

**INSTRUCCIONES DE SERVICIOS PARA
EL MONTAJE Y DESMONTAJE
DE LOS ACTUADORES BETTIS
NEUMÁTICOS, DE RETORNO POR RESORTE
CON OPERADOR MANUAL HIDRAULICO
MODELOS HDXX1-SR-M11**

NÚMERO DE PARTE: 132546S

REVISIÓN: "A"

FECHA DE EMISIÓN: Abril 2002

CONTENIDOS

<u>SECCIÓN</u>	<u>PÁGINA</u>
<u>SECCIÓN 1 - INTRODUCCIÓN</u>	2
1.1 MANTENIMIENTO GENERAL	2
1.2 DEFINICIONES	3
1.3 INFORMACIÓN GENERAL DE SEGURIDAD	3
1.4 BIBLIOGRAFIA	3
1.5 INFORMACIÓN GENERAL Y HERRAMIENTAS.....	3
1.6 REQUERIMIENTOS DE LUBRICACIÓN Y DE FLUIDOS.....	4
<u>SECCIÓN 2 – DESMONTAJE DE ACTUADOR</u>	4
2.1 DESMONTAJE GENERAL.....	4
2.2 DESMONTAJE DEL CILINDRO DEL RESORTE	5
2.3 DESMONTAJE DEL CILINDRO DEL OPERADOR MANUAL HIDRAULICO	6
2.4 DESMONTAJE DE LA CARCASA.....	7
<u>SECCIÓN 3 – MONTAJE DEL ACTUADOR</u>	8
3.1 MONTAJE GENERAL	8
3.2 MONTAJE DE LA CARCASA.....	9
3.3 MONTAJE DEL CILINDRO DEL OPERADOR MANUAL HIDRAULICO	10
3.4 MONTAJE DEL CILINDRO DEL RESORTE	13
3.5 CÓMO PROBAR EL ACTUADOR	16
3.6 INSTALACIÓN DEL CONTROL HIDRÁULICO M11.....	17
3.7 REARRANQUE DEL ACTUADOR.....	19
<u>SECCIÓN 4 – INFORMACIÓN DE APOYO DE ACTUADORES</u>	20
4.1 TABLA DE PESOS DE ACTUADORES	20
4.2 TABLA DE HERRAMIENTAS - HD-SR-H (ESTILO DE HERRAMIENTAS M11 Y TAMAÑOS DE LLAVES.....	20

SECCIÓN 1 - INTRODUCCIÓN

1.1 MANTENIMIENTO GENERAL

1.1.1 Este procedimiento de servicio es una guía para realizar el mantenimiento general de los actuadores *Bettis* modelos HD521-SR-M11, HD721-SR-M11 y HD731-SR-M11, neumáticos, de retorno por resorte con cilindro de operador manual –H. NOTA: Los modelos de Actuadores pueden no tener un operador manual M11 pero pueden tener un cilindro de operador manual hidráulico –H sin un sistema de operador manual -M11.

NOTA: Cuando el modelo del actuador tiene una "-S" como sufijo, significa que el actuador es especial y puede tener algunas diferencias que no se incluyen en este procedimiento.

1.1.2 El intervalo normal de servicio recomendado para la serie de este actuador es cada cinco años.

NOTA: El tiempo transcurrido en almacenamiento se cuenta como parte del intervalo de servicio.

1.1.3 Para aplicar este procedimiento queda entendido que todo el suministro eléctrico y la presión neumática han sido desconectados del actuador, para permitir que el resorte se desplace y rote el actuador a su posición de falla.

1.1.4 También está sobreentendido que el actuador ha sido quitado de la válvula, así como todas las tuberías y accesorios que estaban montados en el actuador.

1.1.5 Este procedimiento debe ser implementado sólo por personal técnicamente competente quien debe observar buenas prácticas de trabajo.

1.1.6 Los números en paréntesis () indican el número de referencia de ítem ("bubble number") utilizado en los diagramas de ensamblaje y en las listas de repuestos de actuadores *Bettis*.

1.1.7 Este procedimiento es escrito utilizando las siguientes referencias del actuador:

1.1.7.1 El lado del tornillo limitador de la carcasa (1-10) será considerado como la parte frontal del actuador.

1.1.7.2 La tapa de la carcasa (1-20) será la parte superior del actuador.

1.1.8 Algunos modelos de los actuadores de la serie HD son pesados y requieren apoyo para ser manejados. Para obtener pesos aproximados de actuadores refiérase a la Tabla 4.1 de la Sección 4.

1.1.9 Cuando retire los sellos de las ranuras, utilice una herramienta comercial para extraer sellos o un destornillador pequeño con las puntas redondeadas.

PRECAUCIÓN: Aplique el fluido sellador de roscas de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

- 1.1.10 Utilice un fluido sellador no endurecedor de roscas en todas las roscas de los tubos.
- 1.1.11 Bettis recomienda que el desmontaje del actuador se realice sobre un banco de trabajo en una área limpia.
- 1.1.12 Este procedimiento no incluye las Instrucciones de Montaje y Desmontaje para los actuadores modelos M11. Bettis no recomienda un mantenimiento periódico para estos actuadores. El operador manual hidráulico requiere ser atendido solo cuando falla.

1.2 DEFINICIONES

ADVERTENCIA: Si no se cumplen las advertencias, el usuario incurrirá en altos riesgos de daños severos al actuador y/o de lesiones fatales al personal.

PRECAUCIÓN: Si no se cumplen las precauciones, el usuario puede incurrir en daños al actuador y/o en lesiones al personal.

NOTA: Son recomendaciones de asesoría e información para apoyar al personal de mantenimiento a llevar a cabo los procedimientos de mantenimiento.

1.3 INFORMACIÓN GENERAL DE SEGURIDAD

Los productos suministrados por *Bettis*, en su condición "como fueron despachados" (as shipped) son intrínsecamente seguros si las instrucciones contenidas dentro de las instrucciones de servicio son estrictamente sostenidas y ejecutadas por un técnico bien entrenado, equipado, preparado y competente.

ADVERTENCIA: A efectos de proteger al personal que opera los actuadores *Bettis*, este procedimiento debe revisarse e implementarse para realizar un desmontaje y montaje en forma segura. Debe prestarse atención a las **ADVERTENCIAS, PRECAUCIONES y NOTAS** de este procedimiento.

