento se ha estabilizado, colocar el rango de baja presión en el manómetro interruptor.

NOTA: El rango apropiado de alta y baja presión variará de un pozo a otro.

Etapa 4:

Operar el interruptor de la bomba de opción manual a automática, ahora la unidad está lista para operar sin atención.

NOTA: Si el pozo comienza a operarse en vacío la presión en la cabeza disminuirá y se operará el interruptor de baja presión (TLP). Si la condición de baja presión continúa por el tiempo establecido en TLP (10 min) entonces TLP saldrá de tiempo, apagará el motor y el TDI empezará a operar. Después de que el TDI salga de tiempo (2 hrs) la bomba se restablece automáticamente. Cuando la bomba reanuda el TDI inicia nuevamente y omite el interruptor de baja presión empezando con el tiempo establecido del TDI (2 hrs). Esto da tiempo para que el pozo pueda bombearse otra vez de manera que la presión en la T.P. pueda regresar a su condición normal. Por favor noté que una válvula check, debe colocarse en la línea de flujo cerca de la unidad de bombeo para que el interruptor de alta/baja presión opere apropiadamente.

AJUSTE DE CONTROL ELECTRONICO DE SOBRECARGA (InterRep-Moyno)

Después de que un electricista calificado ha instalado y cableado el tablero de control con el motor y el freno, se requieren los siguientes ajustes para la operación continua de la bomba:

Antes de arrancar:

- Poner el interruptor de potencia en la posición OFF.
- Asegurarse que el tablero de control está correctamente aterrizado.
- Recordar que la electricidad puede causar serios daños y heridas.
- Evitar el contacto con circuitos energizados.
- Asegurarse de que el control del transformador está colocado para el voltaje de entrada correcto (230 ó 460 v).

1. Con la potencia apagada OFF, ajustar el CTR (current trip relay = Interruptor alta corriente) al máximo de corriente que se puede establecer. Esto será totalmente en el sentido de las manecillas del reloj.

2. Con la potencia apagada OFF, ajustar el TDR (time delay relay = Interruptor retardador de tiempo) al máximo de tiempo que se puede establecer. Totalmente en el sentido de las manecillas del reloj.
3. Girar el interruptor de potencia a ON y arrancar la bomba. Con el amperímetro colocado medir la corriente. **NO PERMITIR QUE LA CORRIENTE TOTAL EXCEDA LA CORRIENTE NOMINAL DEL MOTOR**, excepto el pico normal de amperaje en el arranque. Esperar hasta que la bomba haya bombeado hasta la superficie y la corriente se estabilice.
4. Con la unidad en funcionamiento ajusta muy lentamente el CTR, en contra de las manecillas del reloj hasta que salte, interrumpiendo la potencia del motor. No ajustar el CTR abajo de este punto. Regresar el ajuste del CTR al máximo de corriente. Nuevamente arrancar la bomba y repetir el procedimiento para ver si la unidad se apaga en el mismo punto. Repetir el procedimiento hasta que el punto de apagado sea consistente.
5. Ajustar la colocación del CTR desde el punto de apagado hacia el máximo, muy ligeramente. Arrancar la bomba y permitir que se estabilice. El punto de interrupción de corriente estará tan cercano como sea posible de la corriente real de trabajo del motor sin provocar apagados dañinos.
6. Ajustar el TDR al mínimo que permita el arranque del motor, es decir el mínimo tiempo requerido para tolerar la corriente pico en el momento de arranque del motor.

II.2.2 TABLERO DE CONTROL (JENSEN- ROTOJACK)

El panel de control de la bomba JENSEN-ROTOJACK está equipado con un sistema de control automático, para la protección del rotor, estator y motor eléctrico. Este para por completo la unidad si se detecta alta o baja presión en la línea de descarga del pozo. También está equipado con fusibles, interruptor termomagnético normal y apartarrayos. Este último para proteger al panel de alguna descarga en el campo. En la (f II.8) se ve el panel y esta compuesto por la siguientes partes:

TC1 (9) Reloj de tiempo programable.

TD1 (10) Reloj de tiempo de 90 a 900 seg.

TD2 (11) Reloj de tiempo de 1 a 10 seg.

K11 (12) Relevador de control.

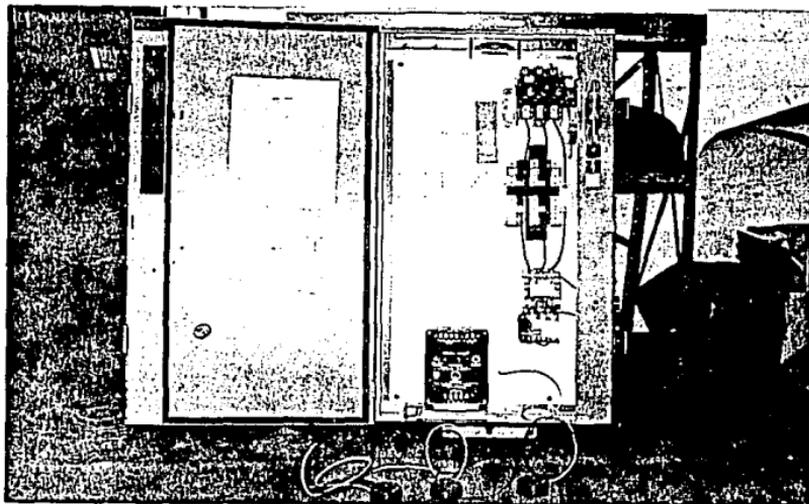
TB1 (13) Puente térmico.

TT1 (14) Interruptor de indicación de alta presión.

SW3 (15) Interruptor de apagado manual/automático.

LL1 (16) Indicador de luz cuando ocurra baja presión.

LL2 (17) Indicador de luz por falla.



(f 11.8). TABLERO DE CONTROL JENSEN ROTO JACK.

El indicador LL1 (16) es accionado por el sistema cuando el SW3 (15) está en automático y ocurre un paro en la unidad por haberse detectado baja presión en la línea. Se apaga automáticamente cuando se arranca la unidad.

El indicador LL2 (17) se enciende cuando la unidad se para por fallas eléctricas. El indicador está encendido hasta que manualmente es presionado, pero no quiere decir que, si la unidad está en automático y se paro por baja presión, ya no va a arrancar de nuevo la unidad. La unidad se reestablecerá y la luz del indicador quedará encendida. El proposito de este indicador es avisar que por alguna causa la unidad dejó de trabajar.

El SW3 puede apagar totalmente la unidad o bien seleccionar entre funcionamiento de la bomba manual o automática.

El SW1 sólo se usa para arrancar la unidad cuando fue seleccionado el modo manual. Si por alguna razón la unidad se detiene, habrá que presionar este botón para que nuevamente se arranque.

Secuencia de operación en modo automático:

Cuando la unidad se detiene por detectar baja presión en la línea de descarga se acciona automáticamente el TD2. Este indica el tiempo que deberá de continuar operando la unidad después de haberse detectado baja presión. Esto evita que la unidad se detenga en caso de una baja presión temporal.

Si alcanzado el tiempo de TD2 continúa la baja presión la unidad para. En ese mismo momento se activa el tiempo TC1. Este determina el lapso de tiempo al cual deberá arrancarse nuevamente la unidad. La cual trabajará el lapso de tiempo fijado por TD1 para ver si durante ese tiempo se recupera la presión. Si al terminar el tiempo fijado por TD1 no se ha recuperado presión la unidad para y volverá a arrancar al tiempo fijado por TC1.

El arranque automático de la unidad sólo funciona cuando el paro fue ocasionado por baja presión. Si el paro fue debido a alta presión el indicador TC1 se bota y para poder arrancar la unidad será necesario remover el tapón de plástico que lo cubre y presionar el botón rojo. La unidad no volverá a arrancar aunque el modo de operación esté en automático, es necesario presionar el botón rojo.

II.2.3 PAQUETE ELECTRONICO DE SOBRECARGA Y FRENO

El freno se usa para limitar o controlar el giro inverso de las poleas. Mientras que el paquete de control electrónico de sobrecarga hace posible la respuesta rápida para interrumpir la energía en caso de una condición de sobrecarga del motor. Uno o ambos pueden ser necesarios dependiendo de la posibilidad de una buena condición de rotor atascado y/o motor impulsado por la bomba.

Rotor atascado: En caso de una condición de rotor atascado el motor tiende a enrollar la sarta de varillas. Cuando la potencia de motor se suspende la sarta de varillas se desenrolla en forma descontrolada si no hay mecanismo de freno instalado en el cabezal impulsor. En los cabezales impulsores con caja de engranes, la velocidad rotacional con la que la sarta se desenrolla, se multiplica por la relación de engranes (1:3, 1:5) resultando en una velocidad de la polea de la flecha del reductor de engranes, que es de 3 a 5 veces la velocidad de la sarta de varillas. A bajas velocidades esto no representa peligro, suponiendo siempre los guarda bandas colocados. Sin embargo, en casos extremos este giro inverso puede producir daños y peligro. Bajo condición de rotor atascado, el giro inverso es proporcional a la torsión impuesta para enrollar. Es decir a mayor torsión impuesta, mayor velocidad de giro inverso. Por lo tanto, el potencial dañino se incrementa con la potencia (Hp). En instalaciones con

alto caballaje, el uso de freno y paquetes de sobrecarga deben considerarse como medidas de seguridad.

Motor impulsado por la bomba: Las bombas con elementos No. 4 y No. 5 tienden a hacer girar inversamente al motor si se interrumpe la potencia después de que la bomba ha elevado fluido. Esto se debe a que la presión diferencial de la columna de fluido sobre el rotor fuerza a éste a girar en sentido inverso conforme el fluido cae a través de la bomba. Esta acción produce el giro inverso de la sarta y de la poleas. El movimiento del rotor en la bomba continuará hasta que los niveles en el espacio anular y en la tubería de producción se igualen. Las bombas más pequeñas con elementos No.2 y No.3 no producirán este efecto, dada su sección transversal de menor área. El impulso del motor por la bomba puede controlarse con el uso del freno.

FRENOS

Existen básicamente tres tipos de frenos:

- 1) **Limitador de movimiento inverso.-** Limita la velocidad máxima de la polea en movimiento inverso, pero no detiene dicho movimiento. Se coloca sobre la flecha con la polea y se acciona mecánicamente por fuerza centrífuga.
- 2) **Freno en el motor.-** Proporciona un paro negativo del movimiento inverso dentro de su rango de torsión. En caso de torsión excesiva el freno resbala y liberará la torsión. Se coloca en la parte posterior del motor y se conecta con el rotor del motor. Es un disco del tipo de torsión dual y se acciona con un solenoide. El freno actúa en cualquier caso de pérdida de potencia eléctrica. El freno queda desactivado cuando el motor arranca y también puede desactivarse manualmente.
- 3) **Freno en el cabezal impulsor.-** Proporciona un paro positivo del movimiento inverso dentro de un rango de torsión (Fig. II.3 y Fig. II.4). En caso de torsión excesiva el freno resbala y libera el exceso de torsión. Se coloca en la parte superior del impulsor y se conecta a la flecha vertical de éste. El freno actúa mecánicamente y se acciona al detectar cualquier rotación inversa y se puede liberar manualmente.

El freno se considera un requisito para todas las instalaciones que tengan de 7.5 a 10.0 Hp si se utiliza reductor de engranes.

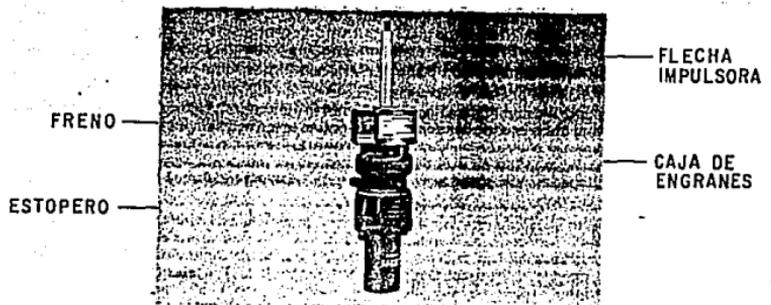


Fig. 11.3 FRENO MONTADO SOBRE CABEZAL IMPULSOR DH-20 DE EMPUJE DIRECTO (SE USA EL MISMO ARREGLO PARA EL MODELO DH-30).

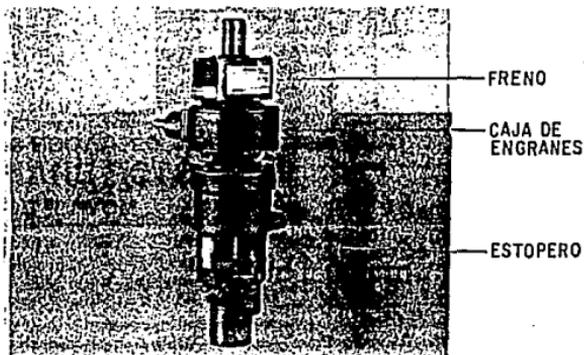
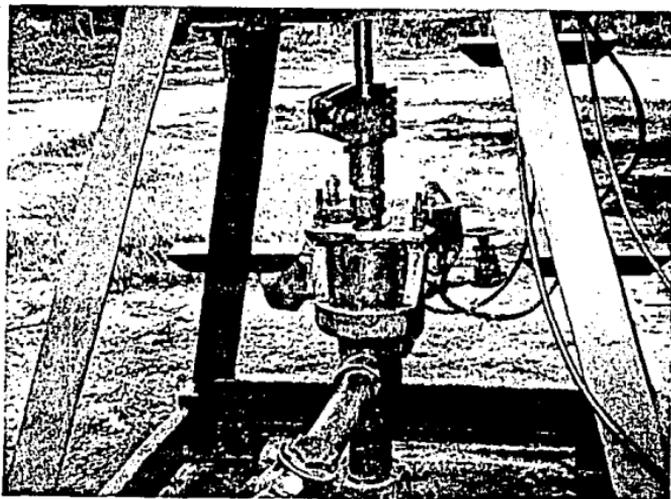


Fig. 11.4 FRENO MONTADO SOBRE CABEZAL IMPULSOR DH-30 DE ANGULO RECTO.



(F 11.9). CONJUNTO DE ESTOPERO.



(F 11.10). BOMBA SUBSUPERFICIAL. (ROTOR-ESTATOR).

Paquete de control electrónico de sobrecarga.

Un tablero de control estándar para arrancar el motor cuenta con protección térmica y fusibles para protección de sobrecarga. Un CTR (current trip relay = Interruptor de alta corriente) en conjunto con un TDR (time dilay relay = Interruptor retardador de tiempo), se puede incorporar al tablero para una más sencilla y rápida acción a una condición de sobrecarga. Cuando se usa este sistema, en el CTR, se establece el punto de salto ligeramente arriba de la corriente normal de operación y el TDR se establece en un mínimo pero suficiente tiempo para permitir el arranque con el amperaje pico correspondiente. Una condición de rotor atascado produce incremento en el amperaje por arriba del punto de corte en el CTR, lo que automáticamente para al motor, después de las TDR veces que opera este dispositivo. Esto le da al motor muy poco tiempo para enrollar la sarta de varillas y por lo tanto se reduce el potencial del movimiento inverso. Un tablero de control con este tipo de protección por sobrecarga se considera como requisito en equipos con 15 Hp o más.

II.2.4 FRENO DE GIRO INVERSO

- A. Generalidades.** El freno BSB-2, es un sistema de freno positivo, de liberación controlada, montado sobre la flecha impulsora y fabricado por Hilliard Corp. Es un dispositivo de seguridad que forma parte integral de los reductores de engranes Moyno DH-20 y DH-30.
- B. Principio de operación.** El ensamble BSB-2, consiste de una rampa rodante que corre sobre un embrague (clutch) fijada a la flecha impulsora circundada por una banda de freno con ensamble lineal, (Fig. II.5). Una carcasa de acero con una cubierta y tapa de acceso encierra las partes de trabajo. El clutch Hilliard usa un diseño a precisión de la rampa rodante que gira en una dirección y se acciona en la otra. Cuando la rotación de la flecha es tal que el clutch está girando, los baleros están posicionados contra los asientos seguidores en la parte inferior de la rampa. Cuando la flecha cambia la dirección de rotación, los baleros empujan hacia arriba el alojamiento de la rampa, entre la rampa y la corredera exterior. Entonces el clutch queda accionado.
- C. Función.** El freno es un dispositivo de seguridad importante en el reductor de engranes Moyno y su función deberá entenderse claramente.

El freno se acciona en cualquier momento en que la flecha intente girar en sentido contrario al de las manecillas del reloj; lo que generalmente ocurre cuando el motor principal se detiene. Cuando el movimiento principal es detenido durante la operación normal, el fluido en la tubería de producción regresa entre los elementos de la bomba. Cuando esto sucede, el rotor y la sarta de varillas giran en sentido contrario a las manecillas del reloj. A mayor profundidad de bombeo, mayor presión sobre el rotor y consecuentemente éste girará más rápido.

Cuando el motor principal es detenido, podría ser el resultado de sólidos o que el elastómero del estator se hinche atrapando el rotor en el estator. La torsión que genera el motor se transfiere a la sarta de varillas. La cantidad de incremento en la torsión es proporcional a la longitud de la sarta de varillas y al tamaño del motor. Cuando el motor se detiene la sarta de varillas girará en sentido inverso permitiendo que la torsión se disipe.

En esta rotación inversa, los diferentes diámetros de poleas y el reductor de engranes, los cuales reducen la velocidad en una dirección, actúan como incrementadores de velocidad, transmitiendo una velocidad potencialmente peligrosa a las poleas y a los componentes de impulso. La función del freno es evitar que la sarta de varillas y componentes superficiales giren en sentido inverso. La torsión almacenada, entonces puede liberarse en una forma controlada.

ADVERTENCIA:

Todas las poleas tienen limitaciones de velocidad. Consultar la literatura del fabricante de poleas para sus especificaciones y siga todas las recomendaciones para evitar daños personales.

D. Componentes del freno. El freno BSB-2 consiste de un clutch que contiene: Un sello laberinto (tapa), un sello de borde (inferior), dos cojinetes, 8 baleros y 8 asientos seguidores. El clutch se monta y se fija a la flecha impulsora y la banda de freno se ensambla sobre el clutch circundando su parte exterior (Fig. II.6).

El ensamble de la banda de freno se alinea y tiene forma que ajusta alrededor del clutch. Este ensamble contiene: Una chabeta roscada, una chabeta sin roscar, un espaciador, 4 roldanas de presión, una roldana plana y un tornillo de tensión. El tornillo de tensión pasa por la carcaza y la chabeta sin roscar y luego se enrosca en la segunda chabeta sostenida en la banda del freno.

La carcaza del freno se monta sobre la carcaza del cojinete arriba del cabezal impulsor en los DH-20 y DH-30 sin reductor de engranes (Fig. II.3) y en la tapa del reductor de engranes de los modelos HUB-CITY 775 y 920 cuando se usan los DH-20 y DH-30 respectivamente

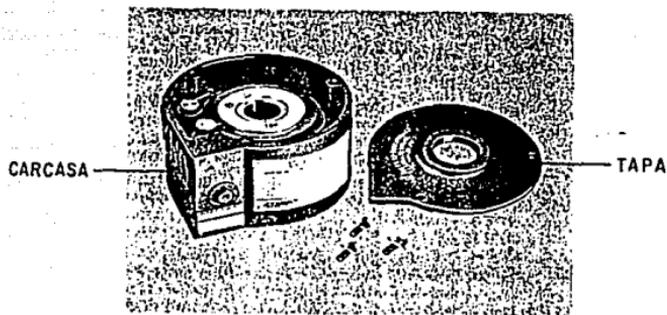


Fig. II.5 FRENO DE GIRO INVERSO.

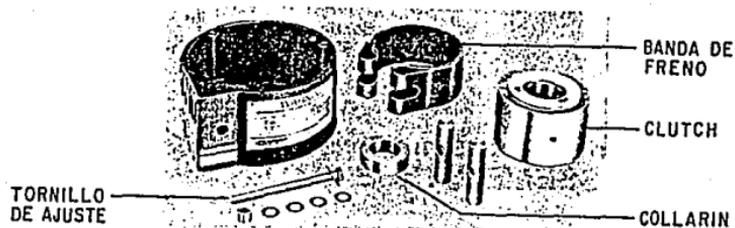


Fig. II.6 COMPONENTES DEL FRENO.

(Fig. II.4). La cubierta del freno sella alrededor de la flecha de los cabezales sin reductor, manteniendo limpia y seca la banda del freno y el clutch. Adicionalmente, los cabezales con reductor tienen tapa de acceso que cubre la porción roscada de la flecha impulsora, ayudando a liberarla de agua y polvo.

MANTENIMIENTO

A. Lubricación. La rampa de giro de los baleros " no se lubrica " en la fábrica antes de su embarque. Por lo tanto, debe lubricarse en el momento de su instalación. Cualquiera de los siguientes aceites aseguran buena lubricación:

Mobil DTE Light
Gulf Harmony

Exxon Teresso
Shel Turbo Oil

Precaución: NO USAR GRASA.

El nivel de aceite deberá verificarse y rellenarse si es necesario cada 2000 hrs de operación. Es una buena costumbre verificar el nivel del aceite siempre que la bomba se detenga, aún antes de las 2000 hrs.

El nivel del aceite será visible a través del agujero al quitar el tapón. Si no es visible, llenarlo. Un ligero sobre llenado no será problema, ya que el exceso será purgado a través del laberinto. Simultáneamente, tener cuidado de no saturar la banda del freno con aceite, limpiar el tapón y colocarlo e instalar la cubierta.

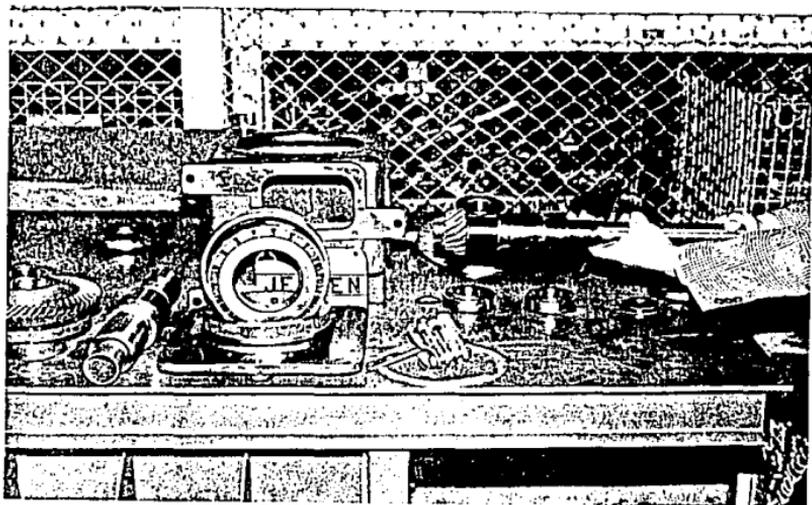
ADVERTENCIA: Siempre verificar que el tornillo de tensión esté correctamente apretado antes de operar la bomba. Verificar este apriete periódicamente durante la operación.

B. Reparación del clutch. Estas unidades pueden desarmarse y reacondicionarse en el campo. Sin embargo, se recomienda que sean enviadas al fabricante, para una evaluación sin costo; la decisión para reparar o sustituir se podrá tomar posteriormente.

II.2.5 CABEZALES IMPULSORES

Uno de los componentes más importantes del equipo superficial es el cabezal impulsor el cual transmite la potencia del motor a la sarta de varillas.

Las partes que lo constituyen f (II.9) y f (II.10) son: Baleros, sello de la flecha, empaques, puntos de lubricación y caja de engranes.



(f II.11). COMPONENTES DEL CABEZAL IMPULSOR.



(f II.12). COMPONENTES DEL CABEZAL IMPULSOR.

Los cabezales pueden ser de ángulo recto o verticales. Los de ángulo recto están disponibles en dos tamaños: 6K N3500 y 10K 18N3500 (Figs. II.7 y II.8). Los verticales existen en tres tamaños: DH-10, DH-20 y DH-30 (Figs. II.9, II.10 y II.11). La selección de cualquiera de los dos tipos de cabezales es función de la profundidad de colocación de la bomba y del gasto que se desea manejar.

2.5.1 LUBRICACION DEL CABEZAL IMPULSOR

A. Cabezal impulsor de ángulo recto

Instalación.- Las unidades que se venden directamente en Estados Unidos de Norteamérica tienen la cantidad y tipo correcto de lubricante. Las que se venden al extranjero y deben ser transportadas por aire se envían sin lubricante.

Revisar el nivel del aceite y rellenar si es necesario hasta el nivel correcto. En unidades equipadas con nivel de vidrio, el nivel correcto de aceite se encuentra en el punto medio. En unidades que no tienen nivel de vidrio, el nivel correcto de aceite está en el punto medio del codo para relleno.

Verificar todas las abrazaderas de afuera así como los tapones de tubería antes de la operación. Si es necesario apretarlos nuevamente.

Lubricación.- Usar aceite para engranes, inhibidor de óxidos y herrumbre, de acuerdo con el AGMA (American Gear Manufacturers Association), estándar 250.4.

Capacidad de aceite:

MODELO	VOLUMEN
6K	2 1/2 cuartos de gal.
10K	2 3/4 cuartos de gal.

Cambio de aceite.- El primer cambio de aceite debe hacerse a las primeras 500 hrs de operación o cuatro semanas, lo que ocurra primero. El primer aceite deberá ser totalmente drenado de preferencia a su temperatura de operación. Llenar nuevamente hasta el nivel con un aceite limpiador ligero que no contenga aditivos. Arrancar el motor por 10 o 15 seg drenar el aceite limpiador y rellenar hasta el nivel establecido con el tipo de lubricante recomendado.

Los cambios de aceite posteriores deberán realizarse cada 2500 hrs de operación o seis meses, lo que suceda primero. Estos intervalos pueden acortarse dependiendo si el cabezal impulsor está sujeto a condiciones de operación anormales tales como un medio ambiente muy polvoso, altas temperaturas o cambios bruscos en ella o bien cualquier otro medio o situación que contamine o acelera la degradación del lubricante.

LISTA DE PARTES DEL CABEZAL IMPULSOR	
No. de Ref.	Descripción
10	Carcaza
11	Cubierta
12	Tapa superior
15	Tapa horizontal
16	Placa sellante del aceite
17	Tapón de fondo
-	Placa de inspección
20	Soporte de cojinete horizontal
21	Soporte de cojinete vertical
22	Juntas de empaque
23	Sello de empaque
24	Cople de la cabeza de la flecha
35	Adaptador a cabezal
100	Cabeza de Engrane en espiral
241	Pernos
400	Flecha hueca vertical
401	Flecha de 1 pg
402	Tuerca de ajuste
450	Espaciador de engranes superior
451	Espaciador inferior de valeros
550	Espaciador horizontal
560	Juego de amarre horizontal
561	Roldana de presión horizontal
600	Balero superior
601	Balero inferior

LISTA DE PARTES DEL CABEZAL IMPULSOR	
(Continuación).	
No. de Ref.	Descripción
602	Balero interno
603	Balero externo
700	Tuerca de impulso
801	Tubo de aceite
802	Sellos de aceite horizontales
815	Sellos de aceite verticales
823	Respirador
824	Tornillos 7/16 * 7/8 pg
825	Tapón para drene del aceite
826	Tapón para llenado del aceite
827	Codo de llenado de aceite
-	Tapón adaptador de drene
852	Tornillos para la tuerca de impulso
853	Perforación para tapón
910	Llave de engrane
911	Llave de flecha horizontal
912	Llave
951	Tornillo cargador horizontal
952	Tornillo cargador vertical
953	Tornillo del cople de flecha
954	Tornillo de la palanca sello del aceite
956	Tornillos de cubierta
958	Tornillo de junta de empaque
959	Tuerca del tornillo de junta de empaque
960	Tornillo fijador del adaptador del cabezal
961	Tornillo de la tuerca de ajuste

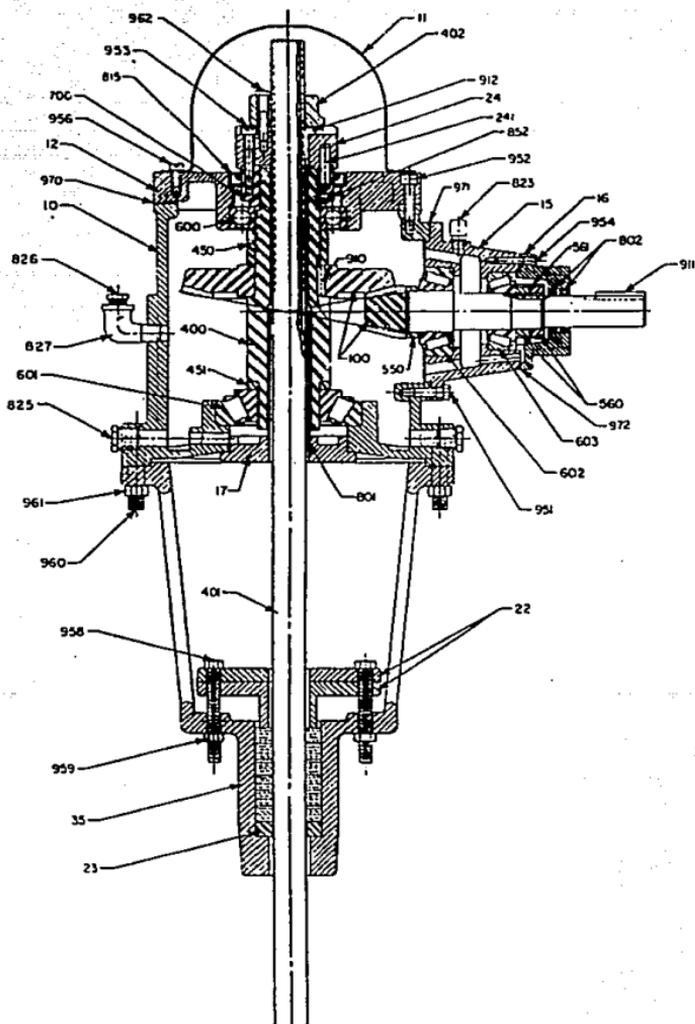


Fig. 11.7 CABEZAL IMPULSOR DE ANGULO RECTO
MODELO N3500 TAMAÑO 6K.

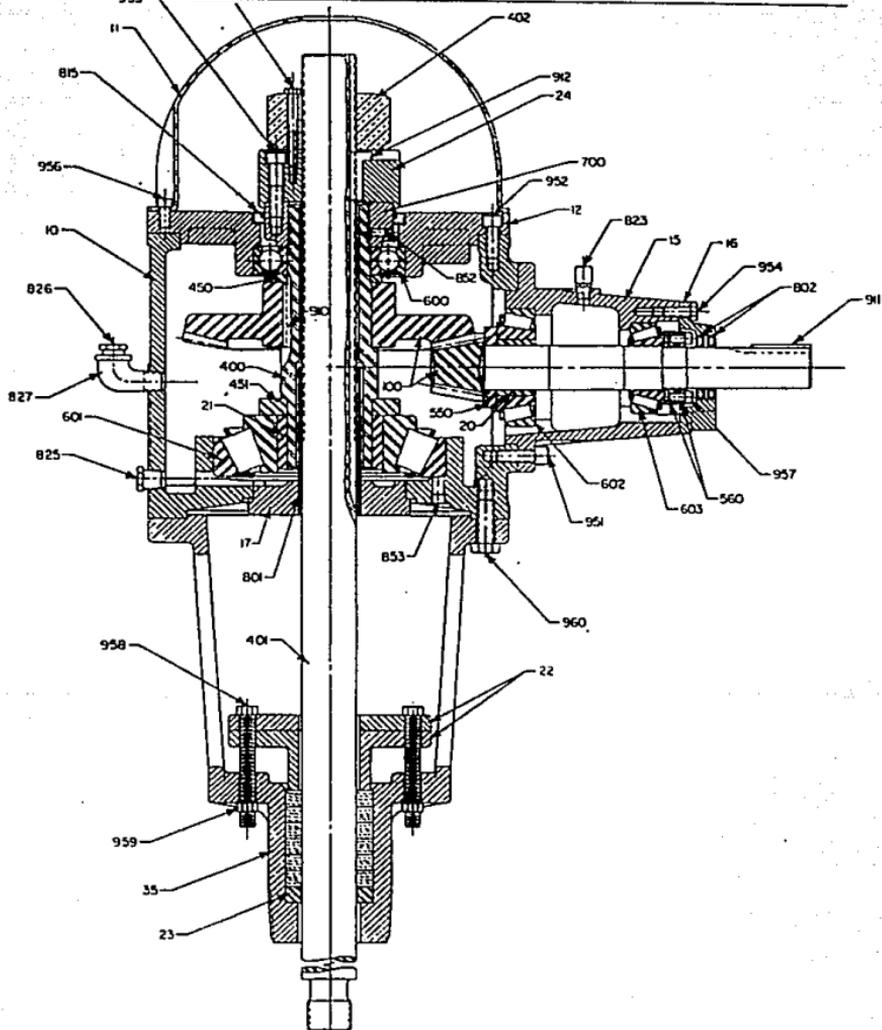
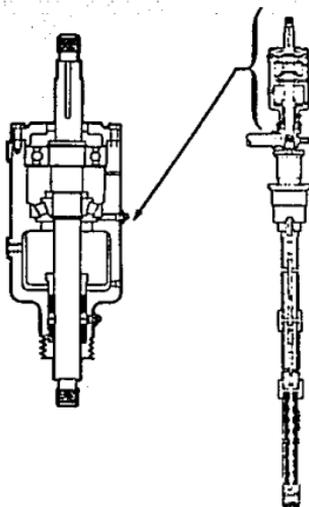
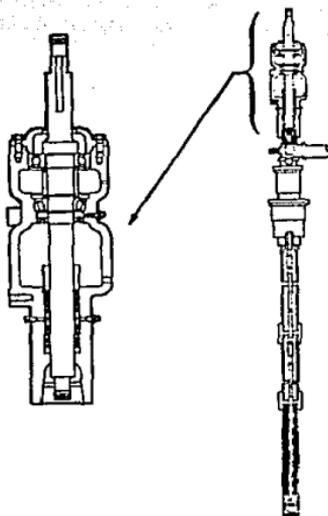


Fig. II.8 CABEZAL IMPULSOR DE ANGULO RECTO
MODELO N3500 TAMAÑO 10K.

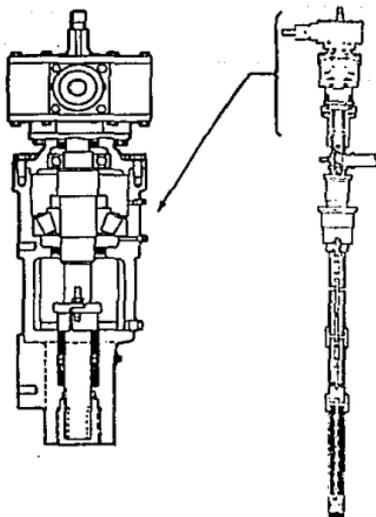
**ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES****CUERDAS DE LA FLECHA (ARRIBA Y ABAJO)****5/8 pg APL, MACHO****CUERDAS INFERIORES DE LA CARCASA****2 pg NPT, MACHO****DIAMETRO DE LA FLECHA****1 3/16 pg****CUELLO DE FLECHA****6 1/8 pg****LLAVE DE LA FLECHA****1/4 pg CUADRADA****CUERDA DE LOS AGUJEROS DE MONTADO****3/8 - 16****PESO****37 Lb****Fig. II.9 CABEZAL IMPULSOR VERTICAL MODELO DH-10.**



ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES

CUERDAS DE LA FLECHA (ARRIBA Y ABAJO)	3/4 pg API, MACHO
CUERDAS DEL EXTREMO INFERIOR DE CARCASA	2 1/2 pg NPT, HEMBRA
DIAMETRO DE LA FLECHA	2 pg
CUELLO DE LA FLECHA	7 5/8 pg
LLAVE DE LA FLECHA	1/2 pg CUADRADA
CUERDA DEL AGUJERO DE MONTAJE	5/8 - 11
PESO	150 Lb

Fig. 11.10 CABEZAL IMPULSOR VERTICAL MODELO DH-20.



ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES

DIAMETRO DE ENTRADA DE LA FLECHA DE LA CAJA DE ENGRANES

1 3/8 pg

CUERDAS DE LA FLECHA (EXTREMO PIÑON)

3/4 pg API, MACHO

CUERDAS DEL EXTREMO INFERIOR DE LA CARCASA

2 1/2 pg NPT, HEMBRA

DIAMETRO DE LA FLECHA

1 3/4 pg

CUERDAS DE LA FLECHA (EXTREMO CAJA)

1 pg API, HEMBRA

LLAVE DE LA FLECHA

3/8 pg CUADRADA

CUERDA DEL AGUJERO DE MONTAJE

3/4-10

PESO

308 Lb

Fig. II.11 CABEZAL IMPULSOR VERTICAL MODELO DH-30.

Drenado del aceite.- El aceite se drena a través de un tapón localizado en la base de la brida del cabezal impulsor, drenar todo el aceite que sea posible. Si el aceite está a temperatura de operación es de esperarse un mejor drenado. El cabezal impulsor debe limpiarse con aceite limpiador a chorro para eliminar residuos sólidos o contaminantes que no pudieran removerse con el drenado normal.

Para llenar o adicionar aceite.- El aceite se pone a través del tubo en codo que se encuentra en la parte trasera del cabezal impulsor. Limpiar perfectamente el tapón del tubo y la parte superior de codo antes de quitar el tapón. Agregar aceite hasta que el nivel de éste alcance el punto medio del nivel visual. Algunos cabezales impulsores no tienen nivel, en tal caso el aceite deberá llegar a la mitad del codo. Todos los modelos tienen un sello seco que retiene el aceite en la caja de transmisión con un tubo fijo en la base de la brida extendiéndose ligeramente arriba del nivel de aceite. Cualquier exceso en el cabezal impulsor se derramará por la parte de arriba del tubo y escurrirá hacia abajo por la flecha impulsora. El sobrellenado no daña al cabezal impulsor y se corrige automáticamente. Sin embargo, el escurrimiento del exceso de aceite bajando por la flecha impulsora puede evitarse llenando de aceite solo la cantidad correcta. Todos los aprietes externos deben revisarse periódicamente y reapretarse de ser necesario. Se recomienda una observación diaria para detectar fugas de aceite, ruidos extraños o vibración excesiva. Si algo de esto ocurre debe pararse la unidad y corregirse la falla.

B. Cabezal impulsor vertical

Para la lubricación de cojinetes y empaques cualquier tipo de grasa EP base litio, es buena. No se recomienda el uso de grasa base sodio o calcio.

El cabezal impulsor vertical está equipado con baleros de bola y cojinetes rodantes para trabajo pesado. Los baleros vienen lubricados de fábrica y en condiciones normales de operación no requieren lubricación por 1 o 2 meses. Después deben lubricarse periódicamente una vez al mes.

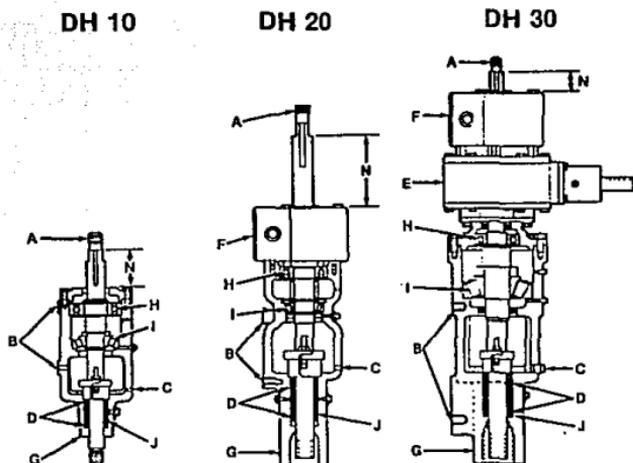
Para lubricar los baleros inyectar grasa, seleccionada de acuerdo a las recomendaciones anteriores, en las graseras hasta que la grasa limpia sea expulsada por el tapón de purga en el cuerpo del cabezal impulsor.

C. Otras cajas de engranes

Todos los modelos de cabezal impulsor DH-30 tienen una caja de engranes montada en la parte superior. Algunas instalaciones con cabezal impulsor DH-10 y DH-20 pueden emplear un engrane de motor con la caja de engranes montada sobre el motor.

El mantenimiento y lubricación apropiados de este tipo de cajas de engranes, es el siguiente:

Después de los primeros 5 días de operación drenar el lubricante original, sopletear la carcasa con un solvente no flamante ni tóxico y volver a llenar. Posteriormente el



- A** - CUERDAS PARA LEVANTAR EL CABEZAL
B - AGUJEROS PARA MONTADO
C - PERFORACION PARA DRENE
D - ESTOPERO
E - REDUCTOR DE ENGRANES (SOLO EN EL MODELO DH-30)
F - FRENO (SOLO EN LOS MODELOS DH-20 Y DH-30)
G - EXTREMO DE LA CARCASA
H - COJINETE RADIAL
I - COJINETE DE EMPUJE
J - EMPAQUES
N - CUELLO DE FLECHA

Fig. II.12 PARTES PRINCIPALES DE LOS CABEZALES IMPULSORES VERTICALES MODELOS DH-10, DH-20 Y DH-30.

PUNTOS DE LUBRICACION Y AJUSTE

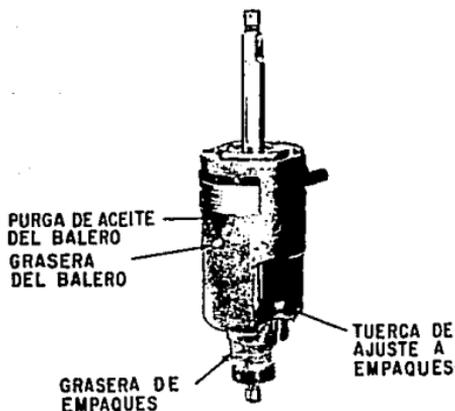


Fig. II.13.A CABEZAL IMPULSOR VERTICAL DH-10

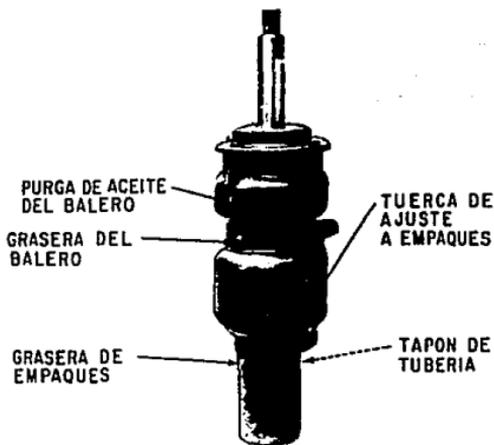


Fig. II.13.B CABEZAL IMPULSOR VERTICAL DH-20

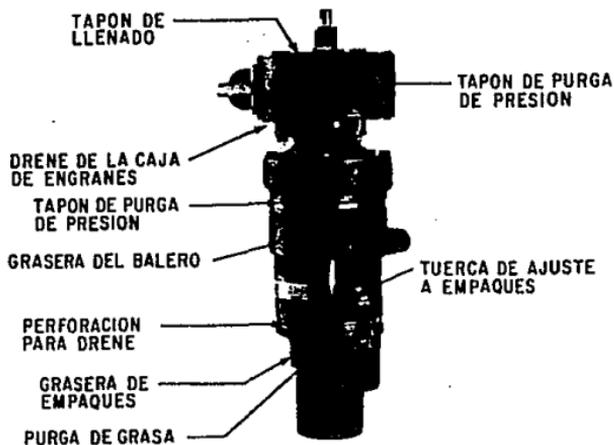
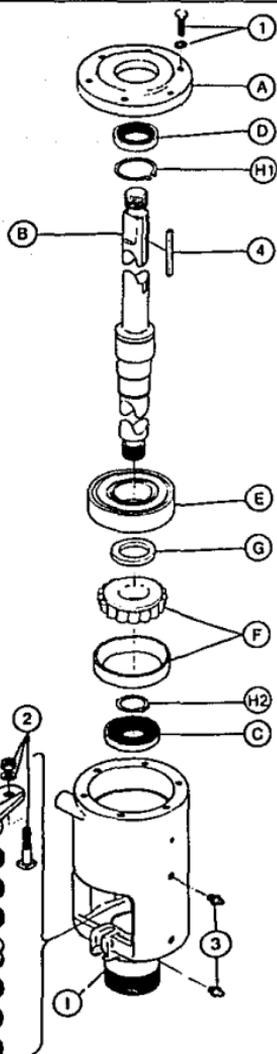


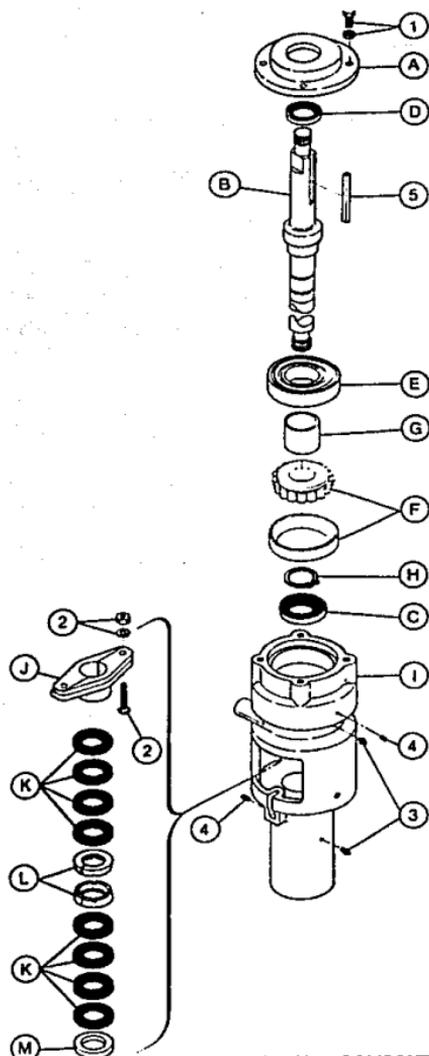
Fig. II.13.C CABEZAL IMPULSOR DE ANGULO RECTO DH-30.



	Nº PARTE
A - PLACA CUBIERTA	N10002
B - FLECHA IMPULSORA	+N1000A
C - GRASERA (EMPUJE)	* * 8
D - GRASERA (RADIAL)	* + 8
E - COJINETE RADIAL	+ 8
F - COJINETE EMPUJE	+ 8
G - ESPACIADOR	+ 8
H1 - ANILLO SEGURO	+ 8
H2 - ANILLO SEGURO	+ 8
I - CARCASA	N10001
J - GRAMPA DE EMPAQUE (2 REQ.)	8 N10003
K - EMPAQUES	N10012
L - ANILLO LANTERN	N10013
* - PARA EL JGO. DE GRASERA	N10K10
+ - PARA EL JGO. FLECHA/COJINETES (LOS COJINETES VIENEN SOBRE LA FLECHA DESDE LA FABRICA)	N10K04
8 - PARA EL JGO. DE COJINETES PARA UN JGO. DE DOS	N10K07 N10K03

	TAMAÑO	CANT.
1 - TORNILLO DE PLACA CUBIERTA	1/4-20x1 1/4"	6
ROLDANA CANDADO	1/4"	6
2 - TORNILLO DE GRAMPA EMPAQUE	3/8-16x2"	2
ROLDANA CANDADO	3/8"	2
TUERCA	3/8"-16	2
3 - TAPONES	1/8"NPT	2
4 - LLAVE	1/4" SQ x 5	1

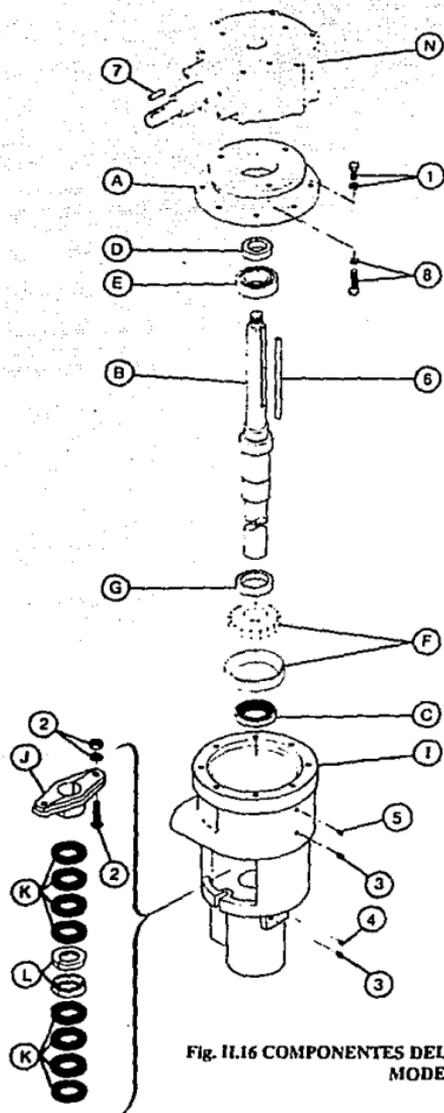
Fig. II.14 COMPONENTES DEL CABEZAL IMPULSOR VERTICAL MODELO DH-10.



	N ^o PARTE
A - PLACA CUBIERTA	N20002
B - FLECHA IMPULSORA	+ N2000A
C - GRASERA (EMPUJE)	* + 8
D - GRASERA (RADIAL)	* + 8
E - COJINETE RADIAL	+ 8
F - COJINETE EMPUJE	+ 8
G - ESPACIADOR	+ 8
H - ANILLO SEGURO	+ 8
I - CARCASA	N20001
J - GRAMPA DE EMPAQUE (2 REQ.)	● N15003
K - EMPAQUES	N15012
L - ANILLO LANTERN	N15013
M - ROLDANA DE EMPAQUE	N15005
* - PARA EL JGO. DE GRASERA	N15K10
+ - PARA EL JGO. FLECHA/COJINETES (LOS COJINETES VIENEN SOBRE LA FLECHA DESDE LA FABRICA)	N20K04
8 - PARA EL JGO. DE COJINETES	N20K07
● - PARA UN JGO. DE DOS	N15K03

	TAMAÑO	CANT.
1 - TORNILLO DE PLACA CUBIERTA	1/4-13x11/4"	6
ROLDANA CANDADO	1/2"	4
2 - TORNILLO DE GRAMPA EMPAQUE	1/2-13x4 1/2	2
ROLDANA CANDADO	1/2"	2
TUERCA	1/2"-13	2
3 - TAPONES	1/8"	2
4 - TAPON	1/8" NPT	2
5 - LLAVE	1/2" SQ x 5"	1

Fig. 11.15 COMPONENTES DEL CABEZAL IMPULSOR VERTICAL MODELO DH-20.

**N^o PARTE**

A - PLACA CUBIERTA	N30002
B - FLECHA IMPULSORA	+
C - GRASERA (EMPUJE)	* + 8
D - GRASERA (RADIAL)	* + 8
E - COJINETE (RADIAL)	+ 8
F - COJINETE (EMPUJE)	+ 8
G - ESPACIADOR	+ 8
I - CARCASA	N30001
J - GRAMPA DE EMPAQUE (2 REQ.)	Ø N15003
K - EMPAQUES	N15012
L - ANILLO LANTERN	N15013
N - REDUCTOR DE ENGRANES	N30050
* - PARA EL JGO. DE GRASERA	N30K10
+ - PARA EL JGO. FLECHA/COJINETES (LOS COJINETES VIENEN SOBRE LA FLECHA DESDE LA FABRICA)	N30K04
Ø - PARA EL JGO. DE COJINETES	N30K07
Ø - PARA UN JGO. DE DOS	N15K03

TAMAÑO CANT.

1 - TORNILLO DE PLACA CUBIERTA	5/8" 11 x 11/2"	8
ROLDANA CANDADO	5/8"	8
2 - TORNILLO DE GRAMPA EMPAQUE	1/2"-13 x 4 1/2"	2
ROLDANA CANDADO	1/2"	2
TUERCA	1/2"-13	2
3 - TAPONES	1/8"	2
4 - TAPON	1/8" NPT	1
5 - TAPON RELEVADOR DE PRESION	1/8"	1
6 LLAVE	3/8" SQ x 6"	1
7 LLAVE	5/16" SQ x 2"	1
8 TORNILLO DEL REDUCTOR DE ENGRANES	1/2"-13 x 11/4"	3
ROLDANA CANDADO	1/2"	3

Fig. II.16 COMPONENTES DEL CABEZAL IMPULSOR VERTICAL
MODELO DH-30.

lubricante debe cambiarse cada 2500 hrs de operación o cada seis meses, lo que suceda primero. Si la unidad está operando en medio ambiente muy sucio o en temperaturas extremas el lubricante deberá cambiarse más frecuentemente.

2.5.2 AJUSTE, LUBRICACION Y CAMBIO DE ESTOPERO

A. Cabezal impulsor vertical

El estopero debe ser lubricado al menos una vez por semana con grasa base litio. Inyectar la grasa por la grasería inferior hasta que la grasa comience a aparecer alrededor del estopero. Es necesario que el estopero sea apretado de vez en cuando para evitar que la unidad tenga fugas excesivas (Figs. II.13.a y II.13.b).

PRECAUCION: NO SOBREPRETAR EL ESTOPERO.

Es necesario que exista un poco de fuga para evitar fallas prematuras en el estopero, para disipar el calor y evitar un posible daño a la flecha impulsora debido a la cristalización y sobrecalentamiento.

VERIFICAR QUE EL ESTOPERO ESTE APRETADO PAREJO DE TODOS LADOS:

Gradualmente el ajuste se irá perdiendo y no será posible apretar más el estopero. Entonces puede añadirse un empacamiento adicional. Desconectar la corriente de la bomba, quitar las tuercas, roldanas de presión y las dos mitades de empaques del cabezal impulsor. Agregar tantos anillos de empaque como sea necesario y reemplazar las mitades de empaques, tuercas y roldanas de presión. Arrancar la bomba y realizar los ajustes apropiados para controlar fugas.

Después de repetidos aprietes y varias adiciones de anillos de empaque, se alcanzará un punto en que por más anillos que se adicionen seguirá habiendo fuga. En este momento será necesario quitar todo el conjunto de empaques viejo y poner uno nuevo. Quitar el ensamble del estopero, en la forma indicada, para retirar se empacamiento viejo y el anillo espaciador, utilizando una herramienta apropiada. (En el cabezal impulsor DH-20 hay una roldana de empaque debajo del último anillo, ésta no debe de ser removida).

Colocar los nuevos anillos de empaque en la siguiente forma (Figs. II.14 y II.15):

4 anillos de empaque
DH-20, DH-30 anillo Lantern
4 anillos de empaque

3 anillos de empaque
DH-10 anillo Lantern
3 anillos de empaque

Cambiar las mitades del ensamble empacador, las tuercas y roldanas de presión. Arrancar la bomba y hacer los ajustes apropiados para el control de fugas.

Empaques estándar de asbesto o gráfíto tipo hoja enrollada, pueden ser utilizados.