ADVERTENCIA: Este procedimiento no anula ni reemplaza a ningún procedimiento de seguridad o de trabajo de la planta del usuario. Si surgen discrepancias entre este procedimiento y los procedimientos del usuario, las diferencias deben resolverse por escrito entre un representante autorizado del usuario y uno de *Bettis*.

1.4 BIBLIOGRAFIA

- 1.4.1 El diagrama de ensamblaje utiliza el número de parte 137653.

1.5 INFORMACIÓN GENERAL Y HERRAMIENTAS

- 1.5.1 Items de apoyo - el conjunto (kit de repuestos) estándar de piezas de mantenimiento *Bettis*, fluido disponible en el mercado para detectar fugas y fluido sellador no endurecedor de roscas.

- 1.5.2 Herramientas – Todas las herramientas tienen las unidades en pulgadas Americanas estándar. Se recomienda disponer de dos de cada una de las siguientes herramientas: destornilladores estándares medianos, destornilladores estándares pequeños con las puntas redondeadas, espátula, mazo plástico o de cuero y una llave de torsión (máximo 2.000 pulgadas libras). Refiérase al paso 4.2 de la Sección 4 de para la selección de herramientas y tamaños de llaves recomendadas.

1.6 REQUERIMIENTOS DE LUBRICACIÓN Y DE FLUIDOS

NOTA: Los lubricantes diferentes a aquellos listados en los pasos 1.6.1 y 1.6.2 no deben usarse sin la aprobación previa por escrito de Ingeniería de Productos *Bettis*.

- 1.6.1 ENGRASE: Todos los actuadores que operan a temperaturas (de -50°F a +350°F)/(de -45.5°C a 176.6°C) usan lubricante *Bettis* ESL-5. El lubricante ESL-5 viene en tubos y están incluidos en el kit de servicio modulo *Bettis* y marcado como lubricante ESL-4,5 y 10.

- 1.6.2 REQUERIMIENTOS DE FLUIDOS: Sistema del Operador Manual Hidráulico M11 - Todos los actuadores que operan a temperaturas (de -50°F a +350°F)/(de 10°C a 176.6°C) utilizan Fluidos de Transmisión Automática Dexron.

SECCIÓN 2 – DESMONTAJE DEL ACTUADOR

2.1 DESMONTAJE GENERAL

NOTA: Revise la Sección 1 sobre Información de Servicio General antes de proceder con la Sección 2.

ADVERTENCIA: Es posible que el actuador contenga gas y/o líquidos peligrosos. Asegúrese que se hayan tomado todas las medidas apropiadas para prevenir la exposición o liberación de estos tipos de contaminantes antes de iniciar cualquier trabajo.

ADVERTENCIA: **NO RETIRE EL CILINDRO DEL RESORTE MIENTRAS EL RESORTE ESTÁ COMPRIMIDO**

- 2.1.1 INFORMACIÓN DE SERVICIO BÁSICO: El desmontaje completo del actuador requiere que el mismo se desmonte de la válvula o del mecanismo que esté operando.

PRECAUCIÓN: La presión aplicada al actuador no debe exceder la presión nominal máxima de operación indicada en la placa del actuador.

- 2.1.2 Antes de iniciar el desmontaje del actuador, es una buena práctica operar el actuador con la presión normal de operación. Mantenga un registro de cualquier síntoma anormal tal como la operación inestable o errática.

- 2.1.3 Todas las piezas de un mismo par deben marcarse o identificarse para lograr el correcto montaje, es decir, coloque los cartuchos del resorte con el extremo de la carcasa donde estaba antes, el adaptador del cilindro con el cilindro, el adaptador del cilindro con la carcasa y los tornillos limitadores de ajustes de la derecha y de la izquierda, etc.
- 2.1.4 Si no se ha despresurizado todavía, libere toda la presión de operación del cilindro del actuador (4-10), para que el resorte se desplace. El resorte rota la horquilla a la posición de falla.
- 2.1.5 Utilice un medio de capturar el fluido hidráulico que se perderá durante el desmontaje del operador manual hidráulico o del cilindro del operador manual hidráulico -H. Utilice un tobo, una cuba o un contenedor grande, etc.
- 2.1.6 Marque o registre lo siguiente:
- 2.1.6.1 Marque los tornillos limitadores (1-60) izquierdo y derecho.
- 2.1.6.2 Mida y registre la longitud expuesta de los tornillos limitadores (1-60) los del lado izquierdo y del derecho.
- NOTA: Los tornillos limitadores serán retirados luego en este procedimiento.
- 2.1.6.3 Registre la ubicación de los puertos de presión en los adaptadores del cilindro (2-30) y (2-140).

2.2 DESMONTAJE DEL CILINDRO DEL RESORTE

NOTA: Revise todos los pasos de la Sección 2 desde el 2.1.1 al 2.1.6 referentes al desmontaje antes de proceder con el desmontaje del cilindro del resorte.

ADVERTENCIA: Cuando se instala el ensamblaje del cilindro (4-10) en el actuador, el cartucho del resorte (5) está bajo presión. No remueva el ensamblaje del cilindro (4-10) hasta que el actuador tenga retirada la función de "precarga".

2.2.1 Retire la "precarga" del tornillo limitador de la siguiente manera:

PRECAUCIÓN: La presión aplicada al actuador no debe exceder la presión nominal máxima de operación indicada en la placa del actuador.

- 2.2.1.1 Aplique suficiente presión neumática a los puertos de entrada ubicados en el adaptador del cilindro (2-30), para desplazar la carga del actuador fuera del tornillo limitador (1-60).
- 2.2.1.2 Afloje las dos contratueras (1-70), en el lado frontal de la carcasa (1-10)
- 2.2.1.3 Destornille y retire los dos tornillos limitadores, (1-60), en el lado frontal de la carcasa (1-10)
- 2.2.1.4 Despresurice el puerto de entrada en el adaptador del cilindro (2-30).

2.2.2 Retire el respiradero (4-20) del extremo exterior del cilindro (4-10).

PRECAUCIÓN: Debe procederse con cuidado cuando se maneje el cartucho del resorte (5), debido al peso del mismo y a la naturaleza de su ensamblaje precargado. El cartucho del resorte (5) está separado e incorporado solo en el ensamblaje del cilindro (4-10).

2.2.3 Fije la llave de cadena alrededor del ensamblaje del cilindro (4-10) lo más cerca posible de la tapa soldada. Usando un mazo en la manivela de la llave de cadena, afloje el cilindro del adaptador lo suficiente (2-30) para que pueda quitarlo.