B. Cabezal impulsor de ángulo recto

El cabezal impulsor de ángulo recto no tiene grasera para inyectar grasa al estopero. Por tal motivo debe utilizarse un empacamiento autolubricante; por ejemplo, de teflón, plomo o grafíto.

El procedimiento para ajustar el estopero y controlar es el mismo que el del cabezal impulsor vertical. La diferencia es que el conjunto de empaques lo forman 5 anillos y no hay anillo espaciador (lantern) (Figs. II.7 y II.8). También, debido a que los empaques autolubricantes tienden a suavizarse, puede utilizarse un empacamiento de cuerda como anillo superior. El arreglo de empacamiento estándar es de 5 anillos de gráfíto y un sexto anillo de cuerda de gráfíto. El empaque de gráfíto tiende a disolverse con el uso, por lo que generalmente no es necesario quitar el empacamiento viejo como sucede en el caso del empaque tipo hoja enrollada de asbesto. Cuando se agreguen empaques siempre asegurarse de quitar primero el anillo empacador de cuerda y colocar en la parte superior los anillos de empaque nuevos.

CAPITULO III

FUNCIONAMIENTO

En el interior del estator gira el rotor impulsado desde la superficie por una sarta de varillas de succión convencionales. Este movimiento genera cavidades de tal manera que el fluido que llega a la primera cavidad es inmediatamente impulsado hacia la siguiente cavidad en forma progresiva ascendente, hasta la descarga de la bomba, la cual debe encontrarse permanentemente sumergida en el fluido que se bombea. En esta forma, el fluido en su trayectoria a la superficie llega hasta el cabezal de tuberías donde se canaliza a la línea de escurrimiento.

PRINCIPIO TEORICO

El desplazamiento de la Bomba de Cavidades Progresivas (BCP) es directamente proporcional a: el área transversal del rotor, su excentricidad, la longitud de la línea de sello helicoidal del estator y la velocidad de rotación del rotor. Consiste de un engranaje simple helicoidal (rotor) el cual gira dentro de un doble engranaje elastomérico helicoidal (estator) del mismo diámetro mínimo, ver Fig. III.1.

La distancia que se desplaza una cavidad en un giro completo del rotor es igual a dos veces la longitud de la línea de sello entre el rotor y el estator; la línea de sello del rotor está definida por la distancia cresta a cresta del mismo. Conforme el rotor gira excéntricamente, se generan cavidades selladas, defasadas 180° entre sí; estas progresan desde la succión hasta la descarga de la bomba. Cuando una cavidad disminuye, otra se genera al mismo ritmo resultando en un flujo continuo. El área transversal de las cavidades permanece constante sin importar la posición del rotor en el estator, ver Fig. III.2.

Al mismo tiempo que se está progresando en el plano transversal, se está progresando en el plano axial. Esta acción llega a producir un conjunto de acciones entre los elementos interno y externo (rotor y estator). Esto se puede observar fácilmente tomando varios cortes de sección transversal encontrando a su vez el plano axial en varias localizaciones en la etapa y esto se hace encontrando los centros de los elementos interno y externo.

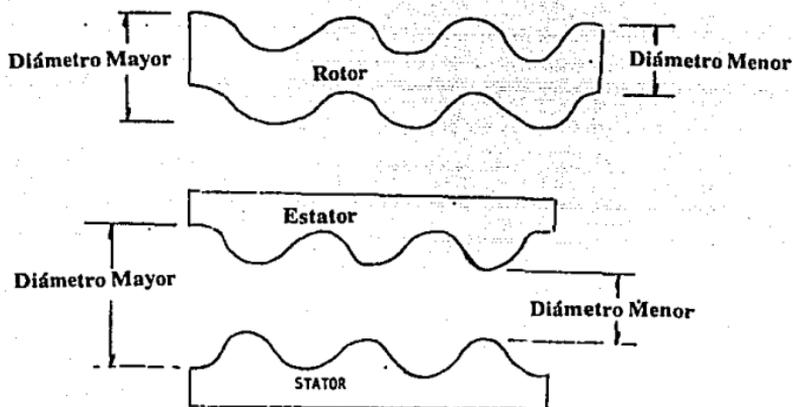


Fig. III.1 RELACION DE DIAMETROS (ROTOR/ESTATOR).

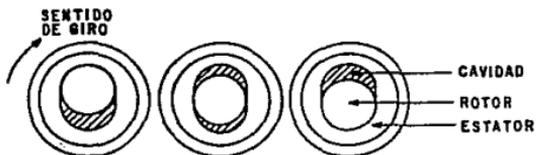


Fig. III.2 AREA TRANSVERSAL DE CAVIDADES CONSTANTE.

Después la bomba crea una cavidad progresiva a lo largo del plano axial siguiendo en el plano transversal. Otra regla simple puede ser manteniendo constantes las áreas para cada uno de los miembros (rotor y estator). Ver Fig. III.3.

La bomba genera presión debido a que tiene una línea de sello completa, entre el rotor y el estator para cada cavidad. Así el número de veces que las líneas de sellos se repitan, es el número de etapas de la bomba y por tanto su capacidad de generar presión. De tal manera que un mayor número de etapas, permite colocar la bomba a una mayor profundidad.

Normalmente una etapa es diseñada y fabricada para ser 1.1 a 1.5 tiempos la longitud de cresta a cresta del mismo. La razón para esto es asegurar el sello total entre el rotor y el estator para lograr la presión que se desea en $\text{lb/pg}^2/\text{etapa}$, así, en orden para sostener una vida de operación deseable. La Fig. III.4 muestra estas relaciones entre la longitud del estator y el rotor.

Las bombas de desplazamiento positivo presentan el fenómeno de resbalamiento, consistente en la disminución del volumen desplazado (gasto). El resbalamiento está gobernado por la diferencia de presión entre la succión y la descarga, es independiente de la velocidad de giro del rotor y dependiente del número de etapas, de la viscosidad del fluido bombeado y del ajuste entre rotor/estator. La curva en la Fig. III.5 muestra gráficamente la definición de resbalamiento (disminución en el desplazamiento del fluido).

Las Figs. III.6 y III.7 muestran los efectos de la viscosidad de los fluidos y la compresión total respectivamente en el resbalamiento que es la disminución del volumen desplazado (gasto). En la Fig. III.6 se pueden ver los efectos de la viscosidad del fluido en relación al resbalamiento. A más alta viscosidad, hay más disminución de gasto a ciertas presiones dadas. Esto se debe a que el incremento de viscosidad puede servir como resistencia del flujo en cualquier dirección. Un fluido de viscosidad más alta no puede fluir fácilmente dentro de la cavidad causando cavitación, ocurre entonces un decremento en el desplazamiento por disminución de las revoluciones del rotor.

Los fluidos de más alta viscosidad crean incrementos de caídas de presión por fricción en la línea de producción y en la tubería de descarga. Estas causan altas presiones en la línea, la cual a su vez puede llevar altas presiones diferenciales e incrementar más el resbalamiento.

La Fig. III.7 muestra los efectos totales de estator/rotor en el resbalamiento. Como la compresión total entre el estator y el rotor disminuye, a cada dentro de la bomba aumenta con un incremento en la presión diferencial.

Fig. III.3
Principio de Operación.

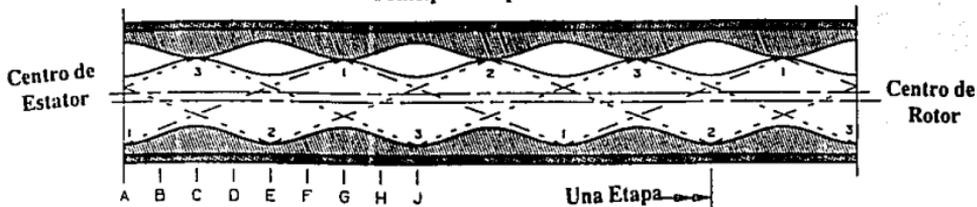
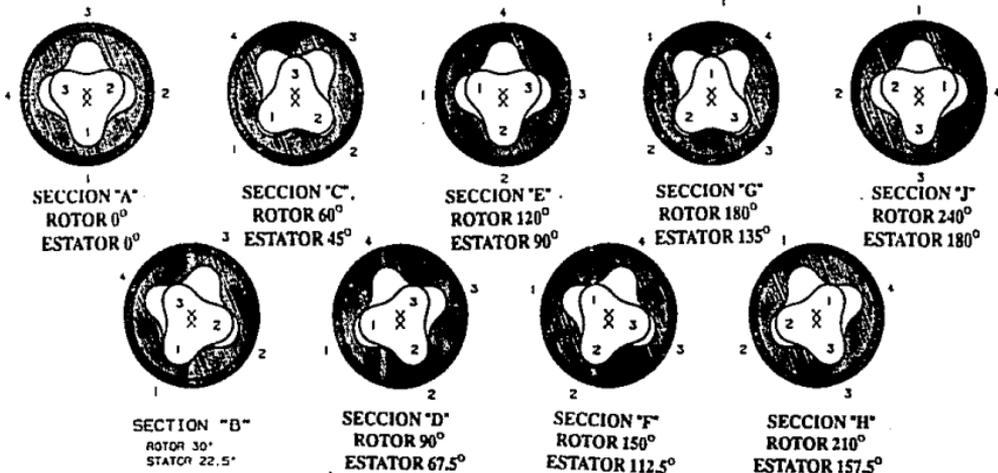
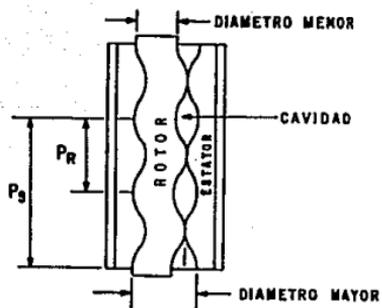


Fig. III.3





P_R - LONGITUD CRESTA A CRESTA DEL ROTOR
 P_S - LONGITUD CRESTA A CRESTA DEL ESTATOR

Fig. III.4 RELACIONES CRESTA A CRESTA.

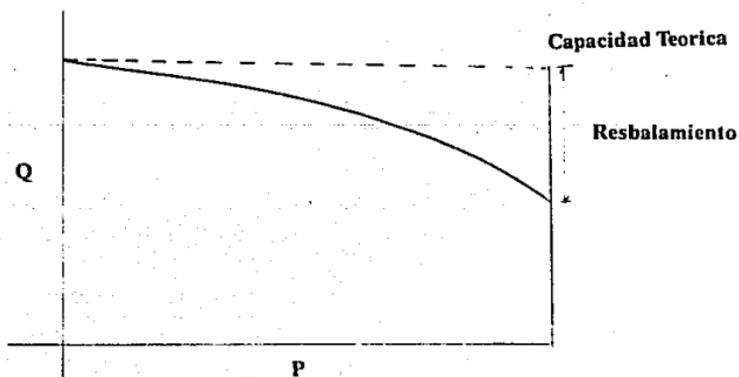


Fig. III.5 RESBALAMIENTO GRAFICO.

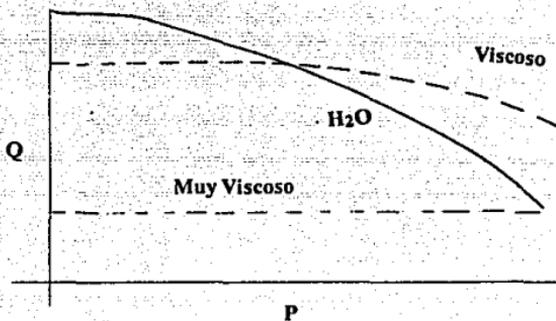


Fig. III.6 EFECTOS DE LA VISCOSIDAD EN EL RESBALAMIENTO.

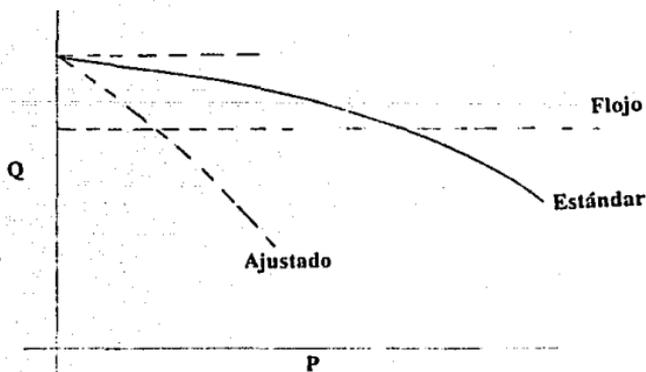


Fig. III.7 EFECTOS DE LA COMPRESION EN EL RESBALAMIENTO.

El desplazamiento continuo de la bomba se calcula considerando que la velocidad de giro del rotor y el área transversal de flujo, son constantes:

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots 1)$$

El área de sección transversal puede ser fácilmente determinada calculando el área de la sección transversal del estator y restando el área de la sección transversal del rotor. Las dimensiones del estator y el rotor son mostradas en las Figs. III.8 y III.9. Para obtener el área de el círculo y el rectángulo los cuales se forman arriba del área de la sección transversal, el área de la cavidad remarcada puede ser determinada:

$$A = Ae - Ar \dots\dots\dots 2)$$

Donde:

$$Ae = \pi \frac{Dr^2}{4} + 4E Dr \dots\dots\dots 3)$$

$$Ar = \pi \frac{Dr^2}{4} \dots\dots\dots 4)$$

Quedando A:

$$A = 4E Dr \dots\dots\dots 5)$$

Donde:

- Q = Desplazamiento de bomba (gasto)
- A = Area de flujo
- Ae = Area del estator
- Ar = Area del rotor
- Dr = Diámetro del rotor
- E = Excentricidad

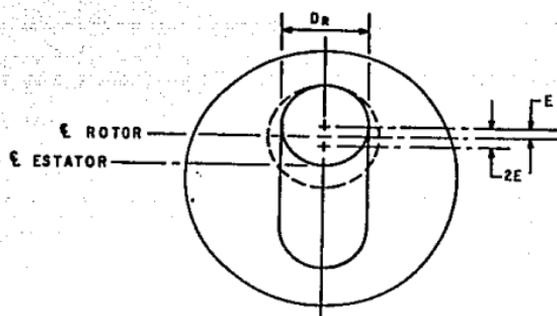


Fig. III.8 EXCENTRICIDAD DEL ROTOR/ESTATOR.

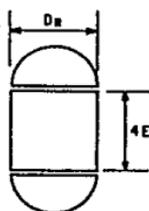


Fig. III.9 AREA DEL ESTATOR.

Una etapa de la bomba es la cavidad formada entre cada dos puntos de contacto, del contorno interno del estator. La velocidad con que se desplaza una cavidad dentro del estator para un giro completo del rotor, determina la velocidad del fluido a través de la bomba. Para distancias cresta a cresta mayores, mayor longitud de la línea de sello y en consecuencia mayor velocidad del fluido a lo largo de la bomba. La expresión para calcular la velocidad es:

$$V = N \text{ Lrc} \dots \dots \dots 6)$$

Donde:

V = Velocidad del fluido

N = Velocidad del rotor

Lrc = Distancia recorrida por una cavidad durante un giro completo del rotor

Sustituyendo las ecuaciones 5) y 6) en la ecuación 1):

$$Q = (4E \text{ Dr}) \text{ Lrc} \text{ N} \dots \dots \dots 7)$$

Por lo tanto la ecuación 7) representa el desplazamiento teórico de la bomba.

El desarrollo de la BCP ha traído consigo la disponibilidad de diversos materiales elastoméricos del estator a fin de hacer su aplicación factible en condiciones adversas de operación.

La BCP por diseño pueden manejar un amplio rango de aplicaciones debido a su diseño y amplio desarrollo de materiales de construcción. El rotor de metal helicoidal simple, colocado en el doble estator elastómero helicoidal sin válvula interna dan a la bomba sus múltiples ventajas. El área de sección transversal constante de la cavidad de la bomba teóricamente produce un flujo sin pulsaciones. Crudos viscosos, gaseosos y arenosos no causan efectos adversos en la operación de la bomba.

CAPITULO IV

DISEÑO Y APLICACION

El diseño se realizará de acuerdo a la longitud del estator y el rotor, con sus respectivos diámetros, profundidad de colocación de la bomba y velocidad de bombeo con base en la información del pozo y de los fluidos que se desean bombear.

IV.1 MATERIAL DE CONSTRUCCION

El continuo desarrollo de materiales de construcción de la Bomba de Cavidades Progresivas (BCP) ha logrado que se adapte para un amplio rango de condiciones del pozo.

El estator consiste de un tubo de acero con un elastómero enlazado dentro, el elastómero (rotor) es moldeado con la configuración de una doble hélice, el rotor es normalmente fabricado de acero y cromo plateado.

El estator elastomérico y el rotor cromado proveen una resistencia al incremento de abrasión más que otras bombas convencionales que presten servicio al mismo pozo, ó en pozos que contengan producción de arena ó fluidos con características abrasivas. Los elastómeros han sido desarrollados para operar en pozos que manejan crudos altamente aromáticos, con alto contenido de salmueras, sulfuro de hierro, sulfuro de hidrógeno u otros fluidos característicos.

Los sólidos tienden a formar flujos abrasivos, mientras que los elementos elastoméricos permiten que las partículas pasen a través de la bomba. A algunas áreas de la bomba se provee de servicios superiores esto es en producción de gas, trazas de carbón donde las finas arenas fracturadas se inician junto con el movimiento del agua producida. Tambien en producción de aceite pesado donde la acumulación de arena es frecuente, en su movimiento junto con el aceite.

A su vez un tipo de elastómero ha sido también desarrollado para medio ambiente de alta temperatura semejante a los encontrados en inyección de vapor u operaciones de alta temperatura.

IV.2 DISEÑO Y SELECCION

El diseño y selección del equipo de bombeo electromecánico rotatorio que se presenta a continuación se incluyen dos ejemplos. Se considera necesario mencionar que el éxito del diseño depende directamente de la confiabilidad de la información disponible.

La información necesaria para la elaboración de un diseño de equipo electromecánico rotatorio en pozos petroleros productores de aceite es la siguiente:

1. Datos del pozo

- Tamaño de la tubería de revestimiento.
- Tamaño de la tubería de producción, tipo y rosca.
- Intervalo disparado ó agujero descubierto.
- Profundidad de colocación de la bomba.

2. Datos de producción

- Presión en la cabeza del pozo.
- Gasto actual de producción (si está disponible).
- Nivel dinámico al ritmo de producción.
- Nivel estático.
- Temperatura de fondo.
- Relación gas-aceite.
- Porcentaje de agua producida.
- Gasto de producción deseado.

3. Propiedades de los fluidos

- Densidad relativa del aceite.
- Viscosidad del aceite a temperatura de fondo.

4. Fuentes de potencia

- Voltaje primario disponible.
- Frecuencia.
- Una fase o dos fases.

5. Varios

- Contenido de arena o de otros sólidos.
- Composición química de los fluidos del pozo.
Acido Sulhídrico (H_2S), Bióxido de carbono (CO_2) y aromáticos, pueden dañar el elastómero del estator
- Tratamiento químico (si lo hay).

- d) Paraffina
f) Comentarios

EJEMPLO 1.- Diseño y selección de equipo.

Profundidad de colocación de la bomba	2700 pies
Gasto deseado para producir	45 bpd
Temperatura de fondo	110 °F
CO ₂ , H ₂ S	ninguno
Viscosidad a 110 °F	200 cp
T.P.	2 3/8 "
T.R.	5 1/2 "
Tratamiento químico	ninguno
Potencia eléctrica	460 V, 3 fases, 60 Hz.

Procedimiento

- Paso 1.** La temperatura de operación es menor a 135 °F. No se tiene manifestación de CO₂ ó H₂S y no hay tratamiento químico.
- Paso 2.** Con los datos de gasto y profundidad se selecciona la bomba apropiada en la tabla 4.1: 14 etapas 3.
- Paso 3.** De la curva de comportamiento de la bomba 14 etapas 3 (Fig. IV.8), se encuentra que se requiere una velocidad de 230 rpm para obtener 45 bpd desde 2700 pie.
- Paso 4.** A. El impulsor de ángulo recto apropiado es 6K (Tabla IV.2).
B. El cabezal impulsor vertical apropiado es un DH-20.
- Paso 5.** Para la bomba 14 etapas 3, el motor eléctrico requerido varía de 3 a 7.5 Hp. Para esta aplicación seleccione 5 Hp. El reductor 6K de ángulo recto, necesita un motor de 5 Hp y 1750 rpm.

Paso 6. De la tabla (4.4 a 4.13) de selección de poleas: La velocidad más cercana a la del paso 3 en la tabla es 225 rpm.

A. Cabezal Impulsor de ángulo recto 6K

Polea del motor	5.4 pg	2B
Polea del reductor	8.6 pg	2B
Flecha del motor (masa)	1 1/8 pg	SDS
Flecha del reductor (masa)	1 pg	SK
Bandas (2)		B54

B. Cabezal Impulsor vertical DH-20

Polea del motor	4.24 pg	2B
Polea del reductor	20.0 pg	2B
Flecha del motor (masa)	1 3/8 pg	SH
Flecha del reductor (masa)	2 pg	SF
Bandas (2)		B75

Paso 7. De la tabla 4.3 se tiene que las varillas recomendadas son API de 3/4 pg.

Paso 8. De las especificaciones de la bomba: El diámetro del estator es de 2 7/8 pg, del rotor cresta a cresta 1.39 pg. Por lo tanto, no hay problema para introducirlo en TR de 5 1/2 pg y en TP de 2 3/8 pg.

Paso 9. Seleccione un Econfilter o dispositivo similar *

Paso 10. Usar un tablero de control con contacto NEMA tamaño 1, para el motor de 5 Hp.

Paso 11. No se requerirán freno ni control electrónico de sobrecarga.

* No hay literatura disponible.

EJEMPLO 2.-DISEÑO Y SELECCION

Profundidad de colocación de la bomba	1900 pies
Gasto deseado para producir	400 bpd
Temperatura de fondo	115 °F
CO ₂ , H ₂ S	ninguno
Viscosidad a 115 °F	350 cp
T.P.	2 7/8 "
T.R.	7 "
Tratamiento químico	ninguno
Potencia eléctrica	460 V, 3 fases, 60 Hz.

Procedimiento

- Paso 1.** La temperatura de operación es menor a 135 °F. No se tiene manifestaciones de CO₂ ó H₂S y no hay tratamiento químico.
- Paso 2.** Con los datos de gasto y profundidad se selecciona la bomba apropiada en la tabla IV.1: 9 etapas 5.
- Paso 3.** De la curva de comportamiento de la bomba 9 etapas 5 (Fig. IV.7), se encuentra que se requiere una velocidad de 440 rpm para obtener 400 bpd desde 1900 pie.
- Paso 4.** A. El impulsor de ángulo recto apropiado es 6K (Tabla 4.2).
B. El cabezal impulsor vertical apropiado es un DH-20.
- Paso 5.** Para la bomba 9 etapas 5, el motor eléctrico requerido varía de 7.5 a 10 Hp. Para esta aplicación seleccione 10 Hp. El reductor 6K de ángulo recto, necesita un motor de 10 Hp y 1750 rpm. El cabezal impulsor vertical DH-20 necesita un motor de 10 Hp a 1140 rpm.
- Paso 6.** De la tabla (4.4 a 4.13) de selección de poleas: La velocidad más cercana a la del paso 3 en la tabla es 435 rpm.

A. Cabezal Impulsor de ángulo recto 6K

Polea del motor	6.8 pg	2B
Polea del reductor	5.6 pg	2B
Flecha del motor (masa)	1 3/8 pg	SDS
Flecha del reductor (masa)	1 pg	SK
Bandas (2)		B52

B. Cabezal Impulsor vertical DH-20

Polea del motor	4.8 pg	2B
Polea del reductor	12.4 pg	2B
Flecha del motor (masa)	1 5/8 pg	SDS
Flecha del reductor (masa)	2 pg	SK
Bandas (2)		B60

Paso 7.- De la tabla 4.3 se tiene que las varillas recomendadas son API de 3/4 pg.

Paso 8.- De las especificaciones de la bomba: El diámetro del estator es de 3 2/3 pg, del rotor cresta a cresta 1.910 pg. Por lo tanto, no hay problema para introducirlo en TR de 7 pg y en TP de 2 7/8 pg.

Paso 9.- Seleccione un Econfilter o dispositivo similar *

Paso 10.- Use un tablero de control con contacto NEMA tamaño 1, para el motor de 10 Hp.

Paso 11.- Si se usa un cabezal impulsor de ángulo recto 6K deberá instalarse un freno. Un control electrónico de sobrecarga en el tablero de control opcional.

* No hay literatura disponible.

IV.3 TABLAS DE SELECCION

TABLA 4.1. RANGOS DE APLICACION DE LA BOMBA DE CAVIDADES PROGRESIVAS.

MODELO	RANGO DE GASTO	RANGO DE CARGA	POTENCIA
	BPD	PIE	HP
5 etapas 2	5 - 36	0 - 1000	1 - 2
5 etapas 3	15 - 122	0 - 1000	0.12 - 1.56*
5 etapas 5	75 - 545	0 - 1000	0.15 - 4.85*
5 etapas 6	125 - 1040	0 - 1000	0.20 - 9.10*
9 etapas 2	5 - 36	0 - 2000	1 - 3
9 etapas 4	35 - 280	0 - 2000	5 - 10
9 etapas 5	75 - 545	0 - 2000	7.5 - 10
14 etapas 3	15 - 120	0 - 3000	3 - 7.5
14 etapas 4	35 - 280	0 - 3000	0.5 - 8.50*
18 etapas 4	35 - 280	0 - 4000	10 - 15

* Valores leídos de la gráfica correspondiente.

No se encontró correspondencia con el valor del factor de seguridad recomendado (1.5).

TABLA 4.2 SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR

I. CABEZAL IMPULSOR DE ANGULO RECTO

TAMAÑO DE BOMBA	PROFUNDIDAD DE COLOCACION (PIE)			
	0 - 1000	1000 - 2000	2000 - 3000	3000 - 4000
5 etapas 2	6K			
5 etapas 3	6K			
9 etapas 2		6K		
9 etapas 3		6K		
9 etapas 4		6K		
9 etapas 5		6K		
14 etapas 3			6K	
18 etapas 3			6K	6K*
18 etapas 4			6K*	10K
18 etapas 5			10K	10K

* Si se usan varillas de 7/8 pg o más grandes utilizar 10K.

II. CABEZALES IMPULSORES VERTICALES: DH-10, DH-20 Y DH-30.

Ver las especificaciones de cabezales impulsores en la sección de especificaciones de equipo.

TABLA 4.3 SELECCION DE VARILLAS DE SUCCION.

TAMAÑO DE BOMBA	PROFUNDIDAD DE COLOCACION (PIE)			
	0 - 1000	1000 - 2000	2000 - 3000	3000 - 4000
5 etapas 2	5/8			
5 etapas 3	5/8			
9 etapas 2	5/8	5/8		
9 etapas 3	5/8	5/8		
9 etapas 4	3/4	3/4		
9 etapas 5	3/4	3/4		
14 etapas 3			3/4	
18 etapas 3			3/4	3/4
18 etapas 4			3/4	7/8
18 etapas 5			7/8	7/8

Peso de las varillas en el aire por unidad de longitud (lb/pie):

Díámetro (pg)	Peso (lb/pie)
1/2	0.72
5/8	1.13
3/4	1.63
7/8	2.22
1	2.90
1 1/8	3.67

TABLA 4.4 SELECCION DE POLEAS

CABEZAL IMPULSOR DE ANGULO RECTO 6K Y MOTOR @ 1750 RPM

SECCION 2B

RPM	RELACION	POLEA DEL CABEZAL IMPULSOR (pg)	POLEA DEL MOTOR (pg)	BANDAS B
61	5.88	20.0	3.4	75
78	4.6	18.4	4.2	72
107	3.35	15.4	4.6	66
125	2.85	15.4	5.4	66
148	2.41	15.4	6.4	66
155	2.30	12.4	5.4	60
185	1.93	12.4	6.4	64
208	1.72	8.6	5.0	54
225	1.59	8.6	5.4	54
241	1.48	6.8	4.6	52
263	1.36	6.8	5.0	52
283	1.26	6.8	5.4	52
316	1.13	6.8	6.0	52
336	1.06	6.8	6.4	54
357	1.00	6.8	6.8	54
380	0.94	6.4	6.8	54
406	0.88	6.0	6.8	52
435	0.82	5.6	6.8	52
452	0.79	6.8	8.6	56
510	0.70	6.0	8.6	56
549	0.65	5.6	8.6	56

TABLA 4.5 SELECCION DE POLEAS

CABEZAL IMPULSOR DE ANGULO RECTO 6K, N3500 Y MOTOR @ 1140 RPM

SECCION 2B

RPM	RELACION	POLEA DEL CABEZAL IMPULSOR (pg)	POLEA DEL MOTOR (pg)	BANDAS B
40	5.88	20.0	3.4	75
51	4.6	18.4	4.2	72
70	3.35	15.4	4.6	66
97	2.41	15.4	6.4	66
120	1.93	12.4	6.4	64
147	1.59	8.6	5.4	54
157	1.48	6.8	4.6	52
185	1.26	6.8	5.4	52
206	1.13	6.8	6.0	52
220	1.06	6.8	6.4	54
233	1.00	6.8	6.8	54
248	0.94	6.4	6.8	54
265	0.88	6.0	6.8	52
295	0.79	6.8	8.6	56
333	0.70	6.0	8.6	56
343	0.68	4.6	6.8	52
388	0.60	5.2	8.6	54
440	0.53	4.6	8.6	54
466	0.50	6.2	12.4	62
496	0.47	4.0	8.6	52
554	0.42	5.2	12.4	60

MASAS (COJINETES) TIPO	TAMAÑO MAXIMO DE LA FLECHA (pg)	RANGO DE POLEAS (pg)
SH	1 5/8	4.4 Y MENOR
SDS	2	4.6 - 6.8
SK	2	7.0 - 18.4
SF	2 15/16	20.0 Y MAYOR

NOTA: LAS RPM PUEDEN VARIAR CON EFICIENCIA VOLUMENTRICA DE LA BOMBA DEBIDO A LAPRESENCIA DE GAS Y A LA VISCOSIDAD.

TABLA 4.6 SELECCION DE POLEAS

CABEZAL IMPULSOR DE ANGULO RECTO 10K, 18N3500 Y MOTOR @ 1750 RPM

SECCION 2B

RPM	RELACION	POLEA DEL CABEZAL IMPULSOR (pg)	POLEA DEL MOTOR (pg)	BANDAS B
74	4.76	20.0	4.2	75
98	3.57	20.0	5.6	75
130	2.70	20.0	7.4	80
164	2.14	18.4	8.6	80
179	1.95	18.4	9.4	80
208	1.68	12.4	7.4	64
243	1.44	12.4	8.6	64
265	1.32	12.4	9.4	66
299	1.17	11.0	9.4	64
321	1.09	9.4	8.6	62
350	1.00	8.6	8.6	60
385	0.91	8.6	9.4	62
407	0.86	6.4	7.4	56
449	0.78	8.6	11.0	64
507	0.69	8.6	12.4	64
538	0.65	8.0	12.4	64

TABLA 4.7 SELECCION DE POLEAS

CABEZAL IMPULSOR DE ANGULO RECTO 10K, 18N3500 Y MOTOR @ 1140 RPM

SECCION 2B

RPM	RELACION	POLEA DEL CABEZAL IMPULSOR (pg)	POLEA DEL MOTOR (pg)	BANDAS B
64	3.57	20.0	5.6	75
84	2.70	20.0	7.4	80
107	2.14	18.4	8.6	80
117	1.95	18.4	9.4	80
136	1.68	12.4	7.4	64
158	1.44	12.4	8.6	64
173	1.32	12.4	9.4	66
194	1.17	11.0	9.4	64
209	1.09	9.4	8.6	62
228	1.00	8.6	8.6	60
250	0.91	8.6	9.4	62
292	0.78	8.6	11.0	64
330	0.69	8.6	12.4	64
351	0.65	8.0	12.4	64
407	0.56	8.6	15.4	72
475	0.48	7.4	15.4	70
543	0.52	6.4	15.4	68

MASAS (COJINETES) TIPO	TAMAÑO MAXIMO DE LA FLECHA (pg)	RANGO DE POLEAS (pg)
SH	1 5/8	4.4 Y MENOR
SDS	2	4.6 - 6.8
SK	2	7.0 - 18.4
SF	2 15/16	20.0 Y MAYOR

NOTA: LAS RPM PUEDEN VARIAR CON LA EFICIENCIA VOLUMETRICA DE LA BOMBA
DEBIDO A LA PRESENCIA DE GAS Y A LA VISCOSIDAD.

TABLA 4.8 SELECCION DE POLEAS

CABEZAL IMPULSOR VERTICAL DH-10 CON REDUCTOR DE ENGRANES 5:2 Y MOTOR @
1750 RPM

SECCION 2B

RPM	RELACION	POLEA DEL CABEZAL IMPULSOR (pg)	POLEA DEL MOTOR (pg)	BANDAS B
60	5.88	20.0	3.4	75
76	4.6	18.4	4.2	72
104	3.35	15.4	4.6	66
123	2.85	15.4	5.4	66
145	2.41	15.4	6.4	66
152	2.30	12.4	5.4	60
181	1.93	12.4	6.4	64
203	1.72	8.6	5.0	54
220	1.59	8.6	5.4	54
236	1.48	6.8	4.6	52
257	1.36	6.8	5.0	52
277	1.26	6.8	5.4	52
310	1.13	6.8	6.0	52
330	1.06	6.8	6.4	54
350	1.00	6.8	6.8	54
372	0.94	6.4	6.8	54
398	0.88	6.0	6.8	52
427	0.82	5.6	6.8	52
443	0.79	6.8	8.6	56
500	0.70	6.0	8.6	56
538	0.65	5.6	8.6	56

TABLA 4.9 SELECCION DE POLEAS

CABEZAL IMPULSOR VERTICAL DH-10 CON REDUCTOR DE ENGRANES 5:1 Y MOTOR @ 1140 RPM

SECCION 2B

RPM	RELACION	POLEA DEL CABEZAL (IMPULSOR) (pg)	POLEA DEL MOTOR (pg)	BANDAS B
39	5.88	20.0	3.4	75
50	4.6	18.4	4.2	72
68	3.35	15.4	4.6	66
95	2.41	15.4	6.4	66
118	1.93	12.4	6.4	64
143	1.59	8.6	5.4	54
154	1.48	6.8	4.6	52
181	1.26	6.8	5.4	52
202	1.13	6.8	6.0	52
215	1.06	6.8	6.4	54
228	1.00	6.8	6.8	54
241	0.94	6.4	6.8	54
259	0.88	6.0	6.8	52
289	0.79	6.8	8.6	56
226	0.70	6.0	8.6	56
335	0.68	4.6	6.8	52
380	0.60	5.2	8.6	54
430	0.53	4.6	8.6	54
456	0.50	6.2	12.4	62
485	0.47	4.0	8.6	52
542	0.42	5.2	12.4	60

MASAS (COJINETES) TIPO	TAMAÑO MAXIMO DE LA FLECHA (pg)	RANGO DE POLEAS (pg)
SH	1 5/8	4.4 Y MENOR
SDS	2	4.6 - 6.8
SK	2	7.0 - 18.4
SF	2 15/16	20.0 Y MAYOR

TABLA 4.10 SELECCION DE POLEAS

**CABEZAL IMPULSOR VERTICAL DH-10 Y DH-20 SIN REDUCTOR DE ENGRANES Y MOTOR @
1140 RPM**

SECCION 2B

RPM	RELACION	POLEA DEL CABEZAL IMPULSOR (pg)	POLEA DEL MOTOR (pg)	BANDAS B
193	5.88	20.0	3.4	75
216	5.26	20.0	3.8	75
239	4.76	20.0	4.2	75
285	4.00	18.4	4.6	72
297	3.83	18.4	4.8	72
322	3.54	18.4	5.2	75
355	3.21	15.4	4.8	66
385	2.96	15.4	5.2	66
428	2.66	15.4	5.8	66
441	2.58	12.4	4.8	60
478	2.38	12.4	5.2	60
550	2.07	12.4	6.0	62

**NOTA: LAS RPM PUEDEN VARIAR CON LA EFICIENCIA VOLUMETRICA DE LA BOMBA
DEBIDO A LA PRESENCIA DE GAS Y A LA VISCOSIDAD.**

TABLA 4.11 SELECCION DE POLEAS

CABEZAL IMPULSOR VERTICAL DH-30 CON REDUCTOR DE ENGRANES 3.78:1 Y MOTOR @
1750 RPM

SECCION 2B

RPM	RELACION	POLEA DEL CABEZAL IMPULSOR (pg)	POLEA DEL MOTOR (pg)	BANDAS B
97	4.76	20.0	4.2	75
130	3.57	20.0	5.6	75
171	2.70	20.0	7.4	80
216	2.14	18.4	8.6	80
237	1.95	18.4	9.4	80
276	1.68	12.4	7.4	64
322	1.44	12.4	8.6	64
351	1.32	12.4	9.4	66
396	1.17	11.0	9.4	64
425	1.09	9.4	8.6	62
463	1.00	8.6	8.6	60
509	0.91	8.6	9.4	62
538	0.86	6.4	7.4	56

MASAS (COJINETES)	TAMAÑO MAXIMO DE	RANGO DE POLEAS
TIPO	LA FLECHA (pg)	(pg)
SH	1 5/8	4.4 Y MENOR
SDS	2	4.6 - 6.8
SK	2	7.0 - 18.4
SF	2 15/16	20.0 Y MAYOR

NOTA: LAS RPM PUEDEN VARIAR CON LA EFICIENCIA VOLUMETRICA DE LA BOMBA
DEBIDO A LA PRESENCIA DE GAS Y A LA VISCOSIDAD.

TABLA 4.12 SELECCION DE POLEAS

CABEZAL IMPULSOR VERTICAL DH-30 CON REDUCTOR DE ENGRANES 3.78:1 Y MOTOR @
1140 RPM

SECCION 2B

RPM	RELACION	POLEA DEL	POLEA DEL MOTOR	BANDAS
		CABEZAL IMPULSOR (pg)	(pg)	B
63	4.76	20.0	4.2	75
84	3.57	20.0	5.6	75
112	2.70	20.0	7.4	80
141	2.14	18.4	8.6	80
155	1.95	18.4	9.4	80
180	1.68	12.4	7.4	64
209	1.44	12.4	8.6	64
228	1.32	12.4	9.4	66
258	1.17	11.0	9.4	64
277	1.09	9.4	8.6	62
302	1.00	8.6	8.6	60
331	0.91	8.6	9.4	62
351	0.86	6.4	7.4	56
387	0.78	8.6	11.0	64
437	0.69	8.6	12.4	64
464	0.65	8.0	12.4	64
539	0.56	8.6	15.4	72

MASAS (COJINETES)	TAMAÑO MAXIMO DE	RANGO DE POLEAS
TIPO	LA FLECHA (pg)	(pg)
SH	1 5/8	4.4 Y MENOR
SDS	2	4.6 - 6.8
SK	2	7.0 - 18.4
SF	2 15/16	20.0 Y MAYOR

NOTA: LAS RPM PUEDEN VARIAR CON LA EFICIENCIA VOLUMETRICA DE LA BOMBA DEBIDO A LA PRESENCIA DE GAS Y A LA VISCOSIDAD.

TABLA 4.13 LA SELECCION DE POLEAS

CABEZAL IMPULSOR DH-20 Y DH-30 CON MOTOR DE 10 HP @ 155 RPM

RPM	POLEAS DEL CABEZAL IMPULSOR (pg)	POLEA DEL MOTOR (pg)	BANDAS B
54	18.4	6.4	75
72	18.4	8.6	75
90	11.0	6.4	60
121	11.0	8.6	64
142	9.4	8.6	60
170	8.6	9.4	60
200	8.6	11.0	64
266	6.4	11.0	60
303	9.4	18.4	77
332	8.6	18.4	75
446	6.4	18.4	75

MASAS	FLECHA DEL MOTOR (pg)	FLECHA DEL CABEZAL IMPULSOR (pg)	POLEAS (pg)
SDS	1 3/4	1 3/4	6.4
SK	1 3/4	1 3/4	8.6, 9.4
			11.0, 18.4

IV.4 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA MOYNO: BOMBAS SUBSUPERFICIALES

ROBBINS & MYERS:

5 ETAPAS 2 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES

ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:

* Longitud del Rotor	29 pg
* Diámetro cresta a cresta del Rotor	0.968-0.972 pg
* Cuerdas del Rotor	5/8 pg-API
* Peso del Rotor	5 lb
* Longitud del Estator	28 5/16 pg
* Diámetro del Estator	1.90 pg
* Cuerdas del Estator	1.90 pg- 10 RD. API
* Peso del Estator	8 lb
* Diámetro del Perno Tope	1/2 pg
* Torsión mínima de arranque	120 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
 - * **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.
- NOTA:** Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 5 Etapas 2 el cabezal impulsor DH-10 y las varillas de 5/8 pg, pueden usarse de 1 a 1000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 1000 pies y/o 500 rpm para este sistema.

- 2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".
- 3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar **APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.**

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

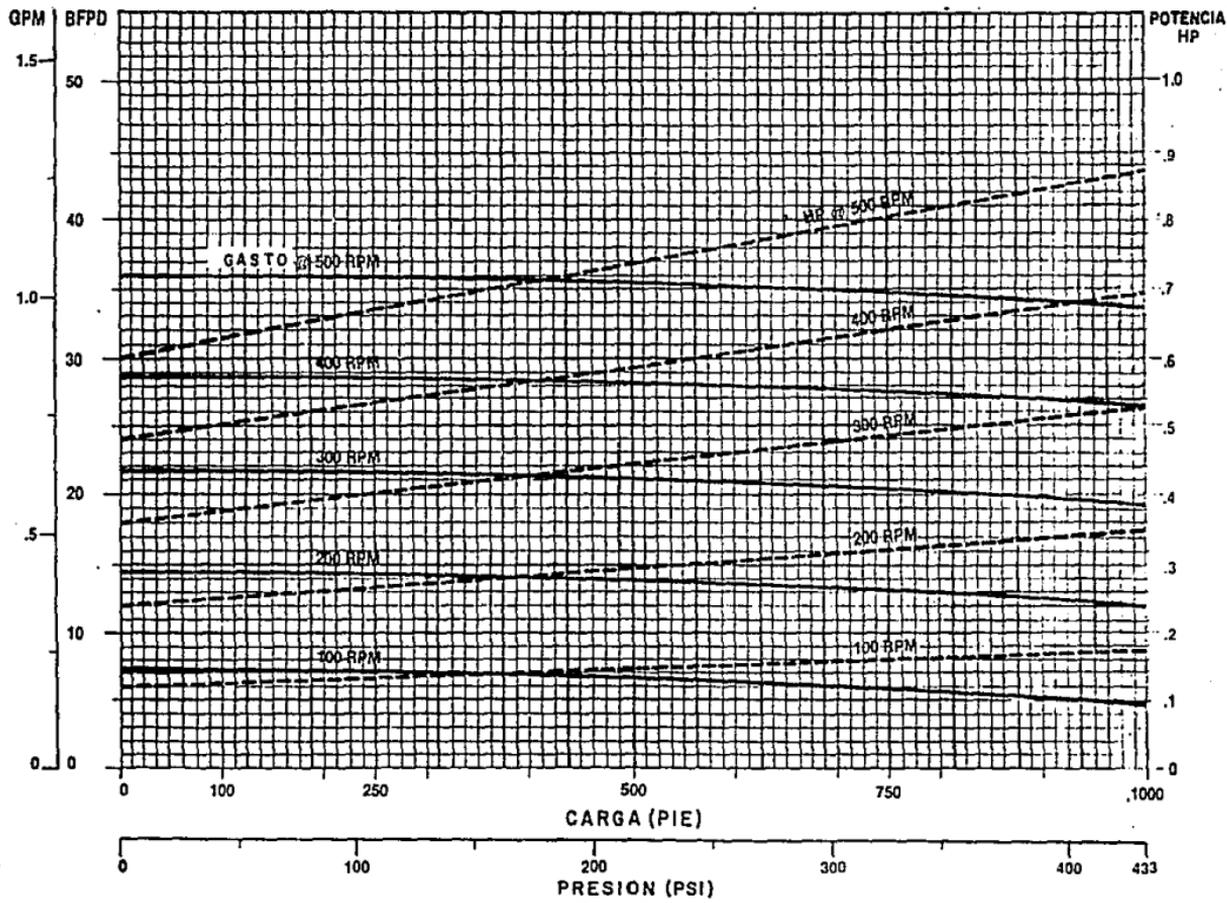
Para conectar la sarta de varillas al rotor debe utilizarse un cople de 5/8 pg.
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.1

CURVAS DE COMPORTAMIENTO 5 ETAPAS 2



ROBBINS & MYERS:**5 ETAPAS 3 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES****ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:**

* Longitud del Rotor	39 pg
* Diámetro cresta a cresta del Rotor	1.386 - 1.390 pg
* Cuerdas del Rotor	3/4 pg-API
* Peso del Rotor	11 1/2 lb
* Longitud del Estator	36 pg
* Diámetro del Estator	2 7/8 pg
* Cuerdas del Estator	2 7/8 pg- 10 RD. API
* Peso del Estator	21 lb
* Diámetro del Perno Tope	5/8 pg
* Torsión mínima de arranque	210 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
 - * **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.
- NOTA:** Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 5 Etapas 3 el cabezal impulsor DH-10 y las varillas de 5/8 pg, pueden usarse de 1 a 1000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 1000 pies y/o 500 rpm para este sistema.

- 2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".
- 3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

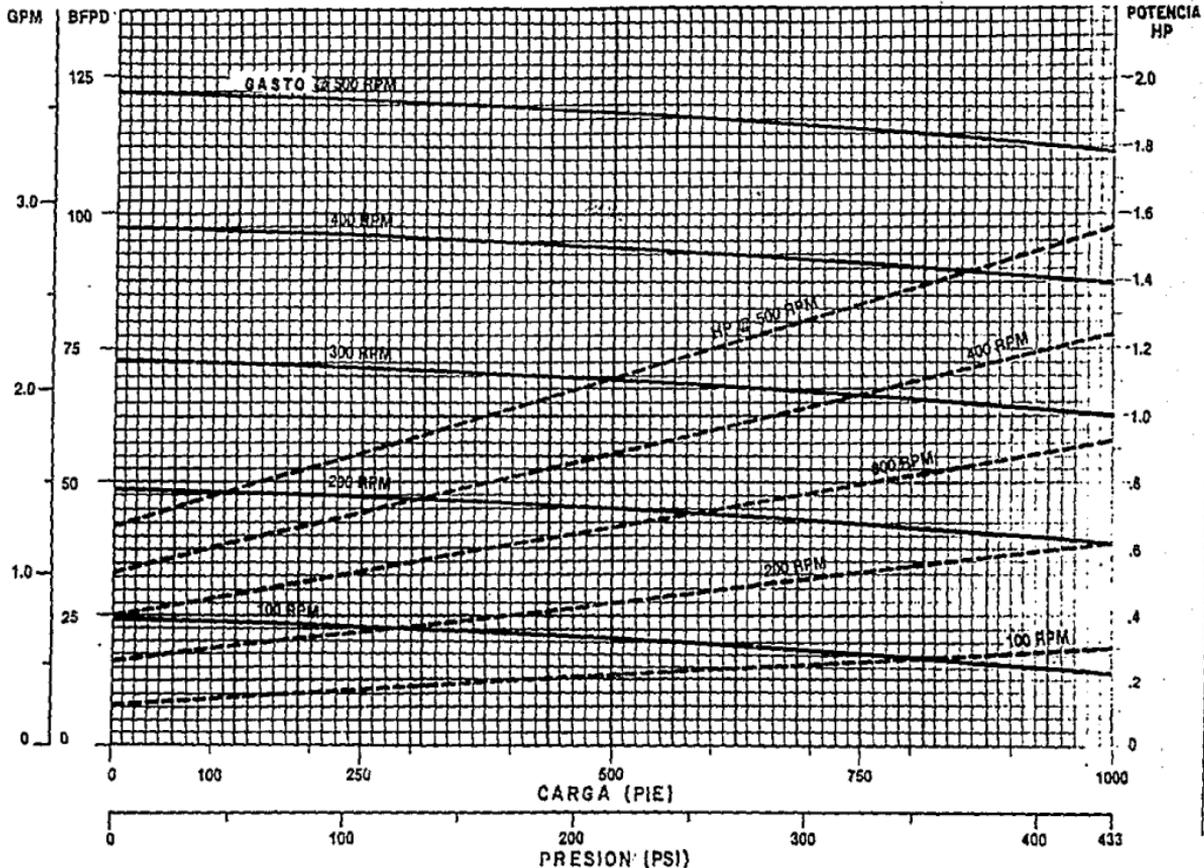
Para conectar la sarta de varillas al rotor debe utilizarse un cople de 5/8 pg.
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.2

CURVAS DE COMPORTAMIENTO 5 ETAPAS 3



FUNCIONAMIENTO

ROBBINS & MYERS:

**5 ETAPAS 5 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES**

ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:

▪ Longitud del Rotor	60 pg
▪ Diámetro cresta a cresta del Rotor	1.906 - 1.910 pg
▪ Cuerdas del Rotor	7/8 pg-API
▪ Peso del Rotor	30 lb
▪ Longitud del Estator	68 pg
▪ Diámetro del Estator	3 2/3 pg
▪ Cuerdas del Estator	2 7/8 pg - 8 RD. API
▪ Peso del Estator	66 1/2 lb
▪ Diámetro del Perno Tope	5/8 pg
▪ Torsión mínima de arranque	630pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
 - * **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.
- NOTA:** Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 5 Etapas 5 el cabezal impulsor DH-20 y las varillas de 5/8 o 3/4 pg, pueden usarse de 1 a 1000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 1000 pies y/o 500 rpm para este sistema.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- 2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".
 3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpa la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

La perforación del cople varillas/rotor no debe ser mayor de 7/8 pg (1 5/8 pg D.E. máximo). La conexión de T.P./estator debe ser de 2 7/8 pg EUE, 6.5 lb-pie (2.441 pg D. I.).

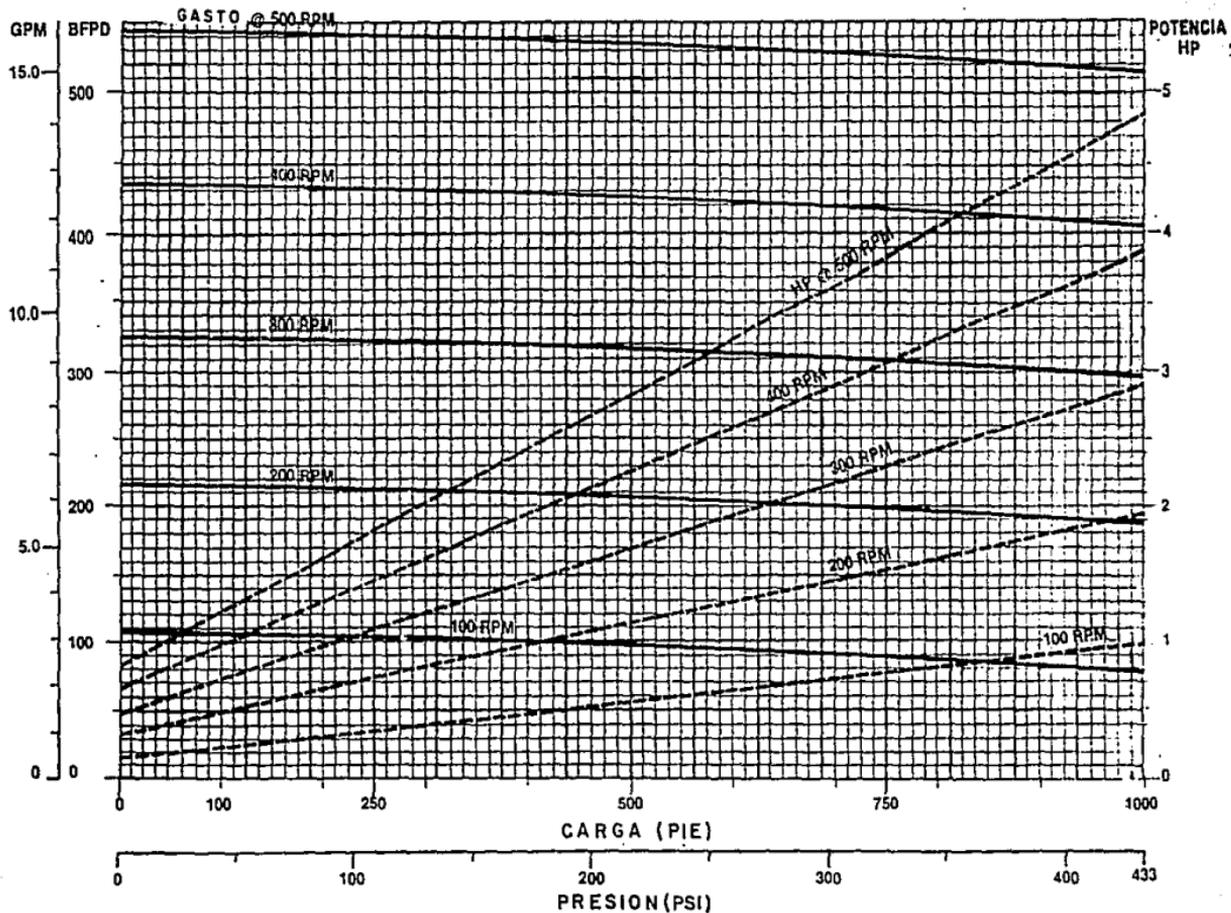
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.3

CURVAS DE COMPORTAMIENTO 5 ETAPAS 5



FUNCIONAMIENTO

ROBBINS & MYERS:

5 ETAPAS 6 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES

ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:

• Longitud del Rotor	84 pg
• Diámetro cresta a cresta del Rotor	2.241 - 2.245 pg
• Cuerdas del Rotor	1.0 pg-API
• Peso del Rotor	53 1/2 lb
• Longitud del Estator	67 pg
• Diámetro del Estator	4 1/2 pg
• Cuerdas del Estator	3 1/2 pg- 8 IUE API
• Peso del Estator	136 1/2 lb
• Longitud del Niple del Estator	32 pg
• Diámetro del Niple del Estator	3 3/4 pg
• Cuerdas del Niple del Estator	3 1/2 pg- 8 RD EUE API
• Peso del Niple del Estator	36 lb
• Diámetro del Perno Tope	7/8 pg
• Distancia del Perno Tope al Elastómero	17 pg
• Torsión mínima de arranque	1214 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

* **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.

* **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.

NOTA: Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 5 Etapas 6 el cabezal impulsor DH-20 y las varillas de 3/4 pg, pueden usarse de 1 a 1000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 1000 pies y/o 500 rpm para este sistema.
- 2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".

3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar **APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.**

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpa la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

En el espaciamiento del rotor la constante de 16 en lugar de la de 8 es agregada para el cálculo de alargamiento de varillas.

La primera junta de tuberías de producción arriba del Estator debe ser 3 1/2 pg, 9.3 lb/pie EUE.