ADVERTENCIA: No incline hacia abajo el extremo abierto del cilindro del ensamblaje (4-10). El cartucho del resorte (5) está separado e incorporado solo en el ensamblaje del cilindro (4-10).

2.2.4 Remueva el ensamblaje del cilindro (4-10) del adaptador (2-30) rotándolo en sentido antihorario.

NOTA: Proceda con cuidado cuando quite y coloque a un lado el ensamblaje del cilindro (4-10), a fin de proteger los bordes y las roscas biseladas de los cilindros.

2.2.5 Remueva con cuidado el cartucho del resorte (5) del ensamblaje del cilindro (4-10) al inclinar ligeramente el extremo abierto del cilindro hacia abajo.

ADVERTENCIA: El cartucho del resorte (5) no es reparable en el campo. Bajo ninguna circunstancia debe desmontarse el cartucho del resorte (5) debido a que su ensamblaje está precargado.

2.2.6 Destornille y retire la tuerca ligera hexagonal de seguridad (2-70) de la varilla del pistón (2-10).

2.2.7 Remueva el pistón (2-20) de la varilla (2-10).

2.3 DESMONTAJE DEL CILINDRO DEL OPERADOR MANUAL HIDRÁULICO

NOTA: Revise todos los pasos de la Sección 2 del 2.1.1 al 2.1.6 referentes al desmontaje general antes de proceder a desmontar el cilindro del operador manual hidráulico.

2.3.1 Drene el fluido hidráulico del cilindro usando los tubos (2-130) ubicados en el adaptador del cilindro (2-140) y en el extremo exterior del cilindro (3-10).

2.3.2 Retire toda la tubería del actuador y del paquete de control hidráulico M11.

2.3.3 Si el paquete M11 se instala para ser operado a control remoto, entonces omita el resto de los pasos. Si el M11 es instalado en el actuador, entonces retire el paquete de control hidráulico M11 del actuador.

2.3.4 Fije la llave de cadena alrededor del cilindro (3-10) lo más cerca posible de la tapa soldada. Usando un mazo en la manivela de la llave de cadena, afloje el cilindro del adaptador lo suficiente (2-140) para que pueda quitarlo.

NOTA: Proceda con cuidado cuando remueva y coloque a un lado el cilindro (3) o (3-10), a fin de proteger los bordes y las roscas biseladas de los cilindros.

2.3.5 Remueva el cilindro (3-10) del adaptador (2-140) rotándolo en sentido antihorario.

2.3.6 Destornille y retire la tuerca de seguridad hexagonal ligera (2-70) de la varilla del pistón (2-10).

2.3.7 Remueva el pistón (2-20) de la varilla (2-10).

NOTA: Identifique la ubicación del adaptador del cilindro (2-140) y registre las ubicaciones de sus puertos de entrada.

2.3.8 Destornille y retire los cuatro tornillos de presión de 12 puntos (2-90) y los sellos de las empaquetaduras (6-80) del adaptador del cilindro (2-140).

2.3.9 Retire el adaptador del cilindro (2-140), tenga cuidado en no rayar la varilla del pistón (2-10) o desenganchar el buje de la varilla (2-40).

NOTA: Identifique la ubicación del adaptador del cilindro (2-30) y registre las ubicaciones de sus puertos de entrada.

2.3.10 En el lado del cilindro del actuador, destornille y retire los cuatro tornillos de presión de 12 puntos (2-90) y los sellos de las empaquetaduras (6-80) del adaptador del cilindro (2-30).

2.3.11 Retire el adaptador del cilindro (2-30), tenga cuidado en no rayar la varilla del pistón (2-10) o desenganchar el buje de la varilla (2-40).

2.4 DESMONTAJE DE LA CARCASA

NOTA: Revise todos los pasos de la Sección 2 del 2.1.1 al 2.1.6 referentes al desmontaje general antes de proceder con el desmontaje de la carcasa.

2.4.1 Remueva el tambor de frenaje (1-130) de la parte superior (1-10).

2.4.2 Remueva los tornillos de presión (1-120) de la tapa protectora del yugo (horquilla) (6-110) del indicador de posición (1-110) y retire la misma.

2.4.3 Remueva los tornillos hexagonales de presión (1-30) de la tapa (1-20).

2.4.4 Remueva la tapa (1-20) de la carcasa (1-10).

NOTA: La tapa de la carcasa tiene un ajuste forzado y se requiere el uso de dos barras de palancas o destornilladores para su remoción.

2.4.5 Rote los brazos del yugo (horquilla) (1-140) a la posición del centro en la cavidad de la carcasa (1-10).

2.4.6 Remueva el rodillo superior del yugo (horquilla) (1-50) del pasador (1-40).

- 2.4.7 Remueva el pasador del yugo (horquilla) (1-40) de la ranura del brazo superior (1-140).
- 2.4.8 Sostenga los bujes de la varilla (2-40) en su lugar, hale la varilla del pistón (2-10) hacia afuera a través de los bujes.
- 2.4.9 Remueva ambos bujes de la varilla (2-40) de cada extremo de la carcasa (1-10).
- 2.4.10 Remueva el yugo (horquilla) (1-140) de la cavidad de la carcasa (1-10).

PRECAUCIÓN: La área de soporte de la carcasa y del yugo (horquilla) deben lubricarse e inspeccionarse para prolongar la vida de servicio y prevenir la degradación de la producción de torsión. Esta lubricación solo puede lograrse al remover el yugo (horquilla) de la carcasa, la cual requiere que se retire el actuador del equipo en el cual está instalado.

- 2.4.11 Remueva el rodillo inferior del yugo (horquilla) (1-50) de la área del fondo de la cavidad de la carcasa.
- 2.4.12 Si la carcasa tiene un tapón (1-100) no es necesario removerlo (1-10).

SECCIÓN 3 – MONTAJE DEL ACTUADOR

3.1 MONTAJE GENERAL

NOTA: Revise la Información sobre mantenimiento General de la Sección 1 antes de iniciar la Sección 3.

PRECAUCIÓN: Solo deben instalarse sellos nuevos, cuya fecha de vencimiento aún está vigente, en los actuadores a los que se le está realizando mantenimiento.

- 3.1.1 Remueva y deseche todos los sellos y las empaquetaduras.
- 3.1.2 Antes de la inspección limpie todas las piezas para remover todo el polvo y otros materiales extraños.
- 3.1.3 Inspeccione completamente todas las piezas para detectar desgaste excesivo, agrietamiento por esfuerzos, escoriaciones y picaduras. Preste atención a las roscas, a las superficies selladoras y a las áreas que estén sujetas a movimientos de deslizamiento o de rotación. Las superficies selladoras del cilindro y de la varilla del pistón deben estar libres de rayas profundas, picaduras, corrosión y burbujas o recubrimientos escamosos.