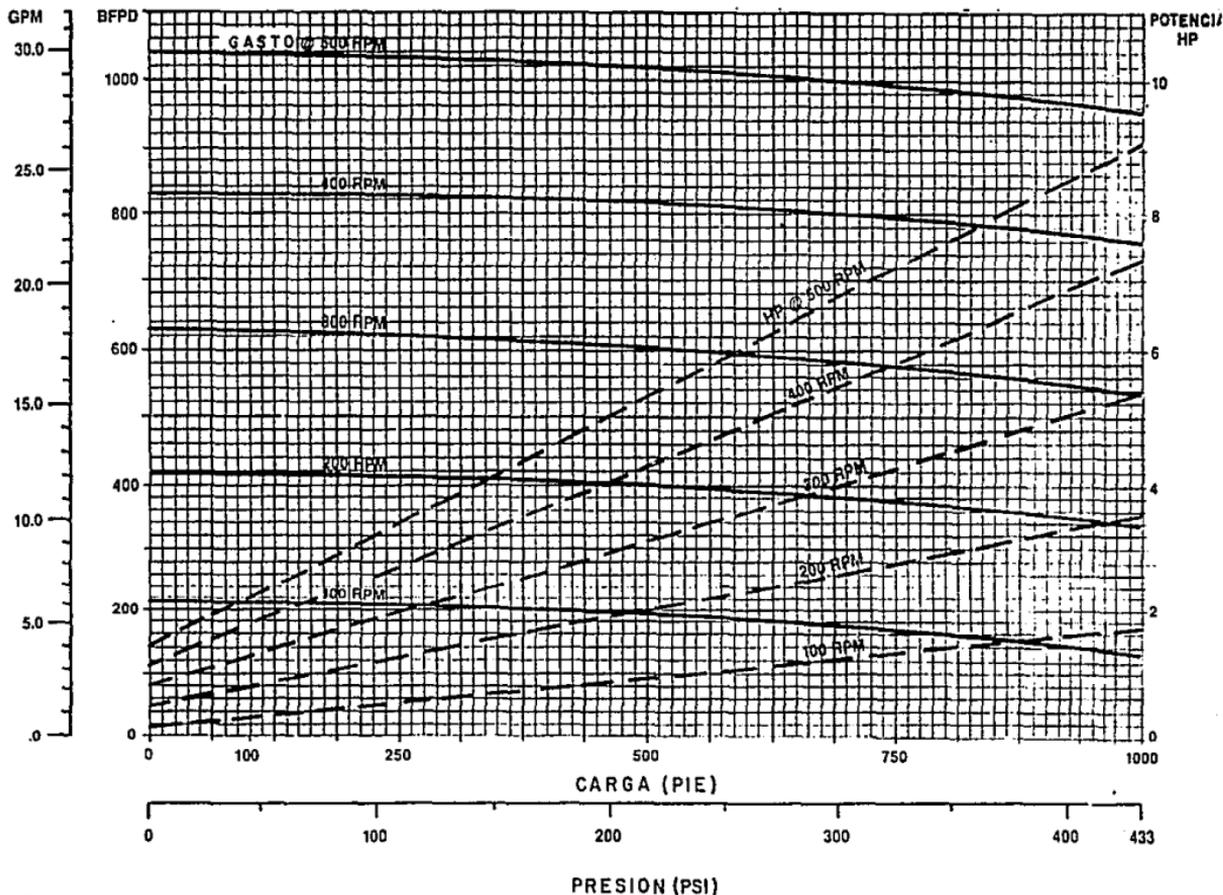
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.4

CURVAS DE COMPORTAMIENTO 5 ETAPAS 6



ROBBINS & MYERS:**9 ETAPAS 2 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES****ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:**

* Longitud del Rotor	45 1/2 pg
* Diámetro cresta a cresta del Rotor	0.968-0.972 pg
* Cuerdas del Rotor	5/8 pg-API
* Peso del Rotor	7 1/2 lb
* Longitud del Estator	44 5/8 pg
* Diámetro del Estator	2 3/8 pg
* Cuerdas del Estator	2 3/8 pg- 10 RD. API
* Peso del Estator	28 1/2 lb
* Diámetro del Perno Tope	1/2 pg
* Torsión mínima de arranque	220 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

* **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.

* **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.

NOTA: Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 9 Etapas 2 el cabezal impulsor DH-10 y las varillas de 5/8 pg, pueden usarse de 1000 a 2000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 2000 pies y/o 500 rpm para este sistema.

2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".

3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Para conectar la sarta de varillas al rotor debe utilizarse un cople de 5/8 pg.

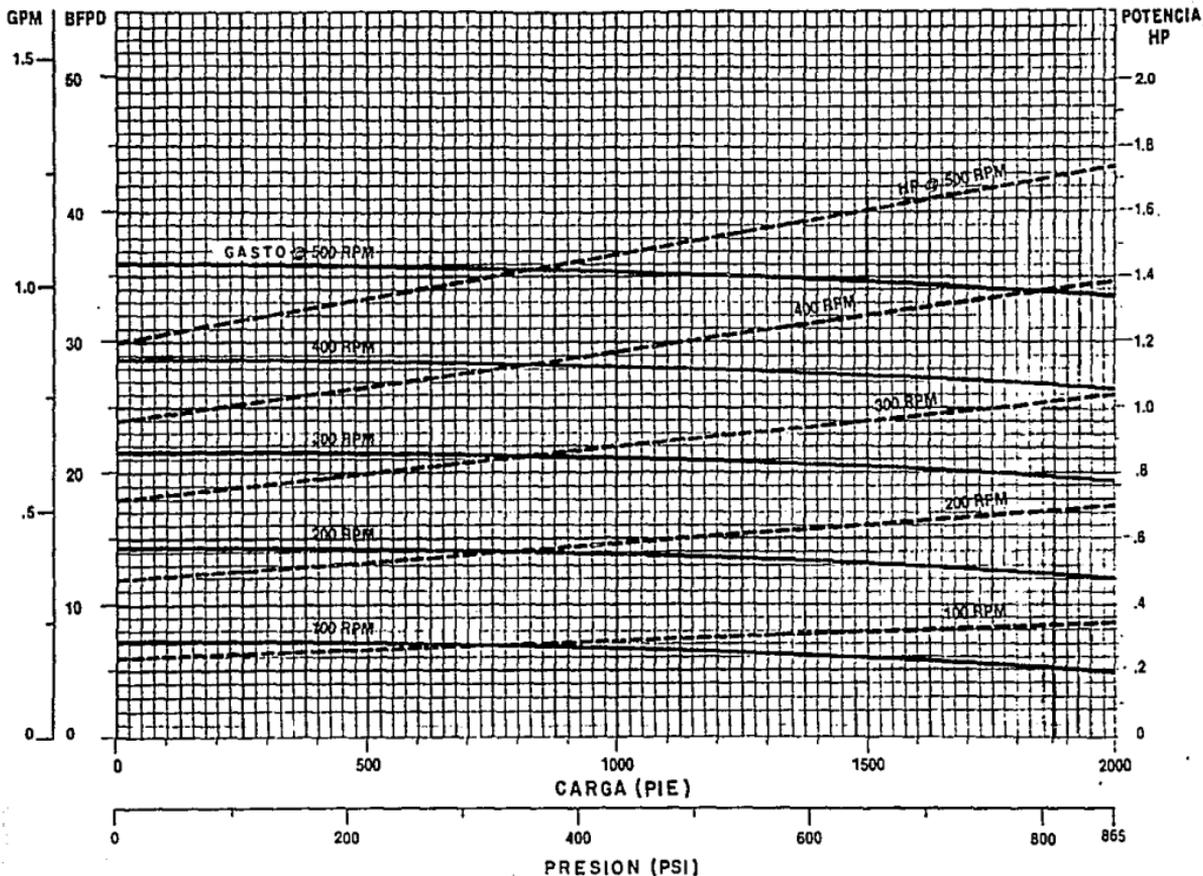
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.5

CURVAS DE COMPORTAMIENTO 9 ETAPAS 2



FUNCIONAMIENTO

ROBBINS & MYERS:**9 ETAPAS 4 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES****ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:**

▪ Longitud del Rotor	90 pg
▪ Diámetro cresta a cresta del Rotor	1.506 - 1.510 pg
▪ Cuerdas del Rotor	7/8 pg-API
▪ Peso del Rotor	30 lb
▪ Longitud del Estator	86 pg
▪ Diámetro del Estator	2 7/8 pg
▪ Cuerdas del Estator	2 7/8 pg - 10 RD. API
▪ Peso del Estator	52 lb
▪ Longitud del Collar	11 1/4 pg
▪ Diámetro del Collar	3 2/3 pg
▪ Cuerdas del Collar (superior)	2 7/8 pg - 10 RD API
▪ Cuerdas del Collar (inferior)	2 7/8 pg - 8 RD API
▪ Peso del Collar	15 lb
▪ Diámetro del Perno Tope	5/8 pg
▪ Torsión mínima de arranque	715 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
- * **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.

NOTA: Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 9 Etapas 4 el cabezal impulsor DH-20 y las varillas de 3/4 pg, pueden usarse de 1000 a 2000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 2000 pies y/o 500 rpm para este sistema.
- 2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".

3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar **APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.**

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpe la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

La perforación del cople varillas/rotor no debe ser mayor de 7/8 pg (1 5/8 pg D.E. máximo). La conexión de T.P./estator debe ser de 2 7/8 pg EUE, 6.5 lb-pie (2.441 pg D. I.).

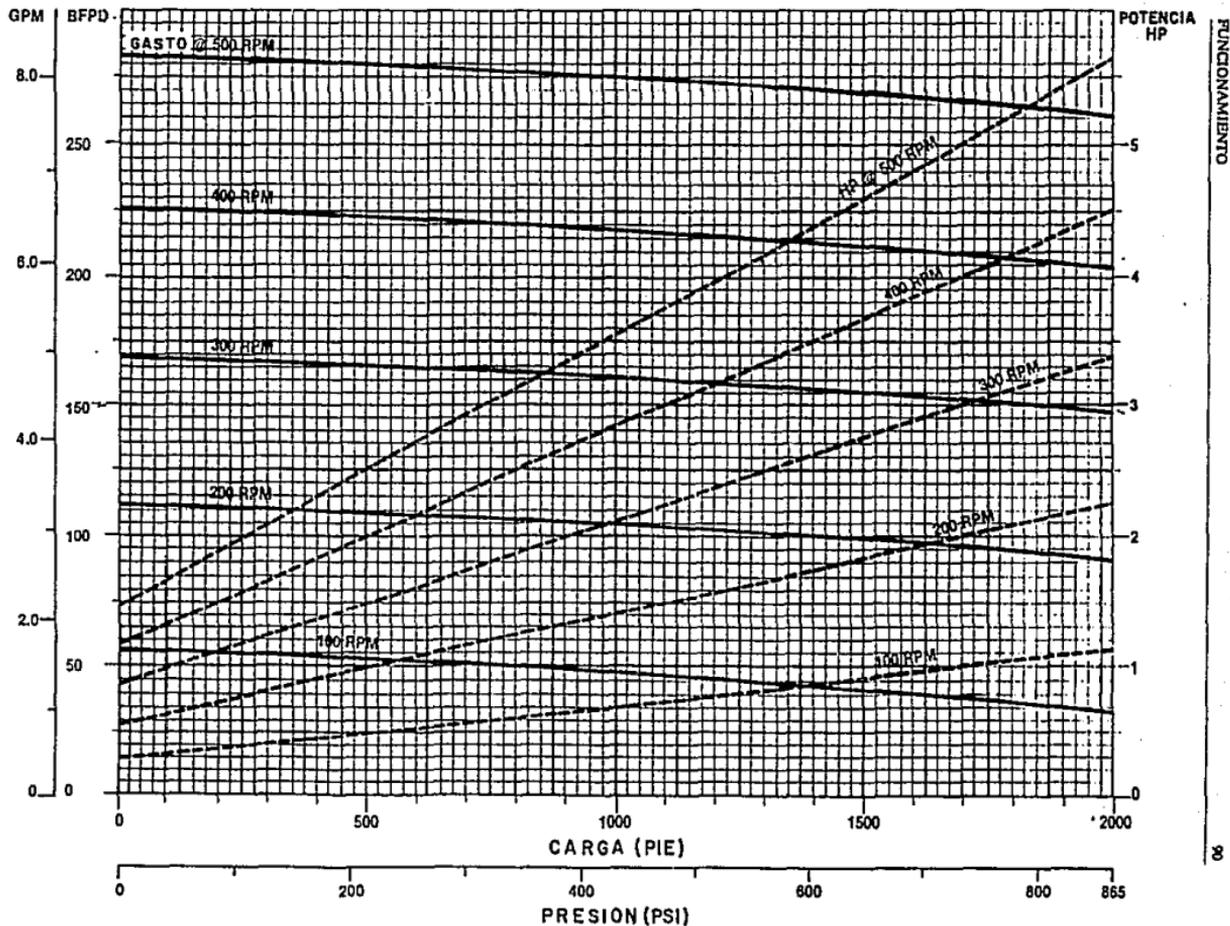
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.6

CURVAS DE COMPORTAMIENTO 9 ETAPAS 4



ROBBINS & MYERS:**9 ETAPAS 5 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES****ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:**

▪ Longitud del Rotor	97 7/8 pg
▪ Diámetro cresta a cresta del Rotor	1.906 - 1.910 pg
▪ Cuerdas del Rotor	7/8 pg - API
▪ Peso del Rotor	49 lb
▪ Longitud del Estator	105 pg
▪ Diámetro del Estator	3 2/3 pg
▪ Cuerdas del Estator	2 7/8 pg - 8 RD. IUE API
▪ Peso del Estator	101 lb
▪ Diámetro del Perno Tope	5/8 pg
▪ Torsión mínima de arranque	1050 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
 - * **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.
- NOTA:** Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 9 Etapas 5 el cabezal impulsor DH-20 y las varillas de 5/8 o 3/4 pg, pueden usarse de 1000 a 2000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 1000 pies y/o 500 rpm para este sistema.

2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".

3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpa la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

La perforación del cople varillas/rotor no debe ser mayor de 7/8 pg (1 5/8 pg D.E. máximo). La conexión de T.P/estator debe ser de 2 7/8 pg EUE, 6.5 lb-pie (2.441 pg D. I.).

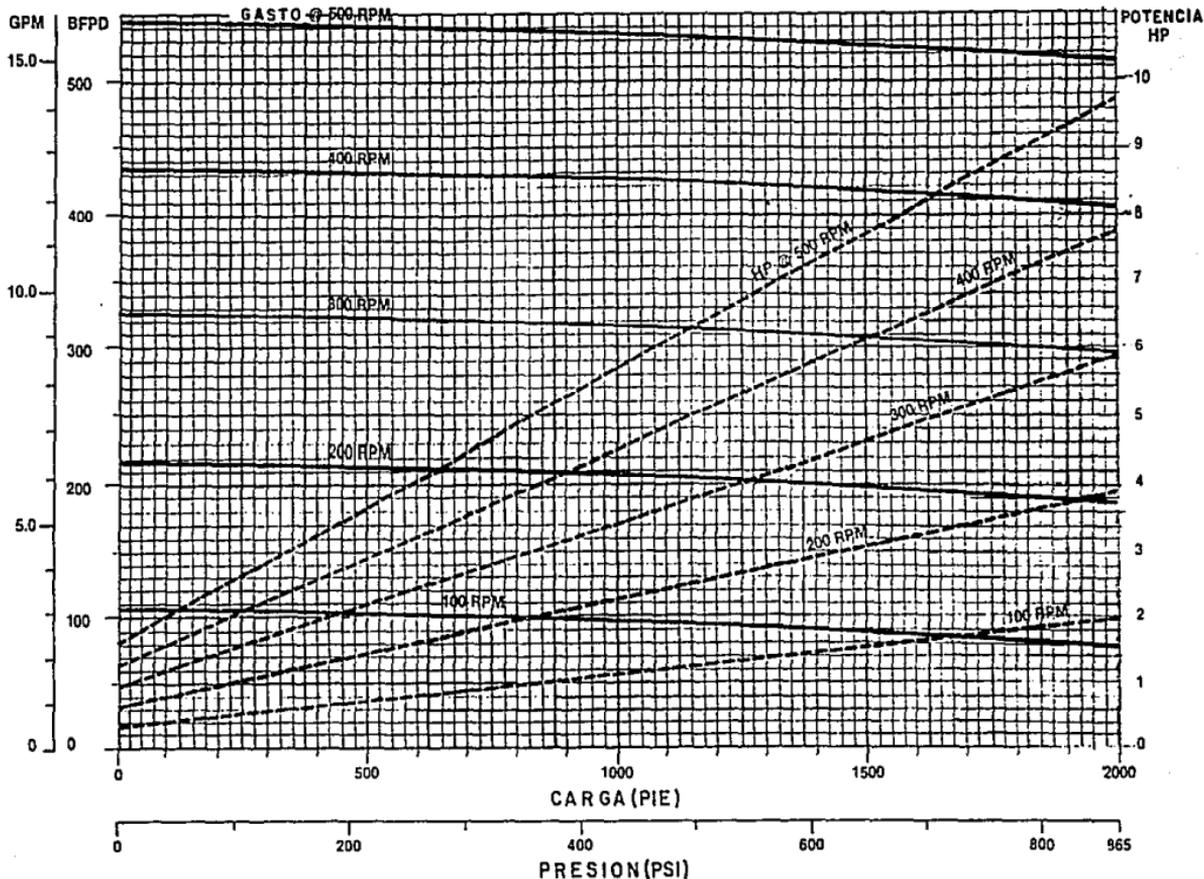
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.7

CURVAS DE COMPORTAMIENTO 9 ETAPAS 5



ROBBINS & MYERS:**14 ETAPAS 3 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES****ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:**

* Longitud del Rotor	87 pg
* Diámetro cresta a cresta del Rotor	1.386 - 1.390 pg
* Cuerdas del Rotor	3/4 pg-API
* Peso del Rotor	25 lb
* Longitud del Estator	83 3/8 pg
* Diámetro del Estator	2 7/8 pg
* Cuerdas del Estator	2 7/8 pg - 10 RD. IUE API
* Peso del Estator	50 1/2 lb
* Diámetro del Perno Tópe	5/8 pg
* Torsión mínima de arranque	600 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
 - * **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.
- NOTA:** Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 14 Etapas 3 el cabezal impulsor DH-20 y las varillas de 5/8 o 3/8 pg, pueden usarse de 2000 a 3000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 3000 pies y/o 500 rpm para este sistema.

2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".

3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Medía	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpa la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

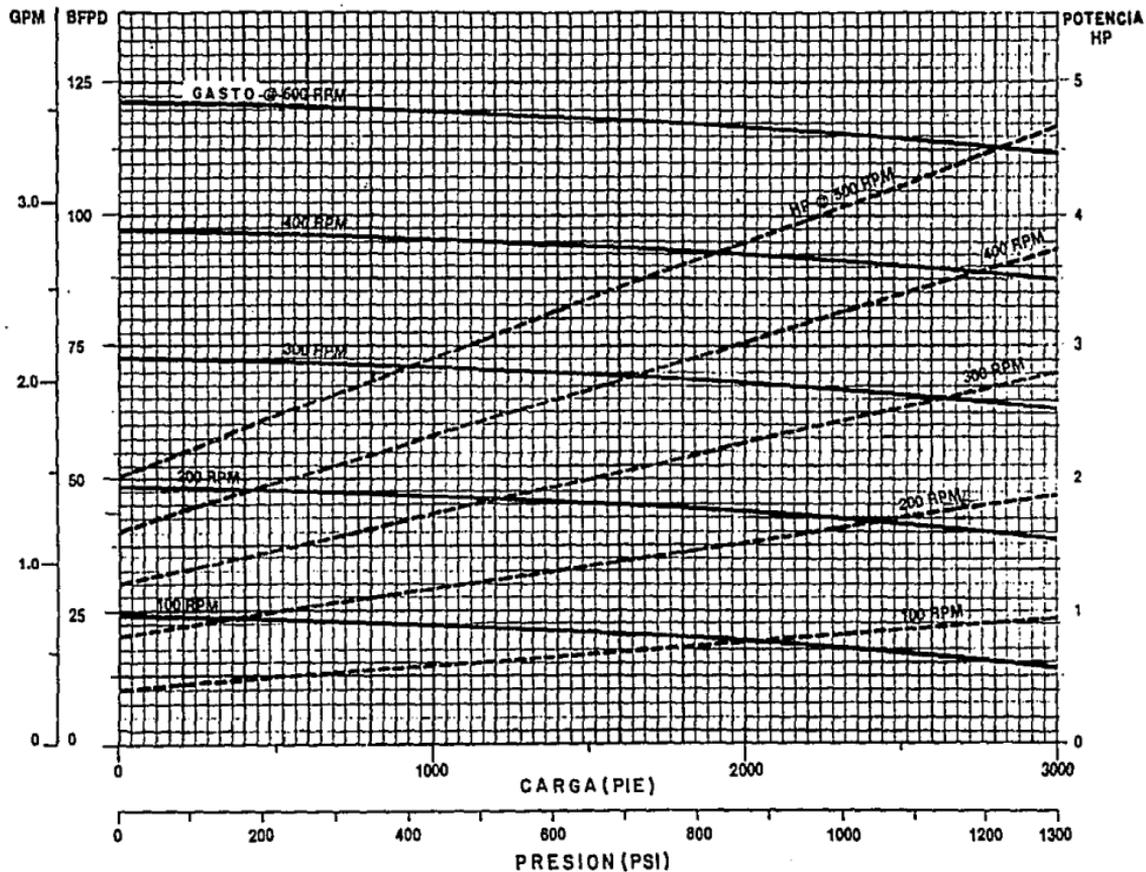
La perforación del cople varillas/rotor no debe ser mayor de 7/8 pg (1 5/8 pg D.E. máximo). La conexión de T.P./estator debe ser de 2 7/8 pg EUE, 6.5 lb-pie (2.441 pg D. I.).

La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.8 CURVAS DE COMPORTAMIENTO 14 ETAPAS 3



FUNCIONAMIENTO

ROBBINS & MYERS:

**14 ETAPAS 4 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES**

ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:

▪ Longitud del Rotor	132 3/4 pg
▪ Diámetro cresta a cresta del Rotor	1.506 - 1.510 pg
▪ Cuerdas del Rotor	7/8 pg-API
▪ Peso del Rotor	44 lb
▪ Longitud del Estator	129 pg
▪ Diámetro del Estator	2 7/8 pg
▪ Cuerdas del Estator	2 7/8 pg - 10 RD. API
▪ Peso del Estator	78 lb
▪ Longitud del Collar	11 1/4 pg
▪ Diámetro del Collar	3 2/3 pg
▪ Cuerdas del Collar (superior)	2 7/8 pg - 10 RD API
▪ Cuerdas del Collar (inferior)	2 7/8 pg - 8 RD API
▪ Peso del Collar	15 lb
▪ Diámetro del Perno Tope	5/8 pg
▪ Torsión mínima de arranque	1080 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
 - **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.
- NOTA:** Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 14 Etapas 4 el cabezal impulsor DH-20 y las varillas de 3/4 pg, pueden usarse de 2000 a 3000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 3000 pies y/o 500 rpm para este sistema.

- 2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".
 3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar **APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.**

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpa la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

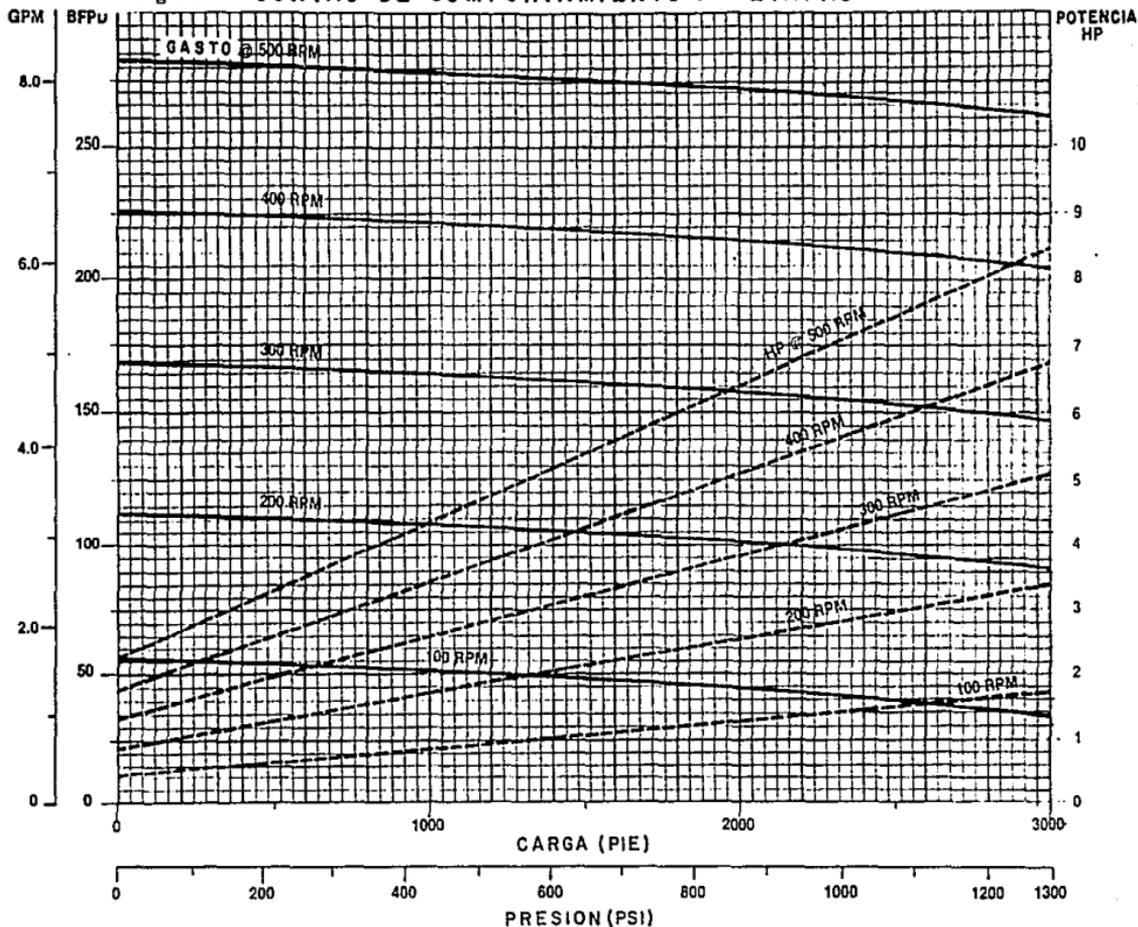
La perforación del cople varillas/rotor no debe ser mayor de 7/8 pg (1 5/8 pg D.E. máximo). La conexión de T.P/estator debe ser de 2 7/8 pg EUE, 6.5 lb-pie (2.441 pg D. L).

La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.9 CURVAS DE COMPORTAMIENTO 14 ETAPAS 4



ROBBINS & MYERS:

14 ETAPAS 6 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES

ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:

* Longitud del Rotor	190 1/2 pg
* Diámetro cresta a cresta del Rotor	2.241 - 2.245 pg
* Cuerdas del Rotor	1.0 pg-API
* Peso del Rotor	124 lb
* Longitud del Estator	177 pg
* Diámetro del Estator	4 1/2 pg
* Cuerdas del Estator	3 1/2 pg- 8 IUE API
* Peso del Estator	336 1/2 lb
* Longitud del Niple del Estator	32 pg
* Diámetro del Niple del Estator	3 3/4 pg
* Cuerdas del Niple del Estator	3 1/2 pg- 8 RD EUE API
* Peso del Niple del Estator	36 lb
* Diámetro del Perno Tope	7/8 pg
* Distancia del Perno Tope al Elastómero	17 pg
* Torsión mínima de arranque	3400 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
 - * **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.
- NOTA:** Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Ver Fig. A.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 3000 pies y/o 500 rpm para este sistema.