PRECAUCIÓN: Reemplace las piezas de los actuadores que reflejen cualquiera de las características indicadas anteriormente.

- 3.1.4 Recubra todas las piezas móviles con una capa completa de lubricante antes de su instalación. Recubra todos los sellos con una capa completa de lubricante antes de su instalación en las ranuras.

NOTA: Las piezas y los sellos que se utilizan en el ensamblaje de la carcasa del actuador, en el cilindro neumático con el cartucho del resorte se ensamblan usando el lubricante identificado en el paso 1.6.1 de la Sección 1.6.

NOTA: Las piezas y los sellos que se utilizan en el ensamblaje del cilindro (3-10), se ensamblan usando el fluido hidráulico identificado en el paso 1.6.2 de la Sección 1.6.

3.1.5 Los requerimientos de torsión para los sujetadores críticos se especifican en el paso apropiado del procedimiento de montaje.

3.2 MONTAJE DE LA CARCASA

NOTA: Revise los pasos de la Sección 3 del 3.1.1 al 3.1.5 referentes al Montaje General antes de proceder con el montaje de la carcasa.

NOTA: Las piezas y los sellos que se utilizan en la carcasa del actuador (1-10) se ensamblan usando el lubricante identificado en la Sección 1.6.

3.2.1 Si ha sido removido, instale un tapón (1-100) en el orificio de drenaje de la carcasa (1-10).

NOTA: Posicione la carcasa (1-10) de manera tal que el diámetro interior del yugo (horquilla) esté lo mas cerca posible.

3.2.2 Aplique lubricante a los lomos salientes fundidos en el diámetro interior del yugo (horquilla) y de las ranuras de los sellos en la área del fondo de la carcasa (1-10).

3.2.3 Recubra uno de los sellos o-ring (6-20) con lubricante e instálelo en la ranura del sello que está ubicada en el diámetro interior del yugo (horquilla) en la área del fondo de la carcasa (1-10).

3.2.4 Lubrique el yugo (horquilla) (1-140) con suficiente cantidad de lubricante en todas las superficies de apoyo y en la ranura de los brazos superiores e inferiores.

NOTA: El brazo ancho del yugo (horquilla) (1-140) debe instalarse hacia la parte superior de la carcasa (1-10).

3.2.5 Instale el yugo (horquilla) (1-140) en el orificio ubicado en la área del fondo de la carcasa (1-10).

3.2.6 Recubra los dos bujes de la varilla (2-40) con lubricante e instale uno en cada extremo de la carcasa (1-10).

3.2.7 Recubra el rodillo del yugo (horquilla) (1-50) con lubricante y colóquelo en la ranura del brazo inferior del mismo que está mas cerca de la porción cilíndrica del yugo (horquilla).

3.2.8 Aplique lubricante a la varilla del pistón (2-10) e instálela a través de los bujes (2-40) en la carcasa (1-10).

3.2.9 Recubra el pasador del yugo (horquilla) (1-40) con lubricante e instálelo a través de la ranura en el brazo superior del yugo (horquilla) (1-140), a través de la varilla del pistón (2-10) y en el rodillo inferior del yugo (horquilla) (1-50).

- 3.2.10 Recubra el rodillo remanente del yugo (horquilla) (1-50) con lubricante e instálelo en el pasador (1-40) y en la ranura del brazo superior del yugo (horquilla) (1-140).
- 3.2.11 Aplique lubricante al diámetro interior del yugo (horquilla) y a la ranura del sello de la tapa de la carcasa (1-20).
- 3.2.12 Recubra el sello o-ring (6-20) con lubricante e instálelo en la ranura en la área del diámetro interior del yugo (horquilla) de la tapa de la carcasa (1-20).
- 3.2.13 Instale la empaquetadura de la tapa (6-60) en la área superior de la carcasa (1-10).
- 3.2.14 Instale la tapa de la carcasa (1-20) sobre la empaquetadura (6-60) y en la área superior de la carcasa (1-10).
- 3.2.15 Instale los cuatro sellos de la empaquetadura en los cuatro tornillos de presión hexagonales (1-30) de la siguiente manera:
 - 3.2.15.1HD722: instale los sellos de la empaquetadura (6-100) en los tornillos de presión hexagonales (1-30).
 - 3.2.15.2HD732: instale los sellos de la empaquetadura (6-80) en los tornillos de presión hexagonales (1-30).
- 3.2.16 Instale los cuatro tornillos de presión hexagonales (1-30) con los sellos de la empaquetadura a través de la tapa (1-20) de la carcasa (1-10) y apriételes.

3.3 MONTAJE DEL CILINDRO DEL OPERADOR MANUAL HIDRÁULICO

NOTA: Revise los pasos de la Sección 3 del 3.1.1 al 3.1.5 referentes al Montaje General antes de proceder con el montaje del cilindro del operador manual hidráulico.

PRECAUCIÓN: No utilice el lubricante ESL-4, 5 y 10 en este cilindro. Utilice el fluido hidráulico identificado en el paso 1.6.2 de la Sección 1.6, en todas las piezas móviles y en los sellos en el cilindro de control hidráulico.

NOTA: Los actuadores modelos HD utilizan el sello de la varilla marca *Polypak* para sellar los cilindros de la carcasa central (1-10). Las dimensiones del sello y de los bujes de la varilla son menores que las dimensiones de la cavidad del sello de la varilla. Esta diferencia dimensional no afecta la capacidad del sello *Polypak* para proporcionar sellado en esta aplicación.

- 3.3.1 Aplique fluido hidráulico al sello de la varilla (6-30) e instálelo, colocando primero el borde en el adaptador del cilindro (2-140).

PRECAUCIÓN: El anillo acelerador (o-ring) del sello de la varilla (6-30) debe estar de frente al adaptador del cilindro (2-140) o cuando el cilindro se instala en el actuador el anillo del sello de la varilla debe estar de frente al pistón (2-20).

- 3.3.2 Instale la empaquetadura del adaptador del cilindro (6-70) de la siguiente forma:
 - 3.3.2.1 En el lado derecho de la carcasa (1-10) para los actuadores con posición de falla en el sentido horario.