- 2.- Entrar a la gráfica con la profundidad y la velocidad requeridas.
- 3.- En la intersección seleccionar el tipo de cabezal y varillas.
- 4.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".
- 5.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

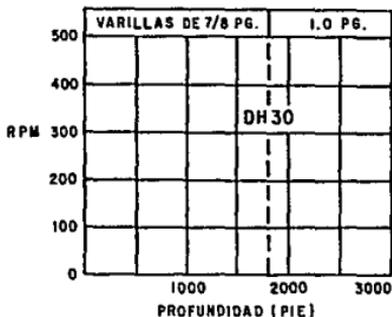


Fig. A.

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar **APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.**

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpa la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

En el espaciamiento del rotor la constante de 16 en lugar de la de 8 es agregada para el cálculo del alargamiento de varillas.

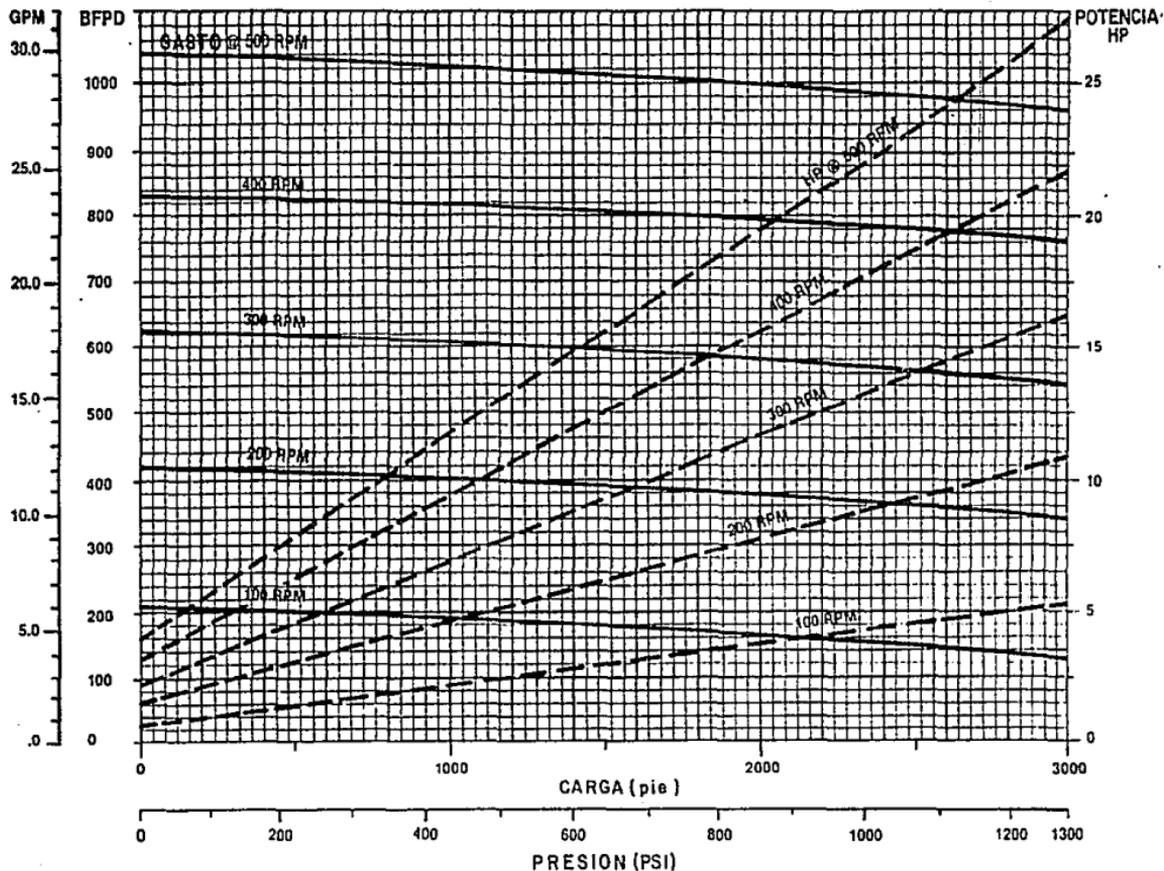
La primera junta de tubería de producción arriba del Estator debe de ser de 3 1/2 pg, 9.3 lb/pie EUE.

La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.10 CURVAS DE COMPORTAMIENTO 14 ETAPAS 6



ROBBINS & MYERS:**18 ETAPAS 3 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES****ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:**

▪ Longitud del Rotor	108 1/3 pg
▪ Diámetro cresta a cresta del Rotor	1.386 - 1.390 pg
▪ Cuerdas del Rotor	3/4 pg-API
▪ Peso del Rotor	32 1/2 lb
▪ Longitud del Estator	108 1/2 pg
▪ Diámetro del Estator	2 7/8 pg
▪ Cuerdas del Estator	2 7/8 pg - 10 RD. API
▪ Peso del Estator	67 1/2 lb
▪ Diámetro del Perno Tope	5/8 pg
▪ Torsión mínima de arranque	800 pg - lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
- **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.

NOTA: Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Ver Fig. B.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 3000 pies y/o 500 rpm para este sistema.
- 2.- Entrar a las gráficas con la profundidad y velocidad requeridas.
- 3.- En la intersección seleccionar el tipo de cabezal y de varillas.
- 4.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".
- 5.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

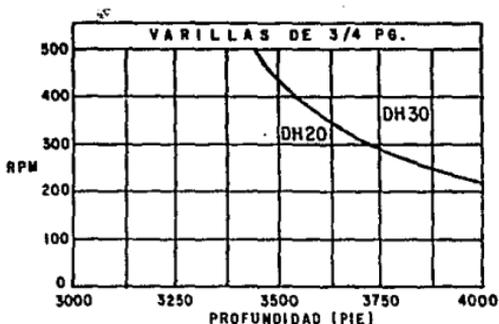


Fig. B.

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpa la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

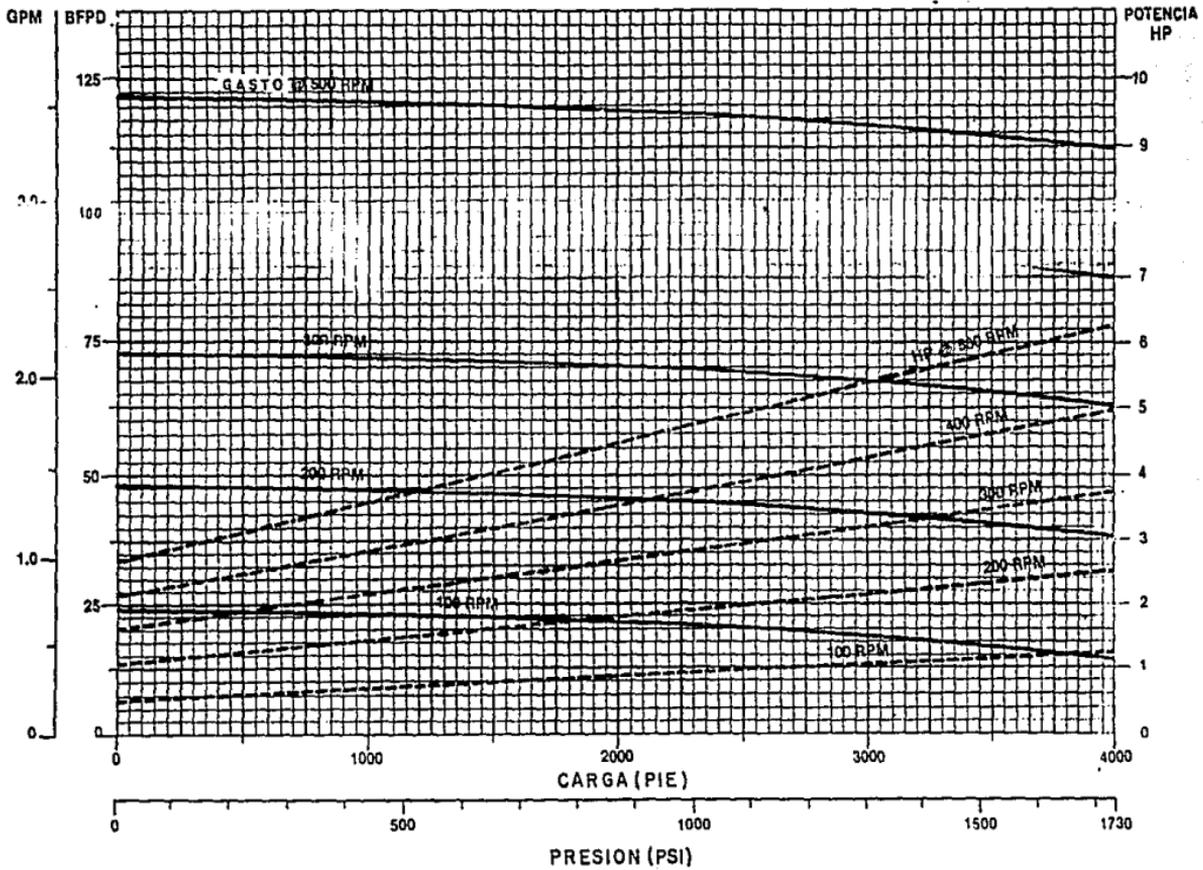
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

ROBBINS & MYERS:

Fig. IV.11 CURVAS DE COMPORTAMIENTO 18 ETAPAS 3



FUNCIONAMIENTO

18 ETAPAS 4 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES

ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:

• Longitud del Rotor	167 pg
• Diámetro cresta a cresta del Rotor	1.506 - 1.510 pg
• Cuerdas del Rotor	7/8 pg-API
• Peso del Rotor	55 lb
• Longitud del Estator	163 pg
• Diámetro del Estator	2 7/8 pg
• Cuerdas del Estator	2 7/8 pg - 10 RD, API
• Peso del Estator	98 1/2 lb
• Longitud del Collar	11 1/4 pg
• Diámetro del Collar	3 2/3 pg
• Cuerdas del Collar (superior)	2 7/8 pg - 10 RD API
• Cuerdas del Collar (inferior)	2 7/8 pg - 8 RD API
• Peso del Collar	15 lb
• Diámetro del Perno Tope	5/8 pg
• Torsión mínima de arranque	1430 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
 - * **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.
- NOTA: Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Para la bomba 18 Etapas 4 el cabezal impulsor DH-30 y las varillas de 7/8 pg, pueden usarse de 3000 a 4000 pies y a velocidades de hasta 500 rpm.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 4000 pies y/o 500 rpm para este sistema.
- 2.- La selección de las varillas está basada en varillas nuevas de grado "D".

3.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:

CONDICION

DENSIDAD API:

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpa la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

La perforación del cople varillas/rotor no debe ser mayor de 7/8 pg (1 5/8 pg D.E. máximo). La conexión de T.P./estator debe ser de 2 7/8 pg EUE, 6.5 lb-pie (2.441 pg D. I.).

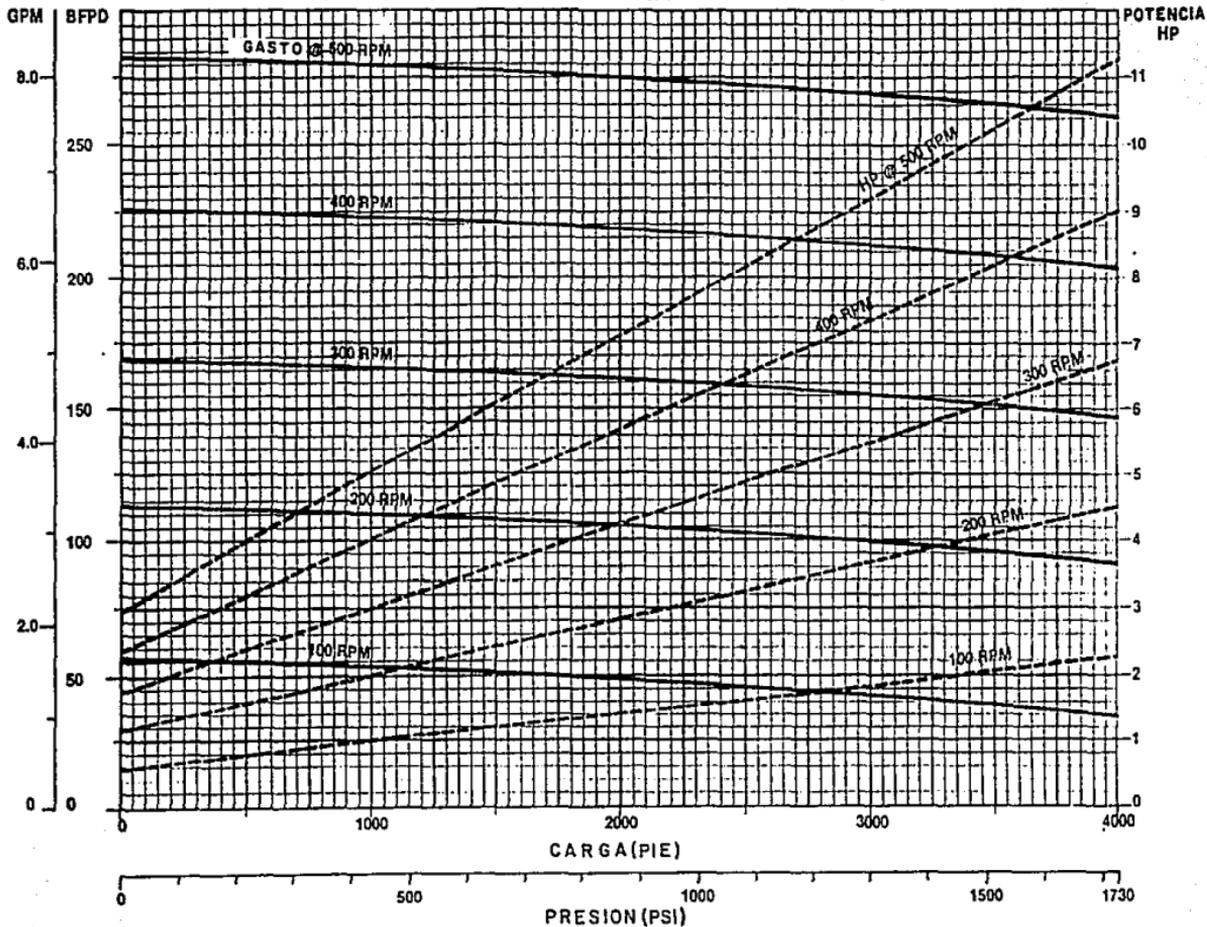
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.12

CURVAS DE COMPORTAMIENTO 18 ETAPAS 4



ROBBINS & MYERS:**18 ETAPAS 5 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA
MOYNO BOMBAS SUBSUPERFICIALES****ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES:**

* Longitud del Rotor	183 3/4 pg
* Diámetro cresta a cresta del Rotor	1.906 - 1.910 pg
* Cuerdas del Rotor	7/8 pg-API
* Peso del Rotor	90 1/2 lb
* Longitud del Estator	186 pg
* Diámetro del Estator	3 1/2 pg
* Cuerdas del Estator	2 7/8 pg - 8 RD. IUE API
* Peso del Estator	76 lb
* Diámetro del Perno Tope	5/8 pg
* Torsión mínima de arranque	2100 pg-lb

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * **ROTOR:** Herramienta de acero plateado de cromo o acero inoxidable 316 no plateado.
 - * **ESTATOR:** Tubo grueso de acero con inserto de Nitrilo.
- NOTA:** Materiales especiales de construcción disponibles bajo pedido.

SELECCION DEL CABEZAL IMPULSOR Y DE VARILLAS:

Ver Fig. C.

NOTAS:

- 1.- Para eficiencia y seguridad máximas no rebasar los 4000 pies y/o 500 rpm para este sistema.
- 2.- Entrar a la gráfica con la profundidad y la velocidad requeridas.
- 3.- En la intersección seleccionar el tipo de cabezal y de varillas.
- 4.- La selección de las varillas esta basada en varillas nuevas de grado "D".
- 5.- Antes de usar otras varillas diferentes a las recomendadas, consulte a un representante de MOYNO.

GUIA DE CONSULTA RAPIDA:**CONDICION**

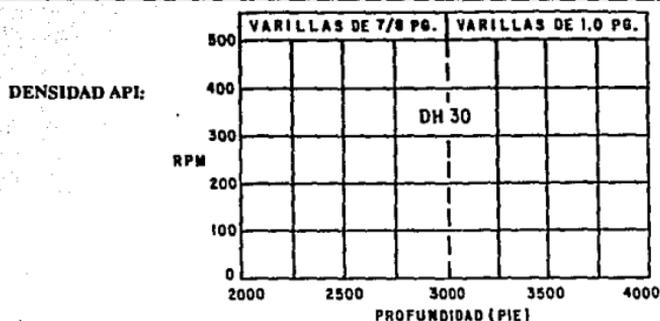


Fig. C.

Para densidades API menores a 16, o viscosidades mayores de 1000 cp, consultar APLICACIONES DE INGENIERIA PARA BOMBAS SUBSUPERFICIALES DE ROBBINS & MYERS.

ABRASIVIDAD	VELOCIDAD MAXIMA (rpm)
Ninguna	500
Ligera	400
Media	300
Severa	200
Muy severa	100

RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y ACCESORIOS:

Debe utilizarse un freno para reducir o evitar la rotación inversa cuando se interrumpa la operación o al arrancar. (Ver freno de giro inverso -II.2.4)

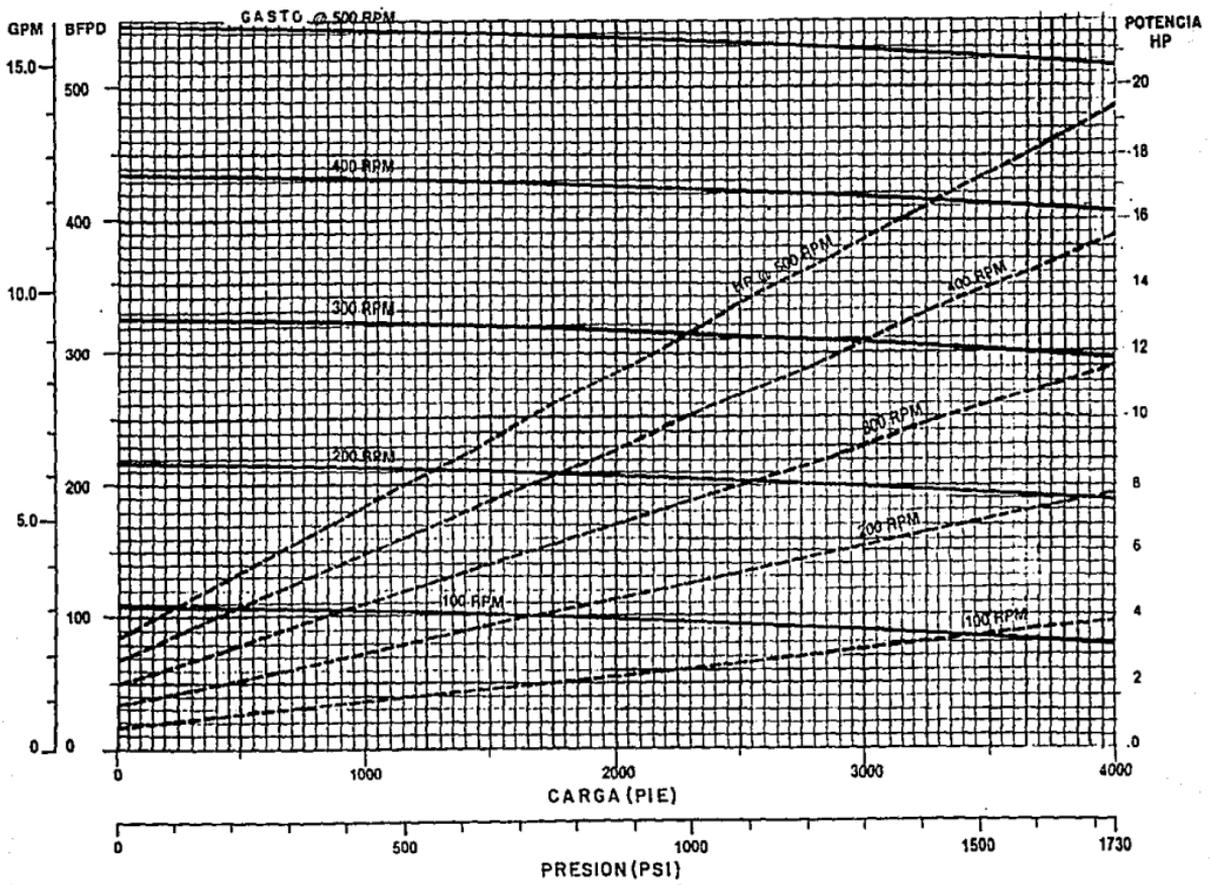
La tubería de producción debe apretarse al óptimo señalado por la especificaciones API.

Para evitar que la bomba opere en seco debe utilizarse un dispositivo de control de bombeo en vacío.

Para RGL mayor de 100 pies³/bl, colocar la bomba abajo del intervalo disparado o utilizar ancla de gas.

Fig. IV.13

CURVAS DE COMPORTAMIENTO 18 ETAPAS 5



IV.5 APLICACION

Para la aplicación de acuerdo con las limitaciones establecidas por el fabricante, la operación no debe efectuarse a profundidades mayores de 1370 m, la velocidad de rotación de las varillas no debe superar las 450 rpm o en caso de mayores velocidades deberá consultarse al fabricante. La temperatura máxima de operación es de 80 °C. El gasto que se puede bombear es función directa de la velocidad de rotación de las varillas.

El equipo está diseñado para aplicarse como un sistema artificial de producción en pozos someros y para bombear toda clase de fluidos, habiéndose comprobado su efectividad en pozos de desarrollo (Ej. Distrito de Nanchital), que no operaban con bombeo mecánico convencional debido a que las varillas no realizan la carrera descendente por el efecto de flotación dado por la alta viscosidad de los fluidos. El equipo electromecánico rotatorio (ambas marcas: Jensen-Rotojack y InterRep-Moyno), ha tenido éxito en estas aplicaciones.

Comparativamente con los sistemas convencionales de bombeo mecánico o neumático la ausencia de válvulas viajeras y de pie le da ventajas al sistema electromecánico ya que no cae en deficiencias de bombeo por calzamiento de válvulas, o por candado de gas. En cambio, es capaz de bombear fluidos con arena y parafina, no se ve afectado por la presencia de gas libre en la bomba, depósitos de sulfatos y agua salada. Además el consumo de energía requerida por el motor, se reduce considerablemente.

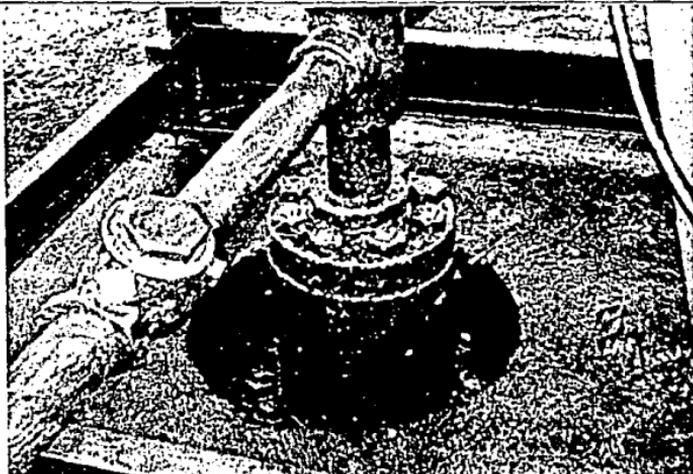
IV.6 OBSERVACIONES DEL EQUIPO OPERANDO EN EL CAMPO

- 1) La base de concreto Jensen tiene una perforación central que no pasa por el cabezal de 6 5/8 pg. Este problema se soluciona colocando apoyos para la base, sosteniéndola por arriba de las ramas laterales de árbol de válvulas; o bien fabricando una base de concreto en forma de "U", para facilitar la instalación (f IV.1).

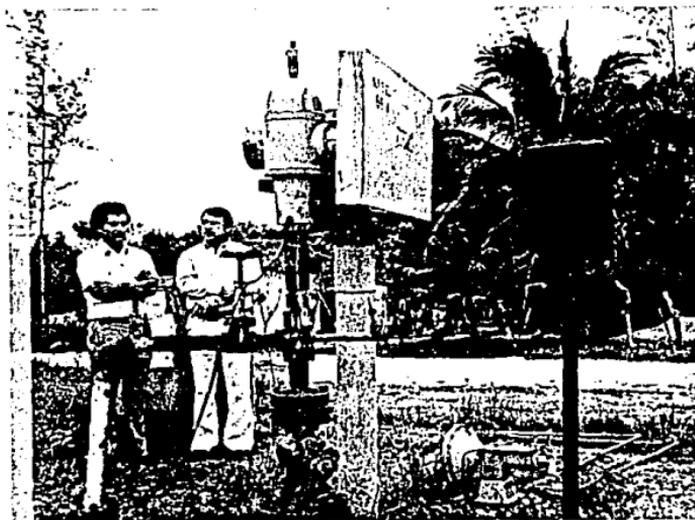
El equipo InterRep-Moyno que no cuenta con subestructura de apoyo, en caso de fricción excesiva entre rotor/estator, puede llegar a desenroscar el equipo superficial. Para evitar esto, se ancla el equipo como se muestra en la (f IV.2).

- 2) El mecanismo de freno Jensen-Rotojack se activa eléctricamente sobre la flecha del motor al suspenderse la alimentación de energía a éste, por lo que, al tenerse el evento de rotura de bandas o que estas queden fuera de los canales de las poleas, no se impide la rotación inversa de las varillas y pueden desconectarse. En este sentido, el embobinado que activa al freno es el elemento que con mayor frecuencia falla.

Por lo que se refiere a refaccionamiento en el caso de Jensen-Rotojack, el freno requiere de un embobinado, que es el elemento que falla con mayor frecuencia.



(f IV.1). BASE DE SUBESTRUCTURA JENSEN-ROTOJACK ORIGINAL



(f IV.2). ANCLAJE DEL EQUIPO INTERREP-MOYNO, IDEADO POR PERSONAL DE PEMEX.

- 3) El tablero de control Jensen-Rotojack es más completo que el InterRep-Moyno, ya que permite al operador identificar la causa de paro del equipo por alta o por baja presión, además de que este restablece el funcionamiento del equipo de acuerdo al tiempo en que le sea programado.

El tablero InterRep-Moyno es de lo más simple, ya que cuenta únicamente con botón de arranque y fusible de desconexión.

En este sentido se considera que la calidad del control que se desea tener sobre el funcionamiento del equipo, depende de las necesidades del usuario, por lo que el tablero puede ser tan simple como los instalados de InterRep ó muchos más completos que los de Jensen, ya que pueden incluirse mecanismos para operación intermitente, control remoto, amperímetro, protección térmica, etc., para lo que únicamente se requiere su instalación.

CAPITULO V

INSTALACION Y SISTEMAS DE SEGURIDAD

V.1 INSTALACION

V.1.1 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DE LA B. C. P.