3.3.2.2 En el lado izquierdo de la carcasa (1-10) para los actuadores con posición de falla en el sentido antihorario.

3.3.3 Instale los sellos de las empaquetaduras (6-80) en los tornillos de presión de 12 puntos (2-90).

PRECAUCIÓN: Debe procederse con cuidado para no rayar la varilla del pistón cuando se instale el adaptador del cilindro (2-30).

3.3.4 Instale el adaptador del cilindro (2-140) sobre el extremo de la varilla del pistón (2-10) de la siguiente manera:

NOTA: Coloque el adaptador del cilindro (2-140) con el orificio de entrada de presión en la misma dirección como se mencionó en el paso 2.1.6.3. de la Sección 2. La ubicación del orificio puede ser diferente en su actuador dependiendo del usuario y de los requerimientos de plomería y de accesorios.

3.3.4.1 En el extremo izquierdo de la carcasa (1-10) para los actuadores que tienen la posición de falla en sentido horario.

3.3.4.2 En el extremo derecho de la carcasa (1-10) para los actuadores que tienen la posición de falla en sentido antihorario.

3.3.5 Instale y apriete los tornillos de presión de 12 puntos (2-90) con los sellos de las empaquetaduras (6-80) del adaptador del cilindro (2-140) en la carcasa (1-10).

3.3.6 Si ha sido removido, instale un tapón (2-110) en el orificio de presión del adaptador del cilindro en la misma posición según se indica en el paso 2.1.6.3. de la Sección 2.

3.3.7 Aplique fluido hidráulico al sello o-ring (6-40) e instálelo en el adaptador del cilindro (2-140).
NOTA: Instale el sello o-ring en la ranura en el extremo interior de las roscas del diámetro interior del adaptador.

3.3.8 Instale el sello o-ring (6-50) en la varilla del pistón (2-10). NOTA: El sello o-ring debe instalarse en contra de la rebaba de la varilla del pistón (2-10).

3.3.9 Instale el pistón (2-20) en la varilla (2-10). NOTA: Un lado del pistón (2-20) tiene una protuberancia saliente en el centro perforada en sentido contrario para recibir el o-ring instalado en el paso 3.3.8. El lado perforado en sentido contrario del pistón debe instalarse en contra de la rebaba de la varilla del pistón (2-10) y sobre el sello o-ring (6-50).

PRECAUCIÓN: Cuando se instala la tuerca hexagonal de seguridad (2-70) el lado plano de la misma debe permanecer vertical en contra del pistón (2-20).

3.3.10 Instale la tuerca hexagonal de seguridad (2-70) en la varilla del pistón (2-10).

3.3.11 Aplique a la tuerca de seguridad hexagonal (2-70) una torsión de 146 pies - libras / (198 N-m) ± 5 % debido al efecto de la lubricación.

3.3.12 Instalación del Sello del Pistón

3.3.12.1 Para Actuadores Estándar y de Alta Temperatura:

- 3.3.12.1.1 Aplique fluido hidráulico a las ranuras del sello del diámetro exterior del pistón.
- 3.3.12.1.2 Aplique fluido hidráulico a los dos sellos de copa en forma de "u" (6-10).
- 3.3.12.1.3 Instale un sello de copa en forma de "u" (6-10) en la ranura más profunda del sello del pistón. El borde del sello de copa debe apuntar hacia afuera del pistón.
- 3.3.12.1.4 Instale un sello de copa en forma de "u" (6-10) en la ranura más exterior del sello del pistón. El borde del sello de copa debe apuntar hacia afuera del pistón.

3.3.12.2 Instalación de los sellos T (trim –11) para bajas temperaturas:

NOTA: El sello-T de baja temperatura consiste de un sello plástico y de dos anillos de respaldo biselados y divididos.

- 3.3.12.2.1 Aplique fluido hidráulico a las ranuras del sello del diámetro exterior del pistón.
- 3.3.12.2.2 Aplique fluido hidráulico a un sello-T (6-10). El sello-T consiste de un sello plástico y de dos anillos de respaldo biselados y divididos.
- 3.3.12.2.3 Instale el sello-T en la ranura del sello exterior del pistón.
- 3.3.12.2.4 Instale el anillo de respaldo en cada lado del sello-T. NOTA: Cuando instale los anillos de respaldo, no alinie los cortes biselados.

NOTA: Si los anillos de respaldo son muy largos y sobresalen más allá de los cortes biselados, entonces los anillos deben recortarse con un instrumento cortante.

3.3.13 Aplique fluido hidráulico a las roscas del diámetro exterior e interior del cilindro (3-10).

PRECAUCIÓN: Proceda con cuidado durante la instalación del cilindro para evitar contraer el borde del sello de copa en forma de "u". Es necesario despresurizar el borde del sello mientras se trabaja con el cilindro.

3.3.14 Instale el cilindro (3-10) sobre el pistón (2-20). Rote el cilindro en sentido antihorario y atorníllelo en el adaptador (2-140).

PRECAUCIÓN: Cuando se utiliza la llave de cadena en el cilindro debe asegurarse lo más cerca posible de la tapa.

3.3.15 Apriete el cilindro (3-10) en el adaptador (2-30) utilizando una llave de cadena (2-140).

NOTA: Mientras la llave de cadena está aún colocada sobre el cilindro y después que el cilindro está apretado, tome un mazo y golpee la manivela un par de veces. Esta acción asienta el ensamblaje del cilindro en el sello o-ring ubicado en el adaptador. Repita este paso si durante la prueba del área entre el ensamblaje del cilindro y el adaptador tiene una fuga de presión a un ritmo inaceptable.

3.4 MONTAJE DEL CILINDRO DEL RESORTE

NOTA: Revise los pasos de la Sección 3 del 3.1.1 al 3.1.5 referentes al Montaje General antes de proceder con el montaje del cilindro del resorte.

NOTA: Las piezas y los sellos que se utilizan en el montaje del cilindro del resorte del actuador se ensamblarán usando el lubricante identificado en el paso 1.6.1 de la Sección 1.6.

NOTA: Los actuadores modelos HD utilizan el sello de la varilla marca *Polypak* para sellar los cilindros de la carcasa central (1-10). Las dimensiones del sello y de los bujes de la varilla son menores que las dimensiones de la cavidad del sello de la varilla. Esta diferencia dimensional no afecta la capacidad del sello *Polypak* para proporcionar sellado en esta aplicación.

3.4.1 Lubrique el sello de la varilla del pistón (6-30) e instálelo colocando primero el borde en el adaptador (2-30).

PRECAUCIÓN: El anillo acelerador (o-ring) del sello de la varilla (6-30) debe instalarse de frente al adaptador del cilindro (2-30) o cuando se instala en el actuador el sello o-ring de la varilla debe estar de frente al pistón (2-20).

3.4.2 Instale la empaquetadura del adaptador del cilindro (6-70) de la siguiente manera:

3.4.2.1 En el extremo izquierdo de la carcasa (1-10) para los actuadores que tienen la posición de falla en sentido horario.

3.4.2.2 En el extremo derecho de la carcasa (1-10) para los actuadores que tienen la posición de falla en sentido antihorario.

3.4.3 Instale los cuatro sellos de las empaquetaduras (6-80) en los cuatro tornillos de presión de 12 puntos (2-90).

PRECAUCIÓN: Proceda con cuidado para no rayar la varilla del pistón (2-10) cuando se instala el adaptador del cilindro (2-30).

3.4.4 Instale el adaptador (2-30) sobre el extremo de la varilla del pistón (2-10) de la siguiente manera:

3.4.4.1 En el extremo izquierdo de la carcasa (1-10) para los actuadores que tienen la posición de falla en sentido horario.

3.4.4.2 En el extremo derecho de la carcasa (1-10) para los actuadores que tienen la posición de falla en sentido antihorario.

NOTA: Coloque el adaptador (2-30) con el orificio de entrada de presión en la misma posición según se indica en el paso 2.1.6.3. de la Sección 2. La ubicación del orificio puede ser diferente dependiendo del usuario y de los requerimientos de plomería y accesorios.

- 3.4.5 Instale los tornillos de presión de 12 puntos (2-90) con los sellos de las empaquetaduras (6-80) a través del adaptador del cilindro (2-30), de la empaquetadura (6-70) y del tornillo en la carcasa (1-10).
- 3.4.6 Si ha sido removido, instale el tapón (2-110) en el orificio de presión del adaptador en la misma posición según se indica en el paso 2.1.6.3. de la Sección 2.
- 3.4.7 Lubrique el sello o-ring (6-40) e instálelo en el adaptador (2-30). NOTA: Instale el sello o-ring en la ranura en el extremo interior de las roscas del diámetro interior del adaptador.
- 3.4.8 Instale un sello o-ring (6-50) en la varilla del pistón (2-10). NOTA: El sello o-ring debe instalarse en contra de la rebaba de la varilla del pistón.
- 3.4.9 Instale el pistón (2-20) en la varilla (2-10). NOTA: Un lado del pistón (2-20) tiene una protuberancia saliente en el centro perforada en sentido contrario para recibir el o-ring instalado en el paso 3.4.8. El lado perforado en sentido contrario del pistón debe instalarse en contra de la rebaba de la varilla del pistón (2-10) y sobre el sello o-ring (6-50).

PRECAUCIÓN: Cuando se instala la tuerca hexagonal de seguridad (2-70) el lado plano de la misma debe permanecer verticalmente en contra del pistón (2-20).

- 3.4.10 Instale la tuerca hexagonal de presión (2-70) en la varilla del pistón (2-10).
- 3.4.11 Aplique a la tuerca de seguridad hexagonal (2-70) una torsión de 146 pies - libras / (198 N-m) ± 5 % debido al efecto de la lubricación.

3.4.12 Instalación del Sello del Pistón:

3.4.12.1 Actuadores Estándares y para Altas Temperaturas:

- 3.4.12.1.1 Lubrique las ranuras del sello del pistón.
- 3.4.12.1.2 Lubrique un sello de copa en forma de "u" (6-10).
- 3.4.12.1.3 Instale un sello de copa en forma de "u" (6-10) en la ranura más profunda del pistón. El borde del sello de la copa debe apuntar hacia afuera del pistón.

3.4.12.2 Actuadores para Bajas Temperaturas:

- 3.4.12.2.1 Lubrique las ranuras del sello del pistón.
- 3.4.12.2.2 Lubrique un sello - T (6-10). El sello-T consiste de un sello plástico y de dos anillos de respaldo.
- 3.4.12.2.3 Instale el juego de sello-T (6-10) en la ranura del sello exterior del pistón.

- 3.4.13 Empuje el pistón lo máximo posible hacia la carcasa.
- 3.4.14 Lubrique las roscas del diámetro exterior e interior del cilindro (4-10).
- 3.4.15 En el ensamblaje del cartucho del resorte (5), lubrique el exterior del resorte e inserte el cartucho (5) en el ensamblaje del cilindro (4-10).

NOTA: Un lado del ensamblaje del cartucho del resorte tiene una cara plana con un orificio profundo, este extremo debe insertarse primero en el cilindro.

- 3.4.16 Instale el ensamblaje del cilindro del resorte (4-10), incluyendo el cartucho (5), sobre el pistón (2-20). Rote el ensamblaje del cilindro en sentido horario y atorníllelo en el adaptador (2-30).

PRECAUCIÓN: Cuando se utiliza la llave de cadena en el cilindro debe asegurarse lo más cerca posible de la tapa.

- 3.4.17 Usando una llave de cadena, apriete el ensamblaje del cilindro del resorte (4-10) en el adaptador (2-30).

NOTA: Mientras la llave de cadena está aún colocada en el cilindro y después que el cilindro está apretado, tome un mazo y golpee la manivela un par de veces. Esta acción asienta el ensamblaje del cilindro en el sello o-ring ubicado en el adaptador. Repita este paso si durante la prueba del área entre el ensamblaje del cilindro y el adaptador tiene una fuga de presión inaceptable.

- 3.4.18 Instalación del Indicador de Posición:

3.4.18.1 Para los actuadores que tienen posición de falla con resortes en sentido horario, rote el yugo (horquilla) a la posición completa en sentido horario. Instale la tapa (6-110) y el indicador de posición (1-110) en el yugo (horquilla) (1-140) con la manecilla de frente hacia la varilla del pistón (2-10) y perpendicular al ensamblaje (4-10) y al cilindro (3-10).

3.4.18.2 Para los actuadores que tienen posición de falla con resortes en sentido antihorario, rote el yugo (horquilla) (1-140) a la posición completa en sentido antihorario. Instale la tapa (6-110) y el indicador de posición (1-110) en el yugo (horquilla) (1-140) con la manecilla paralela al ensamblaje (4-10), al cilindro (3-10) y a la varilla del pistón (2-10).