1. Asegurar que la TR esté limpia y libre de arena, por lo menos 30 pies abajo del punto de colocación de la bomba.
2. Contar y medir la TP incluyendo el estator y accesorios, es importante conocer la longitud correcta de la sarta para instalar adecuadamente el rotor en la bomba. Se puede verificar la calibración de la tubería corriendo un calibrador.
3. Engrasar el interior del estator a discreción. Conectar el estator al primer tubo utilizando las uniones apropiadas (Ver las especificaciones de la bomba para el tipo de rosca del estator).
4. Colocar un Econofilter o dispositivo de filtración en la parte inferior del estator.
5. Armar y apretar cada unión de tubería de acuerdo a las especificaciones API. Esto es importante ya que el rotor gira en el sentido de las manecillas del reloj, lo cual tiende a apretar las uniones de las varillas. En el estator se genera una contra torsión que tiende a aflojar dichas uniones.
6. Después de introducir toda la TP, asegurarla en el cabezal e instalar la "T" de flujo. Se sugiere la instalación de una unión o brida entre la "T" y el cabezal impulsor. Es importante que la unión se mantenga en línea recta, por lo que se recomiendan uniones planas o bridas. Las uniones rápidas de martillo pueden deformar la tubería (pata de perro) lo que produce un esfuerzo excesivo en las varillas que puede causar fatiga y rompimiento de las mismas.
7. Unir el rotor a la sarta de varillas (Ver las especificaciones de la bomba para el tipo de rosca del rotor). Si se usan varillas equivalentes será necesario un cople adecuado. Engrasar el rotor antes de introducirlo.
8. Contar el número de varillas necesario para alcanzar la medición de la TP. Verificar cada varilla y reemplazar las que tengan evidencia de daño, golpes o corrosión que puedan causar su rompimiento.
9. **ESPACIAMIENTO DEL ROTOR.**
 - A. Introducir todas las varillas en forma normal hasta que quede solo una, instalarla muy lentamente y sentir la entrada del rotor en el estator. Normalmente con una

buena unión giratoria en el block viajero, el rotor hará girar a la sarta de varillas cuando se atornille en el estator hasta que el rotor toque el perno tope. Colocar la mano suavemente sobre las varillas con sensibilidad para sentir el golpe del rotor sobre el perno tope y marcar este punto. Las varillas continuarán bajando conforme la tensión se libera de la sarta. Permitir un poco de aflojamiento en el cable del equipo de reparación para asegurar que el rotor ha tocado el perno. Esta es la razón de la importancia de una buena medición de TP y de las varillas.

- B. Si no puede sentir claramente el golpe del rotor en el perno, usar el siguiente procedimiento:

Con el rotor descansando sobre el perno tope, usar unas pinzas para girar la sarta de varillas 5 o más revoluciones. Mientras se sostiene esta torsión sobre la sarta de varillas, levántalas lentamente del pozo. Cuando desaparezca el aflojamiento (pandeo) de las varillas y el rotor se levante del perno tope, las varillas se desenrollarán. Marque cuidadosamente este punto en las varillas, en la parte superior donde terminan los accesorios de la tubería. Esta marca deberá ser muy cercana al punto donde se sintió en golpe de las varillas con el perno tope. Repetir esto al menos 3 veces.

- C. Calcular la longitud de las varillas de extensión para armarlas incluyendo su cople, utilizando el cálculo del espaciamiento del rotor. Recordar que hay que considerar todas las conexiones superficiales y la extensión de la flecha del cabezal impulsor. Asegurarse de que las varillas de extensión estén rectas, preferentemente nuevas. Las varillas de extensión chuecas, producen fugas en los empaques, esfuerzos en los cojinetes y vibración excesiva. Mantener las varillas de extensión más cortas y sus coples en la parte superior para armar más fácilmente y hacer cualquier ajuste subsiguiente. El suministro de varillas de extensión recomendable es:

2 varillas de 2 pies c/u

2 varillas de 4 pies c/u

2 varillas de 6 pies c/u

Cinco coples de unión

Se requerían coples adaptadores si el rotor y/o flecha del impulsor son de rosca diferente a la de la sarta de varillas.

Nota: Cuando se usa un cabezal impulsor de ángulo recto, la cabeza de flecha vertical puede ajustarse hacia arriba o hacia abajo para ayudar en el espaciamiento. Sin embargo, si es posible se recomienda dejar la cabeza de la flecha completamente hacia abajo, de modo que pueda subirse en caso de recargar el rotor sobre el perno tope del estator.

10. Seleccionar las poleas, bandas y masa apropiadas para la producción deseada, utilizando la gráfica de curvas de la bomba correcta y la tabla de selección de poleas. Instalar las poleas, bandas y masa sobre el cabezal. La tensión excesiva de las bandas puede producir cargas de desnivel en el motor y en el cabezal impulsor. Apretar las bandas de manera

que con el dedo índice pueda empujar las bandas, en el centro del arco entre poleas, únicamente el ancho de las mismas bandas. Idealmente la máxima tensión de las bandas sin que resbalen, incrementará la vida de servicio de los baleros tanto del motor como del cabezal impulsor. Verificar la alineación de las poleas.

11. Antes de instalar el cabezal impulsor, conectar el motor a la fuente de potencia de acuerdo al diagrama de cableado del motor. Imprimir un toque de arranque al motor para asegurar su rotación correcta, la cual debe imprimir movimiento en el sentido de las manecillas del reloj a las varillas mirándolas hacia abajo.
12. Verificar el cople de varilla o cople adaptador en la parte inferior de la flecha impulsora para asegurar que está apretada y que es del tamaño correcto. Este cople no debe ser de agujero delgado.
13. Instalación del cabezal impulsor. En este punto la mitad inferior de la unión o brida deberá estar instalada sobre la "T" de flujo.

A. Cabezal impulsor vertical.

Fijar la mitad superior de la brida o unión al cabezal impulsor. Con el cabezal descansando en el suelo, fijar la varilla de extensión del paso 9 al extremo inferior de la flecha impulsora. Poner una varilla de extensión en el extremo superior de la flecha y poner el elevador de varillas. Levantar el cabezal impulsor por encima del cabezal del pozo y juntar la varilla de extensión con la varilla que sobresale de la sarta. Tener integrada la sarta de varillas a la flecha del cabezal impulsor, bajar el cabezal y armar todos los dispositivos cuidando que estén alineadas las conexiones.

Nota: Si una unión o brida no se utiliza entre la "T" de flujo y en cabezal impulsor, entonces el cabezal impulsor deberá girarse sobre si mismo, para apretar sobre la "T" de flujo.

B. Cabezal impulsor de ángulo recto.

Presentar la mitad superior de la unión brida al cuerpo del cabezal impulsor. Quitar los tornillos a lo largo de la flecha impulsora, ajustar la tuerca en la parte superior de la misma. Quitar el candado que se usa para fijar la flecha impulsora vertical hueca. Presentar el elevador y la varilla de extensión en la parte superior de la flecha impulsora. Atornillar la tuerca de ajuste de la flecha impulsora de acuerdo con el espaciamiento determinado en el paso 9. Para propósitos de elevación, la línea principal del equipo de reparación deberá unirse a la varilla de extensión, unida a la flecha impulsora utilizando una varilla estándar elevadora. Para nivelar durante el levantamiento una línea auxiliar del equipo puede unirse a las asas elevadoras en el motor eléctrico.

En esta forma se levanta el cabezal impulsor y se posiciona sobre el pozo. Presentar la varilla extensión y coples a la sarta de varillas del pozo y al cople de varilla en la

parte inferior de la flecha impulsora. Bajar el cabezal impulsor sobre la conexión de la línea de producción (mitad inferior de la conexión o brida) y armarla, mientras la línea principal del equipo mantiene tensión sobre la sarta de varillas. Insertar el candado sobre la flecha impulsora y la flecha vertical hueca. Lentamente bajar la flecha impulsora hasta que el peso total de la sarta de varillas descansa en la tuerca de ajuste de la flecha impulsora, asegurándose de que las perforaciones de los tornillos están alineadas. Colocar los tornillos sobre la tuerca de ajuste, instalando la flecha impulsora completamente extendida hacia abajo, dejar de 6 a 9 pg para poder lavarla en caso de un subsecuente reacomodo del rotor.

14. Asegurarse de que todos los accesorios y uniones superficiales están bien apretados. Esto evitará el desatornillamiento del cabezal impulsor en caso de alta torsión en condiciones de operación.
15. Asegurarse de que el cabezal impulsor está completamente en línea recta sobre el cabezal del pozo. Una desviación o mal enroscado causará esfuerzos inversos sobre la flecha impulsora y las varillas superiores. Esto produce fatiga del metal de la flecha, rotura de varillas y fugas en sellos.
16. Apretar las tuercas de los empaques, ligeramente más que a mano. Posteriormente siga el procedimiento para ajuste de empaques.
17. Instalar el guardabandas. **ADVERTENCIA:** Nunca arranque la unidad sin el guardabandas colocado.
18. Encender el arrancador del motor y arrancar la unidad. Usar un amperímetro para verificar la condición apropiada de amperaje. Utilizar el amperaje nominal de la placa como referencia.
19. Calcular el tiempo aproximado de llegada de fluidos bombeados a la superficie mediante el desplazamiento teórico de la bomba y la capacidad de la TP. Esperar un período razonable para determinar si la bomba se está comportando adecuadamente.
20. Mantener el bombeo por unos días al mismo gasto para dar tiempo de estabilización al nivel de fluido. Si es posible hacer una medición del gasto y del nivel del fluido para determinar si debe aumentar, disminuir o mantener la velocidad.
21. El gasto real deberá ser lo más cercano posible al teórico de la curva de comportamiento de la bomba. Esto optimiza la lubricación del motor-estator y la vida de la bomba.

V.1.2 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

Los siguientes pasos se aplican para la instalación de un motor de combustión interna:

1. Para instalaciones accionadas por motor de combustión interna, el cabezal impulsor debe tener una flecha de entrada horizontal. Esto puede lograrse usando un cabezal

- impulsor de ángulo recto o un cabezal impulsor vertical con un reductor de engranes en ángulo recto montado en la parte superior.
2. Los requerimientos de potencia dependen del tamaño de la bomba, del tipo de motor, de su velocidad (rpm), potencia y gasto. Generalmente la potencia requerida por un motor de combustión interna es de 1.5 a 2.0 veces la potencia correspondiente a un motor eléctrico. Antes de tomar la decisión final sobre la potencia del motor debe consultarse a un experto.
 3. El motor deberá colocarse en un bastidor apropiado que permita movimiento lateral, para alineación de la flecha, y transversal, para el ajuste de la tensión de la banda. El bastidor debe estar bien nivelado y asegurado a la tierra con un cimiento sólido. Recordar verificar la dirección correcta de giro.
 4. Debido a la tensión de la banda, el cabezal impulsor tiende a girar, por lo que es necesario colocar un brazo de anclaje entre el cabezal impulsor y el bastidor. El brazo de anclaje debe fabricarse en el campo, ya que cada instalación es diferente, con respecto a la altura del cabezal del pozo y a la distancia del bastidor al cabezal impulsor, etc.
 5. Como toda máquina rotatoria, la práctica de medidas de seguridad indica que debe usarse un cubrebandas para la polea del motor y del cabezal impulsor. Tanto el bastidor como el cubrebandas se fabrican en el campo, debido a que son diferentes para cada instalación y tipo de motor.

NUNCA OPERAR LA UNIDAD SIN EL CUBREBANDAS COLOCADO.

6. La selección de la polea se hace de la misma forma que siempre y depende del tamaño de la bomba, del gasto deseado y de las rpm del motor. Asegurarse siempre de determinar el tamaño de la flecha del motor de manera que se seleccione una masa apropiada. El tamaño de las bandas depende del diámetro de las poleas así como de la distancia entre los ejes de las poleas del motor y del cabezal impulsor.
7. Excepto por las diferencias obvias, el procedimiento de instalación de un motor de combustión interna, es el mismo que para un motor eléctrico.

VI.3 POLEAS Y MASAS

A continuación se mencionan los pasos a seguir para la instalación de las poleas y masas.

1. Asegurar que la superficie cónica de la masa y la perforación de la polea estén libres de sustancias extrañas, basura, pintura, lubricantes, etc.
2. Alinear los agujeros no roscados de la masa con los agujeros roscados de la polea e insertar los tornillos asegurándolos con las roldanas de presión sólo 2 o 3 vueltas.
3. Con el candado de la flecha en su lugar, deslizar el ensamble sobre la flecha y posicionarla con una buena alineación para las bandas. Cuando se instalan poleas grandes o pesadas puede ser más fácil montar primero el candado y la masa sobre la

polea y colocar la polea sobre la masa y alinear los agujeros. No usar lubricantes en las rocas o superficies telescopiadas.

4. Apretar cuidadosamente los tornillos en forma alterna y progresiva hasta que las puntas estén asentadas en aproximadamente la mitad de la torsión recomendada.
5. Verificar la alineación y juego de la polea, corregir si es necesario.
6. Continuar apretando cuidadosamente los tornillos hasta los valores de torsión recomendados.

Nota: Cuando se monta apropiadamente quedará un hueco entre la masa y la polea después de apretar los tornillos.

PRECAUCION: El uso de lubricantes y/o excesiva torsión en los tornillos puede causar roturas.

7. Apretar el conjunto de tornillos, cuando están disponibles, para sostener asegurado el candado durante la operación.

DESARMADO.-

1. Aflojar y quitar todos los tornillos.
2. Insertar todos los tornillos en los agujeros roscados de la masa.
3. Empezar con el tornillo más alejado de la ranura de la masa y apretarlos alternativa y progresivamente. Mantener el giro de los tornillos en pequeñas cantidades iguales hasta que las superficies telescopiadas se desactiven.

CUIDADO: El exceso o desigualdad de presión en los tornillos, puede romper la brida de la masa, haciendo casi imposible el desarmado, sin destruir la polea.

VALORES DE TORSION RECOMENDADOS PARA EL APREIETE DE LAS MASAS:

TIPO DE MASA	TORSION DE APRIETE (pg-lb)
SH	108
SDS	108
SD	108
SK	108
SF	360

V.1.4 INSTALACION Y OPERACION DEL FRENO

Normalmente el freno ya viene instalado en los cabezales impulsores. No obstante para propósitos de información se presenta el siguiente procedimiento:

A. Procedimiento de instalación del freno en los cabezales impulsores 6K y 10K.

1. Si el cabezal impulsor no está instalado en el pozo entonces ir al paso 2. Asegurar la flecha impulsora quitando la goma de empaque y sujetando la flecha con una abrasadera para varilla pulida.
2. Quitar la tuerca de bronce que sostiene a la flecha impulsora. **NOTA:** hay tornillos hexagonales de seguridad (2 en el 10K y 3 en el 6K) que deben retirarse antes de quitar la tuerca de bronce.
3. Quitar los tornillos del apretador primario de la flecha. Son 2 para el 6K y 4 para el 10K.
4. Asegurarse de que el candado angular esté en su lugar.
5. Quitar los tornillos del cojinete superior. **NOTA:** hay 6 tornillos a 60 grados uno de otro. Quitar los dos tornillos adyacentes a la parte izquierda trasera del cojinete superior (viendo de frente la parte trasera del guardabandas del cabezal impulsor).
6. Colocar la cubierta del adaptador del freno sobre el cojinete y asegurarlo con los dos tornillos proporcionados.
7. Colocar el freno sobre la flecha impulsora. Asegurarse que la rueda dentada inserte en el adaptador primario de la flecha y colocar los tornillo proporcionados (2 para el 6K y 4 para el 10K).
8. Girar el ensamble del freno para alinear el soporte de la banda con los agujeros del cojinete superior. (Referirse al paso 5). Asegurar el soporte de la banda del freno al cabezal impulsor con los tornillos proporcionados.
9. Colocar nuevamente la tuerca de bronce y asegurár los tornillos.
10. Insertar las 8 chabetas del freno dentro de la rueda dentada.
11. Montar la cubierta del freno con 4 tornillo proporcionados. Quitar la abrazadera de la varilla pulida si fue usada.

B. Procedimiento de operación del freno 6K y 10K

NOTA: Los primeros modelos de freno de cabezal impulsor tienen una palanca de control para desactivar manualmente el freno. Los modelos más recientes tienen un resorte mecánico, tornillo y tuerca de control que reemplazan la palanca de control.

Arranque de la bomba

1. **Motor eléctrico.** Usar un amperímetro para ver el amperaje del motor. En modelos viejos: Poner la palanca de control en la posición de candado jalándola hacia abajo y empujándola a la izquierda. En modelos más recientes: Atornillar la tuerca de control hasta que el resorte este completamente comprimido, entonces regrese tres vueltas completas a la tuerca de control.
2. **Motor de combustión interna.** Ajustar el freno de la manera descrita. Arranque el motor. Lentamente accionar el clutch del motor para arrancar la bomba. Verificar que no se aplique una torsión excesiva como lo indicaría un resbalamiento del motor. (Esto es similar a verificar sobrecorriente en una instalación de motor eléctrico). Siempre verificar el exceso de torsión almacenada antes de volver a arrancar.

Acción del freno del cabezal impulsor

El freno permite un libre giro a la flecha siempre y cuando ésta gire en el sentido adecuado. El freno se activa automáticamente cuando se detecta cualquier giro inverso en la flecha impulsora. Esto evita el impulso del motor por la bomba y detiene las poleas en caso de una condición de rotor atorado. (A diferencia de un freno de motor, el freno del cabezal impulsor no usa las poleas y bandas en la acción de frenado debido a que el freno de cabezal impulsor se monta directamente sobre la flecha impulsora).

NOTA: Antes de cambiar las bandas y las poleas, asegurar que no exista torsión almacenada en el sistema.

Liberación manual del freno del cabezal impulsor

En los modelos anteriores: El freno se libera jalando la palanca de control alejada del ensamble de la banda del freno.

En los modelos recientes: El freno se libera aflojando (desatornillando) la tuerca de control:

Bajo condiciones normales de operación no es necesario liberar el freno manualmente antes de volver a arrancar la bomba. Sin embargo, el freno debe liberarse manualmente bajo las siguientes circunstancias:

1. Antes de dar mantenimiento al freno.
2. Antes de desconectar el cabezal impulsor.
3. Para liberar la torsión excesiva almacenada debido a una condición de rotor atorado.

En los modelos anteriores la torsión puede ser liberada gradualmente moviendo manualmente la palanca de control a una posición que permita liberar la torsión lentamente.

En los modelos recientes la torsión puede liberarse lentamente aflojando la tuerca de control. (Sin embargo, debe evitarse el deslizamiento por mucho tiempo para que no se caliente el freno). Así puede controlarse la velocidad de giro inverso.

Ajuste del freno del cabezal impulsor

1. Para incrementar la torsión apretar el tornillo de tensión.
2. Para disminuir torsión aflojar el tornillo de tensión.

NUNCA INTENTAR AFLOJAR EL FRENO O DESCONECTAR EL CABEZAL IMPULSOR HASTA QUE TODA LA TORSION HAYA SIDO LIBERARDA. MANTENER PUESTA SIEMPRE LA CUBIERTA DEL FRENO MIENTRAS QUE LA UNIDAD ESTE OPERANDO Y CUANDO HAYA TORSION EN EL SISTEMA. ANTES DE ARRANCAR VERIFICAR QUE NO HAYA TORSION EN EL SISTEMA. UNA TORSION EXCESIVA ES INDICIO DE ATORAMIENTO DEL ROTOR.

C. Operación del freno en el motor

NOTA: Para decidir cuando utilizar un freno en el motor, ver la sección 'IV.4 ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA MOYNO: BOMBAS SUBSUPERFICIALES'. Las especificaciones del freno estan ahí mismo.

Los motores de tres fases, de 7.5 a 20 Hp y con 1750 rpm están disponibles en el mercado y se venden con el freno montado integralmente. Estos frenos son del tipo autoajustable accionado por un solenoide. Cuando se suministra potencia al motor el solenoide jala las balatas de asbesto montadas en un disco sobre la flecha del motor. Cuando se interrumpe la potencia, el solenoide liberá automáticamente las balatas y se acciona el freno. El freno tiene una perilla de liberación manual localizada en la parte posterior de la cubierta del motor.

IMPORTANTE: Antes de arrancar la unidad quitar la cubierta trasera del motor y verificar el alambrado en el lado del enrollado del solenoide. El solenoide es de una fase y puede ser un circuito para 230 o 460 v. Hay un diagrama localizado al lado del solenoide. Las dos terminales del solenoide deben conectarse por separado a cualquiera de las tres terminales en la caja del motor. Una colocación inapropiada puede causar fallas y daños al freno.

Arrancando la bomba

Usar un amperímetro para registrar el amperaje del motor. Arrancar la bomba en forma normal. El freno del motor se desactiva automáticamente cuando se arranca el motor. No

permitir que la corriente exceda el amperaje nominal marcado en la placa del motor (excepto por el pico normal del arranque). El freno del motor permanecerá desactivado hasta que el motor se apague. (NOTA: En algunas unidades nuevas el freno esta atorado y no puede liberarse manualmente. Esto es normal. En el primer arranque el freno se liberará automáticamente y se autoajustará). Verificar siempre que no exista torsión almacenada antes de arrancar la unidad.

Accion del freno de motor

El freno del motor se acciona automáticamente cuando el motor se para. Esto evita el impulso del motor por la bomba y el giro inverso de las poleas en caso de una condicion de rotor atorado. Cuando el freno esta activado sostiene la torsión almacenada en la sarta de varillas. Esta torsión se transfiere de la sarta de varillas a través del cabezal impulsor del motor y al freno del motor, por medio de las bandas. Es importante señalar que las poleas y bandas están siendo removidas mientras exista torsión almacenada en el sistema.

Liberación manual del freno del motor

El freno se libera jalando la perilla de liberación en la parte trasera de la cubierta del motor. Bajo condiciones normales de operación no es necesaria la operación manual del freno antes de rearrancar la bomba. El freno se desactiva automáticamente cuando se suministra potencia al motor. Sin embargo, el freno de motor debe liberarse manualmente bajo las siguientes condiciones:

1. Antes de cambiar poleas, bandas y masas.
2. Antes de desconectar el cabezal impulsor o elevar la flecha impulsora.
3. Para liberar la torsión excesiva almacenada debido a una condición de rotor atorado.
4. Antes de desarmar el freno para mantenimiento.

Cuando se libera el freno manualmente es necesario liberar y activar varias veces el freno, jalando y empujando la perilla de liberación. Esto evitará que las poleas giren en sentido contrario muy rápidamente. (El freno del motor no está diseñado para libarar gradualmente la torsión por resbalamiento de los discos del freno, en lugar de eso la perilla de liberación deberá jalarse repetidamente para liberar la torsión).

NUNCA QUITAR EL GUARDABANDAS, LAS POLEAS O LAS MASAS, TAMPOCO DESCONECTAR EL CABEZAL IMPULSOR NI LEVANTAR LA FLECHA IMPULSORA, HASTA QUE TODA LA TORSION ALMACENADA EN EL SISTEMA HAYA SIDO LIBERADA.

VERIFICAR SIEMPRE QUE NO EXISTA TORSION ALMACENADA ANTES DE VOLVER A ARRANCAR, UNA TORSION EXCESIVA INDICA UNA CONDICION POTENCIAL DE ROTOR ATORADO.

V1.5 FRENO DE GIRO INVERSO

Verificar antes de instalar:

1. **Tamaño de la flecha.** Verificar la perforación del clutch y el tamaño correcto de la flecha impulsora. La perforación del clutch está diseñada para ajustarse con una ligera presión dentro de un rango de tolerancia de 0.001 a 0.003 pg. El diámetro de la perforación es para flecha de 1.75 pg.
2. **Candado.** Los candados son de lado ajustable, longitud completa y no deben ajustarse muy apretadamente a fin de evitar el distorsionamiento de la masa. Utilizar candados que tengan esquinas ligeramente biseladas y que puedan insertarse con un ajuste cómodo.
3. **Rotación.** El clutch tiene marcado en la parte superior "TOP" para ayudar en la instalación (Fig V.1). El sello laberinto de aluminio está localizado en la parte superior y deberá estar hacia arriba cuando el clutch esté montado.

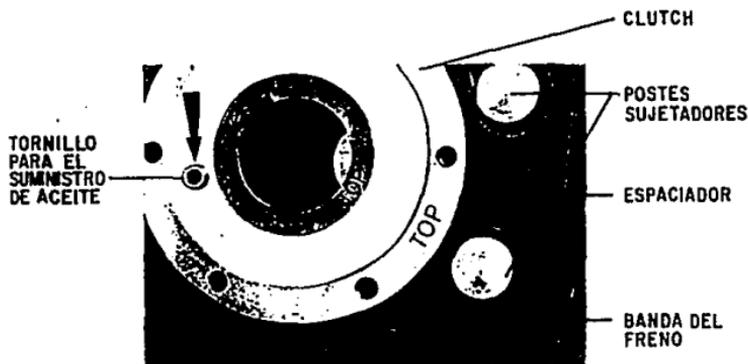


Fig. V.1 VISTA SUPERIOR DEL INTERIOR DEL FRENO.

4. **Velocidad de operación.** Verificar que la velocidad real de operación no exceda 800 rpm en la dirección de giro. Para máxima eficiencia de diseño del sistema Robbin & Myers, no recomienda operar arriba de 500 rpm.
5. **Torsión.** No exceda el rango de torsión asociado con el factor de servicio apropiado. Ver la tabla de datos de servicio.

DATOS DE SERVICIO

Factor de servicio (torsión pg-lb)	Límite de torsión*
1.0 Torsión (1.0 (Hp/100))	5400 (8.7)
1.2 Torsión (1.2 (Hp/100))	4560 (7.2)
2.4 Torsión (2.4 (Hp/100))	2280 (3.6)

* Límite de torsión en pg-lb; las cifras en doble paréntesis son potencias por 100 rpm.

El factor de servicio para el freno puede variar de 1.0 a 2.4 dependiendo de la repetición de cargas y de la cantidad de sobrecargas del sistema. Un factor de servicio de 1.0 se usa para cargas estables sin choque. El factor de servicio de 2.4 es para cargas aplicadas con frecuencia y repentinamente. El exceso de esos límites requerirá un mantenimiento más frecuente y puede resultar en fallas del cojinete en el clutch.

Instalación

1. **Carcaza.** El freno se monta de fábrica en el cabezal impulsor. Si se quita para servicio, el procedimiento para instalarlo es el siguiente:

ADVERTENCIA: El cabezal impulsor no deberá operarse sin un funcionamiento apropiado del freno.

Montar la carcaza del freno sobre el reductor de engranes o sobre la carcaza del cojinete usando el patrón de agujeros para tornillos apropiados. Cuando se alinea la carcaza, localizar el tornillo de tensión de modo que sea fácilmente accesible y que la placa de advertencia esté totalmente a la vista.

Para el impulsor de ángulo recto DH-30, colocar los 4 espaciadores de 3/8 pg entre la carcaza del freno y la cubierta del reductor de engranes. Hacer la unión de la carcaza del freno al reductor de engranes utilizando los 4 tornillos y roldanas de 3/8 pg * 2 1/4pg.

Para el impulsor de ángulo recto DH-20, colocar los tres espaciadores de 3/8 pg entre la carcaza del freno y la cubierta del reductor de engranes. Hacer la unión de la carcaza del freno a la tapa del reductor de engranes utilizando 3 tornillos de 1/2 pg * 1 1/4 pg y sus roldanas.

Para el impulsor directo DH-30, usar los tres tornillos de 1/2 pg * 1 1/4 pg y roldanas de presión para unirlos a la placa adaptadora.

Para el impulsor directo DH-20, usar los 4 tornillos de 1/2 pg * 1 1/2 pg y roldanas de presión para unirlos a la carcaza del cojinete.

NOTA: Para el impulsor directo DH-20, instalar el espaciador de 5 1/2 pg antes de montar la carcaza. Un diámetro menor del espaciador quedaría en contra de la cara externa del cojinete.