3.4.18.3 Instale y apriete los tornillos de presión (1-120) a través del indicador de posición (1-110), de la tapa (6-110) y en la parte superior del yugo (horquilla) (1-140).

NOTA: Los tornillos de presión (1-120) requieren ser reajustados después que el actuador haya funcionado varias veces.

- 3.4.19 Instale los sellos de las empaquetaduras (6-90) y las contratueras hexagonales (1-70) en los tornillos limitadores (1-60).
- 3.4.20 Instale los tornillos limitadores (1-60) con los sellos de las empaquetaduras (6-90) y las contratueras hexagonales (1-70) en la carcasa (1-10) en la posición según se indica en el paso 2.1.6.1. de la Sección 2.

- 3.4.21 Coloque ambos tornillos limitadores (1-60) a los ajustes señalados en el paso 2.1.6.2. de la Sección 2.
- 3.4.22 Apriete ambas contratuercas hexagonales (1-70) mientras sostiene los tornillos limitadores (1-60).

3.5 CÓMO PROBAR EL ACTUADOR

- 3.5.1 En general, revise todas las áreas donde pueda ocurrir una fuga a la atmósfera usando un fluido a prueba de fugas. Generalmente, una burbuja pequeña que se rompa en tres segundos después que se forma se considera aceptable. Si se observa una fuga excesiva, de forma tal que la burbuja se rompe antes de los tres segundos, el actuador debe desmontarse y la causa de la fuga debe determinarse y corregirse.

PRECAUCIÓN: La presión aplicada al actuador no debe exceder la presión nominal máxima de operación indicada en la placa del actuador.

- 3.5.2 Todas las pruebas para detectar fugas usarán la presión de operación normal como se indica en la placa del actuador la presión utilizada por el usuario.

PRECAUCIÓN: Pruebe el actuador usando un regulador con manómetro de auto alivio el cual ha sido ajustado adecuadamente.

- 3.5.3 Antes de realizar las pruebas para detectar fugas, aplique y libere presión en forma alterna a ambos lados del pistón según se define en el paso 3.5.2. Permita que cada aplicación de presión descargue completamente al actuador. Repita este ciclo cinco veces aproximadamente para que los sellos nuevos alcancen su condición de servicio.
- 3.5.4 Aplique la presión de operación indicada en el paso 3.5.2 al puerto de entrada de presión en el adaptador del cilindro (2-30).
- 3.5.5 Aplique un fluido para detectar fugas en las siguientes áreas:
 - 3.5.5.1 En el orificio de respiradero en el extremo exterior del ensamblaje del cilindro (4-10). Revise los sellos de la área pistón-pared de cilindro y pistón - varilla.
 - 3.5.5.2 En la junta roscada entre el ensamblaje (4-10) y el adaptador del cilindro (2-30). Revise los sellos o-ring cilindro - adaptador del cilindro.
 - 3.5.5.3 En la junta entre el adaptador del cilindro (2-30) y la carcasa (1-10).
 - 3.5.5.4 En el orificio del tambor de frenaje en la carcasa (1-10), revise el sello del adaptador-varilla del pistón.
- 3.5.6 Despresurice el puerto de entrada en el adaptador del cilindro (2-30).

PRECAUCIÓN: NO COMPLETE LOS PASOS DEL 3.5.7 AL 3.5.12 SI EL CILINDRO DEL OPERADOR MANUAL HIDRÁULICO HA SIDO LLENADO CON FLUIDO HIDRÁULICO.

- 3.5.7 Aplique la presión de operación al puerto de entrada en el adaptador del cilindro (2-140), según se describe en el paso 3.5.2.
- 3.5.8 Aplique un fluido para prueba de fugas en las siguientes áreas:
- 3.5.8.1 En el puerto de entrada en el extremo exterior del ensamblaje del cilindro (3-10). Revise los sellos pistón - cilindro y pistón - varilla.
 - 3.5.8.2 En la junta roscada entre el ensamblaje (3-10) y el adaptador del cilindro (2-140). Revise los sellos o-ring cilindro - adaptador del cilindro.
 - 3.5.8.3 En la junta entre el adaptador (2-140) y la carcasa (1-10).
 - 3.5.8.4 En el orificio del tambor de frenaje en la parte superior de la carcasa (1-10), revise el sello del adaptador-varilla del pistón.
- 3.5.9 Despresurice el puerto de entrada en el adaptador del cilindro (2-140).
- 3.5.10 Aplique la presión de operación al puerto de entrada en el ensamblaje del cilindro (3-10), según se describe en el paso 3.5.2.
- 3.5.11 Aplique un fluido para detectar fugas para formar una burbuja de prueba en el puerto de entrada del adaptador del cilindro (2-140). Revise los sellos pistón - cilindro y pistón - varilla.
- 3.5.12 Despresurice el puerto de entrada en el extremo exterior del ensamblaje del cilindro (3-10).
- 3.5.13 Si el actuador fue desmontado y reparado, la prueba de fuga indicada anteriormente debe realizarse de nuevo.
- 3.5.14 Efectue pruebas en el actuador para verificar su correcto funcionamiento. Esta prueba debe realizarse con la válvula desacoplada.
- 3.5.14.1 Ajuste el regulador de presión a la presión indicada en el paso 3.5.2.
 - 3.5.14.2 Aplique la presión mencionada previamente al puerto de entrada en el adaptador del cilindro (2-30). Permita que se establezca el actuador. El actuador debe indicar un recorrido completo de 90° grados.
- 3.5.15 Despresurice los puertos de entrada.

3.6 INSTALACIÓN DEL CONTROL HIDRÁULICO M11

Para mayor información refiérase al número de parte 126858 en el Manual de Mantenimiento y Operación Bettis M11.

NOTA: La unidad M11 debe instalarse con el depósito en forma vertical.

PRECAUCIÓN: No utilice cinta de teflón para sellar las roscas del sistema hidráulico.

NOTA: Se recomienda utilizar en este sistema un sellador no endurecedor de roscas, compatible con un fluido hidráulico a base de petróleo.

3.6.1 Reinstale la unidad M11 en el actuador.

3.6.2 Conecte la tubería de la bomba hidráulica M11 a los puertos del cilindro.

3.6.3 Utilice el Método de llenado Número 1 (los pasos 3.6.4) o el Método de llenado Número 2 (los pasos 3.6.5). NOTA: El Método Número 1 es el mejor, el más eficiente y el método más recomendado.

3.6.4 **EL MÉTODO DE LLENADO NÚMERO 1** – El llenado del sistema del operador manual hidráulico se logra mejor utilizando una motobomba.