2. **Espaciador del clutch.** El espaciador para el impulsor directo DH-20 deberá estar ya en su lugar. Para el impulsor directo DH-30, el espaciador del clutch de 2 7/8 pg está atornillado a la flecha del impulsor. Se coloca de manera que el giro del clutch queda apropiadamente alineado con la banda del freno cuando el clutch descansa sobre la superficie del espaciador.

Para los impulsores DH-20 y DH-30 que utilizan los reductores de engranes modelos 775 y 920, con la carcaza colocada, deslizar el espaciador de 2 7/8 pg sobre la flecha, permitiéndole caer sobre la masa del reductor. Colocar el candado de 3/8 pg en su lugar sobre la flecha impulsora.

3. **Clutch.** Verificar que la superficie marcada "TOP" esté a la vista. Deslizar el clutch sobre la flecha y asentarlo en la parte superior del espaciador o del hombro de la flecha. Retirar el tapón del anillo de aluminio del laberinto (Fig. V.1). Llenar el clutch con 6 oz de aceite del recomendado por las normas API. Limpie completamente el tapón e instalarlo cuidadosamente en el laberinto.

PRECAUCION: La contaminación del aceite con basura o rebabas metálicas provocará una falla prematura del clutch. Limpiar la superficie de la cara externa antes de instalar la banda del freno.

4. **Banda del freno.** Colocar la roldana plana en el tornillo de tensión e insertarlo en su agujero de la carcaza. Permitir una extensión suficiente del tornillo para colocar las roldanas de presión de un extremo a otro. Insertar la chabeta sin roscar en la primera ranura de la banda del freno para que el tornillo pase a través de la chabeta. Insertar el espaciador en el agujero contrario a la chabeta de modo que el espaciador quede entre la chabeta y la carcaza. Permitir que el peso de la chabeta la mantenga en su lugar. Deslizar la banda del freno sobre el clutch y alinear el espaciador con el tornillo de tensión. Deslizar el tornillo de tensión a través del espaciador y la perforación de la chabeta. Colocar la chabeta roscada en la otra ranura de la banda del freno, alineando el agujero roscado con el tornillo de tensión y atornillarlo. Verificar su alineación y apriete.

5. **Cubierta y tapa.** El sello de borde se usa en los impulsores directos. La tapa de acceso se usa en los impulsores de ángulo recto. Cuando la tapa de acceso no puede usarse debido a la longitud de la flecha impulsora, presionar el sello de borde en la cubierta y colocar la tapa superior sobre la flecha, montándola en la carcaza del freno con 3 tornillo de 3/8 pg. Cuando se usa la tapa de acceso el sello de borde para la cubierta no se utiliza. Colocar el anillo de sello en la tapa de acceso, poner esta sobre la flecha impulsora y presionar para colocarla sobre el freno.

Operación

Cuando la flecha del cabezal impulsor está girando en el sentido de las manecillas del reloj, el clutch está girando. Con el tornillo de tensión apretando la banda del freno sostiene la cara externa del clutch mientras que la masa interna gira con la flecha. Cuando la dirección de rotación de la flecha cambia, la rotación forza a los baleros del clutch hacia arriba por su rampa, atrapando a la masa interna con la cara exterior. El clutch entonces, queda activado.

La cantidad de torsión que la banda del freno puede sostener en esta condición depende del apriete del tornillo de tensión (Fig. V.2). Para incrementar su capacidad, girar el tornillo en sentido de las manecillas del reloj. Apretar en intervalos de 1/4 de vuelta hasta obtener la tensión deseada. Para una operación normal, el tornillo deberá estar apretado a 50 lb-pie. Para disminuir la capacidad de torsión, liberar la banda del freno, girando el tornillo en contra de las manecillas del reloj. La velocidad de rotación de la flecha impulsora y de la sarta de varillas se incrementará conforme la tensión del tornillo sea liberada.

Para asegurar que la velocidad no sea excesiva, liberar la tensión con 1/4 de vuelta hasta obtener la velocidad de reversa deseada.

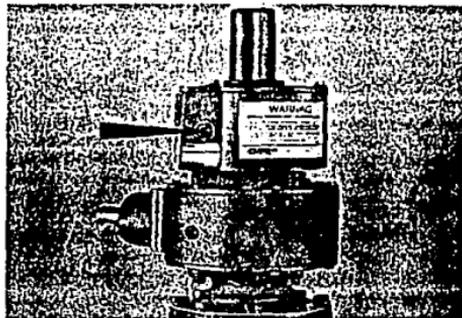


Fig. V.2 TORNILLO DE TENSION DEL FRENO.

PRECAUCION: Cuando se libera la torsión en la sarta de varillas, la fricción entre la banda del freno y la cara externa del clutch generará calor. Para evitar un calor excesivo liberar lentamente la torsión en intervalos de 1/4 de vuelta. Si mientras tanto se genera calor (evidente por la presencia de humo), apretar el tornillo de tensión y permitir que la unidad

se enfríe antes de permitir otra vez, liberación de más torsión. Repetir este procedimiento hasta que toda la torsión quede disipada.

ADVERTENCIA: No liberar al tornillo de tensión rápidamente. **ES IMPORTANTE SEGUIR EL PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD SI EL POZO REQUIERE UNA REPARACION.** No aflojar ninguna unión del cabezal sin leer el procedimiento indicado a continuación, para instalar un equipo de reparación. Referirse a la placa de advertencia que esta en la carcaza del freno.

ADVERTENCIA EN LA CARCAZA DEL FRENO

ADVERTENCIA :

ETAPAS DE OPERACION PARA EVITAR POSIBLES DAÑOS

- * **NO ARRANCAR LA BOMBA ANTES DE APRETAR EL TORNILLO DE TENSION.**
- * **NO AFLOJAR LA CONEXION ENTRE CABEZAL IMPULSOR Y "T" DE FLUJO NI EJECUTAR NINGUN OTRO TRABAJO DE MANTENIMIENTO ANTES DE LIBERAR EL FRENO.**
- * **PARA LIBERAR EL FRENO, GIRAR LENTAMENTE EL TORNILLO DE TENSION EN CONTRA DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ Y PERMITIR QUE LA FLECHA IMPULSORA SE DETENGA COMPLETAMENTE.**
- * **VER EL MANUAL BSB-2 PARA INSTRUCCIONES COMPLETAS.**

VI.6 ASPECTOS IMPORTANTES.

A continuación se mencionan unos aspectos que se considerarán importantes recordar cuando se realiza la instalación.

1. Verificar que la caja de varillas o el conector, que está en la parte inferior del cabezal impulsor, esté bien apretado.
2. Engrasar el rotor y el interior del estator antes de instalarlos, especialmente en la bomba con elementos tamaño 5 y en pozos con alto contenido de agua. Esto facilitará la realización del espaciamiento entre el rotor y el estator.
3. Asegurarse de que todas las uniones superficiales estén bien apretadas. El cabezal impulsor podría girar al revés en aplicaciones donde exista torsión excesiva.
4. Asegurarse de que todas las juntas de la tubería de producción estén bien apretadas. Porque hay contratorsión en el estator en la dirección de desenroscamiento de la tubería de producción.
5. Hay tres tornillos que van a través de la tuerca de bronce del cabezal impulsor en el modelo 6K N3500 y dos en el cabezal impulsor modelo 10K 18N 3500. Antes de arrancar

- la unidad, asegurarse de que al menos uno está en su lugar. Una falla en este aspecto puede provocar que la flecha impulsora caiga a través del cabezal impulsor.
6. Recordar verificar la rotación del motor antes de introducir la bomba.
 7. (A). Asegurarse de que el cabezal impulsor está perfectamente vertical respecto al cabezal del pozo. Los accesorios doblados o en malas condiciones causan esfuerzos inversos en la flecha impulsora y en las varillas superiores y pueden provocar fugas en el estopero y rompimiento de la flecha impulsora o de las varillas.
(B). Asegurarse de que las varillas de extensión utilizadas para el espaciamento final, estén rectas. Las varillas dobladas en la parte superior de la sarta pueden provocar fugas en el estopero.
NOTA: Los síntomas característicos de lo antes mencionado son sacudimiento del cabezal y vibración excesiva.
 8. No apretar demás el estopero. Apretar el ensamble del estopero parejo de todos lados. Si se aprieta demasiado puede dañarse la flecha impulsora y provocar una falla prematura del estopero.
 9. Cuando se realiza el espaciamento del rotor dentro del estator, asegurarse de tomar en cuenta que todas las uniones para servicio deben quitarse antes de poner el cabezal impulsor en su lugar; por ejemplo los entarimados de varillas, preventores, etc.
 10. Siempre arrancar la bomba con un amperímetro conectado. La corriente del motor es el mejor indicador de las características de operación de la bomba.

V2 SISTEMAS DE SEGURIDAD

Con referencia a los sistemas de seguridad en la instalación superficial para la operación de ambos equipos (Jensen- Rotojack y InterRep-Moyno), destacan el mecanismo de freno, el tablero de control y la subestructura de apoyo. Dada su importancia estos componentes requieren especial atención, considerando que sus funciones son vitales para la operación más confiable del equipo, por lo que a continuación se incluyen los siguientes comentarios:

- 1) El sistema de freno Jensen-Rotojack, se activa eléctricamente por medio de un solenoide que mantiene libre un disco de asbesto montado sobre la flecha del motor, cuando éste está operando. En el momento en que la energía se suspende, el solenoide deja de actuar y el disco queda automáticamente atrapado impidiendo el giro del rotor del motor, esto evita la rotación inversa de las varillas. La torsión almacenada en la sarta se transmite a la caja de engranes, de ésta al motor y al freno por medio de bandas, las cuales deben mantenerse en buen estado, ya que su rotura impide la acción del freno sobre la sarta de varillas. La liberación del freno puede hacerse manualmente pero no en forma gradual,

sino que será necesario desactivarlo y activarlo repetidamente, mediante el jalón de un botón que se encuentra en su parte posterior.

El sistema de freno InterRep-Moyno, se activa mecánicamente y trabaja con el principio de un embrague que permite el giro libre de la flecha impulsora del cabezal, en el sentido de las manecillas del reloj. En el momento en que la flecha cambia su dirección de rotación, los baleros del embrague suben en una rampa empujando hacia arriba de su alojamiento, con lo que el embrague queda accionado, deteniendo el movimiento de la flecha; lo que generalmente ocurre al detenerse el motor. La torsión almacenada en la sarta se puede liberar en forma gradual y controlada mediante el giro de un tornillo de tensión. Este sistema de freno se considera más seguro que el anterior.

- 2) El tablero de control Jensen-Rotojack contiene fusibles de desconexión por sobrecargas, pararrayos, circuitos con mecanismos de relojería para arranque controlado, restablecimiento automático de corriente por fallas en el suministro de energía, operación intermitente, interruptor de arranque manual o automático y controles de seguridad consistentes en sensores de alta presión en la línea de descarga y de baja presión en la bomba, los cuales suspenden el suministro de corriente al detectar problemas, lo que permite una operación más segura del equipo.

El tablero de control InterRep-Moyno instalado, únicamente contiene botón de arranque y fusible de desconexión.

- 3) La subestructura Jensen-Rotojack sostiene la caja de engranes y al motor evitando cargas sobre el cabezal del pozo; sin embargo, su instalación requiere nivelar el terreno, colocar cuñas para la base original o eliminar ésta sustituyéndola por otra hechiza y su desnivelación puede causar serios problemas; adicionalmente, se debe tener cuidado en alinear la flecha impulsora con la sarta de varillas. Por falta de información, se desconoce si la subestructura es capaz de soportar los esfuerzos de torsión por causa de atascamiento del rotor en el estator, al momento de levantar el aparejo para romper el sello entre el rotor y el estator.

En la instalación InterRep-Moyno, la caja de engranes y el motor quedan permanentemente cargados por el cabezal del pozo. Cuando se tiene atascamiento del rotor en el estator, es indispensable colocar cadenas que impidan el giro de la caja de engranes y motor, en el sentido inverso a las manecillas del reloj, con el propósito de levantar el aparejo y romper el sello entre rotor y estator.

Los beneficios de las medidas de seguridad que se toman en la operación de cualquier equipo, generalmente no se evalúan, puesto que se desconoce la magnitud de los daños materiales y personales que evitan cuando entran en acción y no contar con dichas medidas, casi siempre resulta lamentable y más costoso que los dispositivos que permiten operaciones más confiables.

SUGERENCIAS DE SEGURIDAD

A continuación se incluyen algunos puntos importantes que se deben de tomar en cuenta en lo que corresponde a seguridad personal y del equipo.

1. Evitar el contacto con circuitos energizados o partes giratorias.
2. Desconectar la corriente cuando se realice cualquier reparación o ajuste que no sea la lubricación o ajuste del cabezal impulsor.
3. Mantener el guardabandas siempre en su lugar, para evitar su acceso a personal no autorizado. En unidades accionadas por motor de combustión interna, deberá fabricarse el guardabandas en el sitio del pozo.
4. En unidades con freno de motor, siempre liberar el freno antes de abrir el guardabandas y tocar las poleas.
5. En unidades ya sea con freno de motor o de cabezal impulsor siempre verificar la torsión antes de arrancar la unidad. Una torsión excesiva indica una posible condición de atoramiento del rotor.
6. El freno del motor y el freno del cabezal impulsor deberán liberarse antes de desconectar el cabezal impulsor o de levantar la flecha impulsora.
7. En todas las unidades con motor eléctrico, debe usarse un amperímetro para verificar el amperaje apropiado o durante todos los arranques de la unidad.
8. Nunca sobre apretar los tornillos de la masa. Esto puede causar rotura de la masa y/o de la polea.
9. Verificar el nivel de aceite en el reductor de engranes.
10. Asegurarse de que todas las conexiones que sujetan al cabezal impulsor con el cabezal del pozo esten bien apretadas.

V3 FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACION

Efecto de la temperatura y de aditivos

TEMPERATURA: El estator estándar de elastómero de nitrilo comienza a hincharse por efecto térmico aproximadamente a 135 ° F. Para aplicaciones arriba de dicho valor se consulta a un representante calificado.

ADITIVOS: Los aditivos que pueden dañar la bomba de cavidades progresivas son algunos agentes químicos naturales del pozo y otros de tratamiento. A continuación se presenta una tabla de los aditivos dañinos y el elemento de la bomba que puede afectar.

AGENTE QUIMICO	ELEMENTO	POSIBLE DAÑO
Dicloroetano	Estator	Reacciona con el nitrilo
Dicloroetileno	Estator	Reacciona con el nitrilo
Acido clorhídrico (Muriático)	Rotor	Despega el cromo
Acido fluorhídrico	Rotor	Despega el cromo
Acido sulfhídrico	Estator	Reacciona con el nitrilo
Acetona	Estator	Reacciona con el nitrilo
Cloruro de Metilo	Estator	Reacciona con el nitrilo
Acido sulfúrico	Rotor	Despega el cromo
Acido sulfuroso	Rotor	Despega el cromo
Bioxido de carbono	Estator	Reacciona con el nitrilo
Aromáticos	Estator	Reacciona con el nitrilo

Cualquiera de los ácidos indicados en las concentraciones usadas para tratamiento a pozo son dañinos aún cuando estén parcialmente gastados. Los operadores deberán ser cuidadosos de posibles daños al rotor y hacer lo necesario para retirar los ácidos antes de que la bomba se instale. La práctica de levantar el rotor fuera del estator para realizar un trabajo con ácido, y luego volverlo a colocar, debe eliminarse.

En algunos de los pozos la parafina se deposita en la tubería de producción restringiendo el área de flujo entre ésta y las varillas. Esto incrementa las pérdidas por fricción y resulta en incrementos de la demanda de la potencia. Si no se hace nada para disolver la parafina o para inhibir su formación el flujo disminuirá o se suspenderá, provocando pérdidas de producción y dañando los elementos de la bomba. El tratamiento a pozo con solventes de parafina a través del espacio anular entre la tubería de revestimiento y de producción, puede ser efectivo para inhibir la formación y depositación de parafina. Existen diversos solventes comerciales, sin embargo algunos contienen ingredientes que pueden perjudicar al material del estator. Es importante que el operador conozca los solventes que pueden ser dañinos. Cualquier solvente que contenga algún tipo de hidrocarburo aromático puede reaccionar en contra del material de nitrilo del estator. Específicamente los hidrocarburos aromáticos identificados son: BENZENO, TOLUENO, XILENO, XILOL, GASOLINAS Y DIESEL.

CONSULTAR AL PROVEEDOR ANTES DE UN TRATAMIENTO A POZO CUANDO SE ESTA PRODUCIENDO CON BCP.

V.4 CAUSAS MAS COMUNES DE FALLA

1. Bombeo en seco.

La condición de bombeo en seco produce una lubricación inadecuada entre el rotor y el estator. La fricción resultante quema el elastómero del estator. Esta condición generalmente la causa un taponamiento en la succión o en la descarga de la bomba; o una velocidad de bombeo desproporcionadamente alta con respecto a la capacidad real de producción del pozo. Como regla general la producción real (bpd) de un pozo nunca deberá ser menor del 50% del gasto (bpd) dado por la velocidad de bombeo. Otra posible causa de la condición de bombeo en seco, es bombear en contra de una válvula cerrada en la línea superficial de escurrimiento por un período prolongado.

2. Basura.

El bombeo prolongado de sólidos puede rasgar al elastómero del estator, rayar al rotor e incluso atorar al rotor en el estator. El uso de un ancla de lodo o Econofilter, evitará la entrada de sólidos de diámetro grande a la bomba.

3. Ataque por agentes químicos.

Ciertos agentes químicos pueden dañar los materiales del estator o del rotor. Para mayor información referirse a la sección "V.3 FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACION".

4. Temperaturas altas.

Las temperaturas de fondo superiores a 135° F pueden causar el hinchamiento del elastómero del estator por efecto térmico. Para mayor información, referirse a la sección "V.3 FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACION".

5. Colocación de la bomba abajo del rango máximo de profundidad.

Cuando el nivel de fluido que se bombea está abajo de la profundidad máxima de colocación de la bomba, El elastómero del estator está sometido a una presión excesiva por etapa. Esto produce una baja eficiencia de bombeo y puede resultar en la destrucción del elastómero.

V5 DIAGNOSTICO DE FALLAS

Síntoma 1.- No hay flujo

Evidencia

1. No gira la flecha.

Causas posibles

- a) Bandas, poleas o masas flojas, sueltas o rotas.
- b) No llega energía al motor.
- c) Falla del motor.
- d) Falla en baleros y/o caja de engranes.
- e) El motor no está bien conectado.

Evidencia

2. La flecha gira a la velocidad correcta.

Causas posibles

- a) Varillas rotas o desconectadas.
- b) Estator dañado.
- c) Rotor roto.
- d) Cromo despegado del rotor por ácido.
- e) Tubería de producción o estator desconectado.
- f) Rotor y/o estator excesivamente gastados.
- g) El rotor no está suficientemente dentro del estator.
- h) Rotor más allá del estator (totalmente fuera).

Evidencia

3. La flecha gira a una velocidad menor a la correcta.

Causas posibles

- a) Poleas de tamaño incorrecto.
- b) Bandas, poleas o masas resbalando.
- c) Motor dañado.
- d) Motor incorrecto.
- e) Suministro de energía defectuoso.

Evidencia

4. Condición de rotor atorado.

Causas posibles

- a) Rotor apoyado contra el perno tope del estator.
- b) Bomba atascada por arena.
- c) Excesivo calor en el pozo provoca que el estator se hinche.
- d) Basura entre el rotor y el estator.

- e) Hinchazón del estator por ataque químico.
- f) Falta de lubricación entre rotor y estator.

Síntoma II.- Gasto bajo

Evidencia

1. El flujo es constante, pero inferior al esperado.

La flecha gira a la velocidad correcta.

Causas posibles

- a) Información incorrecta para el diseño o diseño incorrecto (productividad del pozo menor a la esperada).
- b) Tamaño incorrecto de la bomba.
- c) Succión de la bomba restringida por lodo, basura, arena, etc.
- d) El pozo se está arenando.
- e) Alta relación gas/líquido en la succión de la bomba.
- f) Rotor o estator excesivamente gastados.
- g) Rotor incorrectamente espaciado dentro del estator.
- h) Rotor y/o estator dañados.
- i) Fuga en la tubería de producción.

Evidencia

2. El flujo es constante pero inferior a lo esperado.

La flecha gira a una velocidad menor a la correcta.

Causas posibles

- a) Las poleas no son del tamaño correcto.
- b) Bandas, poleas y masas resbalando.
- c) Motor dañado.
- d) Tamaño de motor incorrecto.
- e) Suministro de energía defectuoso.

Síntoma III.- Flujo intermitente

Evidencia

1. El flujo y la corriente normal en el motor son intermitente o discontinuos. En algunos casos puede presentarse un aparente "apriete y afloje" cíclico en la sarta de varillas.

Causas posibles

- a) Alta relación gas-líquido en la succión de la bomba.
- b) El rotor ligeramente apoyado contra el perno tope del estator.
- c) Exceso de lodo, arena, basura etc. causando fluctuaciones en el gasto.
- d) Hinchazón del estator causado por alta temperatura o agentes químicos.

- e) Mala lubricación entre rotor/estator debido a una insuficiente cantidad de líquido.
- f) Fricción en la sarta de varillas debido a la tortuosidad del agujero o pozo desviado.

NOTA: El flujo intermitente o discontinuo, no es necesariamente un problema, si las fluctuaciones no son extremas. En todo caso debe consultarse un representante especializado.

Síntoma IV.- Fuga excesiva en el estopero

Evidencia

1. Fuga abundante del fluido del pozo en el área del estopero.

Causas posibles

- a) Es necesario instalar más empaques.
- b) Es necesario reemplazar los empaques actuales.
- c) El conjunto de empaques a sido excesivamente apretado causando una falla prematura.
- d) El ensamble del estopero no está apretado parejo.
- e) Tipo de empaques incompatible con los fluidos del pozo.
- f) Excesiva contrapresión en la línea de escurrimiento.
- g) El cabezal impulsor no está apropiadamente alineado con el cabezal del pozo.
- h) Flecha impulsora chueca o varillas subsuperficiales chuecas.
- i) Basura, polvo o residuos entre la flecha y los empaques.

NOTA: En la mayoría de los estoperos es bueno un cierto escurrimiento para la lubricación y disipación del calor entre la flecha y los empaques.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y NOMENCLATURA

CONCLUSIONES

- 1) La Bomba de Cavidades Progresivas (BCP) cubre un amplio rango de aplicaciones, debido a su diseño y diversos materiales de construcción. El rotor metálico colocado en el estator elastomérico, sin válvula interna, dan a la bomba sus múltiples ventajas. El área de sección transversal constante de la bomba teóricamente produce un flujo sin pulsaciones.
- 2) Comparando la BCP con los demás métodos de producción es de más baja inversión inicial, fácil de instalar y requiere de mínimo mantenimiento. Estos factores, como la alta eficiencia total del sistema, indican claramente las ventajas que tiene
- 3) Los equipos electromecánicos rotatorios marcas InterRep-Moyno y Jensen-Rotojack, presentan el mismo tipo de funcionamiento y partes de aparejo subsuperficial, únicamente con diferencias en la distribución de componentes e instalación superficial. La colocación del rotor en el estator así como su debido espaciamiento, se realiza en forma similar para ambas marcas.
- 4) La instalación superficial del equipo Jensen-Rotojack que cuenta con subestructura, requiere nivelar el terreno y hacer modificaciones para la colocación o sustitución de la base, también deben hacerse movimientos de la subestructura para alinear la varilla pulida en el estopero; los asentamientos naturales del terreno provocan su desalineación y problemas consecuentes. El equipo InterRep-Moyno no presenta este problema ya que al colocarlo directamente sobre el cabezal de tuberías queda automáticamente alineado, por lo que su instalación es más sencilla.
- 5) El sistema de freno Jensen-Rotojack que actúa sobre la flecha del motor, no impide la rotación inversa de las varillas por rotura de bandas o fallas en las poleas; su funcionamiento es eléctrico y ha presentado fallas en el embobinado. El sistema de freno InterRep-Moyno que actúa directamente sobre la flecha vertical del reductor de engranes, se considera más seguro.

- 6) El tablero de control instalado de InterRep-Moyno únicamente tiene botón de arranque y fusible de desconexión. El tablero de control Jensen-Rotojack cuenta con mecanismos de relojería para restablecimiento de corriente automática por fallas en el suministro de energía, represionamiento en línea de descarga o baja presión en la bomba, además tiene luces indicadoras de la causa de paro.
- 7) Ambas marcas tienen componentes superficiales compactos, ligeros y más fáciles de instalar comparativamente con unidades de bombeo mecánico equivalentes para operar en un mismo pozo. Muestran la capacidad de funcionar adecuadamente en pozos donde el bombeo mecánico se ha visto imposibilitado debido a las altas viscosidades de los fluidos. Así mismo, no presentan afectación por la presencia de arena, parafina o gas libre en la bomba.

NOMENCLATURA

SIMBOLO	NOMBRE	UNIDADES
Q	Gasto	bpd
A	Area de flujo	pg ²
V	Velocidad de flujo	rpm
Ae	Area del estator	pg ²
Ar	Area del rotor	pg ²
Dr	Diámetro del rotor	pg
E	Excentricidad	pg
Lrc	Distancia recorrida por una cavidad durante un giro completo del rotor	pg
° API	Densidad API	° API
RGL	Relación gas-líquido	pie ³ /bl

ABREVIATURAS

SAP	Sistema Artificial de Producción.
BCP	Bomba de Cavidades Progresivas.
CTR	Relevador de Corriente.
TDR	Relevador de Tiempo (alta presión).
TLP	Relevador de Tiempo (baja presión).
TDI	Relevador de arranque de la bomba.
TCI	Reloj de tiempo programable.
TD1	Reloj de tiempo de 90 a 900 seg.
TD2	Reloj de tiempo de 1 a 10 seg.
K11	Relevador de control.
TB1	Puente térmico.
TT1	Interruptor de indicación de alta presión.
SW3	Interruptor de apagado manual/automático.
LL1	Indicador de luz cuando ocurra baja presión.
LL2	Indicador de luz por falla.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Moyno Down-Hole Oil Well Products.
Technical Manual InterRep Inc. 1989
- 2) Oilfield Products
Jensen-Rotojack (Manual Técnico). 1988
- 3) Pumping, Oil Wells With Progressive Cavity Pumps
J. B. Jensen, Sr.
Jensen International. 1993
- 4) Dictamen técnico sobre equipos electromecánicos rotatorios marcas InterRep-Moyno y Jensen-Rotojack.
Díaz Z. H. y Clavel L. J.
I. M. P. División de Producción, Proyecto D-3302
Diciembre de 1989.
- 5) Sistemas de Seguridad de equipos electromecánicos rotatorios marcas InterRep-Moyno y Jensen-Rotojack.
Díaz Z. H.
I. M. P. División de Producción, Proyecto CBO-3302
Abril de 1990.
- 6) Estudio y descripción, instalación, operación y mantenimiento de equipos electromecánicos rotatorios
Díaz Z. H. y Mata I. G.
I. M. P. División de Producción, Proyecto CBO-3313
Agosto de 1991.
- 7) A Comparative Analysis Of Efficiency And Horsepower Between Progressing Cavity Pumps And Plunger Pumps.
K. J. Saveth & S. T. Klein
S.P.E. Preprint, Oklahoma, City.
March 8, 1987.
- 8) The Progressing Cavity Pumps: Principle And Capabilities.
K. J. Saveth & S. T. Klein
S. P. E. Preprint, Oklahoma, City.
March 13, 1989.