NOTA: Si una motobomba no está disponible vaya al paso 3.6.5 (el método número 2) sobre el procedimiento de llenado del servicio de campo manual.

3.6.4.1 Retire las tuberías (2-130) de los extremos interiores y exteriores del cilindro del operador manual hidráulico del actuador. NOTA: Sólo retire las tuberías ubicadas en los puntos más altos en el plano vertical del cilindro del operador manual hidráulico.

3.6.4.2 Desconecte la manguera de la bomba del accesorio del depósito, ubicada cerca de la tapa interior del depósito y conecte el motor a la manguera.

3.6.4.3 Coloque el botón selector de la bomba M11 en la posición "Auto".

NOTA: La bomba de presión no debe exceder de 10 a 20 psi cuando se llena el sistema hidráulico M11.

3.6.4.4 Inicie el bombeo del fluido hidráulico en el sistema utilizando el motor.

3.6.4.5 Apague el motor cuando aparezca fluido hidráulico en los puertos vacíos de las tuberías ubicados en el cilindro del operador manual hidráulico del actuador.

3.6.4.6 Aplique un compuesto lubricante a las roscas de los tapones de los tubos (2-130) e instálelos en los puertos de tuberías vacíos ubicados en el cilindro del operador manual hidráulico del actuador y en el adaptador del cilindro (2-140).

3.6.4.7 Desconecte el motor de la manguera de la bomba M11.

3.6.4.8 Conecte la manguera de la bomba M11 al accesorio en la tapa exterior del depósito.

3.6.4.9 Retire el respiradero de la parte superior de la tapa interior del depósito.

3.6.4.10 Llene el depósito hasta 1-1/2 pulgadas (40 mm) de la parte superior de la tapa del depósito. Nota: Agregue fluido al depósito a través del puerto abierto vacío izquierdo indicado en el paso 3.6.4.9.

3.6.4.11 Aplique un compuesto lubricante a las roscas del respiradero e instálelo en el puerto vacío indicado en el paso 3.6.4.9.

3.6.5 **EL MÉTODO DE LLENADO NÚMERO 2.** - El llenado del sistema del operador manual hidráulico sin utilizar un motor bomba.

3.6.5.1 Retire el respiradero (10-160) de la parte superior de la tapa del depósito.

3.6.5.2 Retire los tapones de los tubos del extremo interior y exterior del cilindro del operador manual hidráulico del actuador. NOTA: Sólo retire las tuberías ubicadas en los puntos más altos en el plano vertical del cilindro del operador manual hidráulico.

3.6.5.3 Coloque el botón selector de la bomba M11 en la posición "Manual" .

PRECAUCIÓN: Nunca permita que el depósito M11 quede sin fluido hidráulico.

3.6.5.4 Llene el depósito hasta 1-1/2 pulgadas (40 mm) de la parte superior de la tapa del depósito. Nota: Agregue fluido al depósito a través del puerto abierto vacío izquierdo indicado en el paso 3.6.5.1.

3.6.5.5 Inicie el bombeo del fluido hidráulico en el sistema utilizando la manivela de la bomba M11.

3.6.5.6 Detenga el bombeo utilizando la manivela de la bomba M11 cuando aparezca fluido hidráulico en ambos puertos de los tapones de los tubos vacíos ubicados en el cilindro del operador manual hidráulico del actuador.

3.6.5.7 Aplique un compuesto lubricante a las roscas de los tapones de los tubos e instálelos en los puertos de tuberías vacíos ubicados en el cilindro del operador manual hidráulico del actuador.

3.6.5.8 Llene el depósito M11 hasta 1-1/2 pulgadas (40-mm) de la parte superior del depósito.

3.6.5.9 Aplique un compuesto lubricante a las roscas del respiradero e instálelo en el puerto en la parte superior de la tapa superior del depósito.

3.7 **REARRANQUE DEL ACTUADOR**

3.7.1 Instale el respiradero (4-20) en el extremo del ensamblaje del cilindro (4-10).

3.7.2 Si están suministrados en el kit de servicio, reemplace los componentes frágiles del tambor de frenaje (1-130) y luego instálelos en la carcasa.

3.7.3 Después que el actuador se reinstale en el equipo que va a operar, conecte y haga pruebas para detectar fugas y luego pruebe todos los accesorios para verificar su correcta operación y reemplácelos si están defectuosos.

3.7.4 Ahora el actuador está listo para ser puesto nuevamente en servicio.

SECCIÓN 4 – INFORMACIÓN DE APOYO DE ACTUADORES

4.1 TABLA DE PESOS DE ACTUADORES

MODELO DE ACTUADOR (1) (2)	PESO APROXIMADO (LIBRAS) (3)						
	SR40	SR60	SR80	SR100	SR125	SR150	SR200
HD521-SR-M11	153	157	158	169	171	174	184
HD721-SR-M11	223	230	235	236	259	261	276
HD731-SR-M11	298	331	340	N/A	N/A	N/A	N/A

- NOTAS:
- (1) Incluye los modelos de actuadores con posición de falla en sentido horario y los modelos de actuadores con posición de falla en sentido antihorario.
 - (2) Incluye los modelos de actuadores que tienen sufijos -10 o -11 al final del número del modelo.
 - (3) Los pesos listados para cada modelo de actuador son para actuadores sin accesorios ni ménsula de montaje.

4.2 TABLA DE HERRAMIENTAS - HD-SR-H (M11) ESTILO DE HERRAMIENTAS Y TAMAÑO DE LLAVES

ITEM NO.	ITEM CAN.	HD521/721 TAMAÑO DE LLAVE	HD731 TAMAÑO DE LLAVE	DESCRIPCIÓN O UBICACIÓN	ESTILO DE LLAVE RECOMENDADO
1-30	4	9/16"	3/4"	Tornillos de tapa	Casquillo estriado
1-60	2	3/8"	1/2"	Tornillos limitadores	Extremo abierto o ajustable
1-70	2	15/16"	1-5/16"	Contratuercas hexagonales	Extremo abierto o ajustable
1-100	1	7/16"	7/16"	Tapón	Extremo abierto
1-120	4	3/16"	3/16"	Tornillos de presión	Allen (1)
1-130	1	7/8"	7/8"	Válvula del tambor de frenaje	Casquillo estriado profundo
2-70	2	1-1/4"	1-5/8"	Tuerca hexagonal estándar	Casquillo estriado
2-90	8	7/16"	1/2"	Tornillos de presión de 12 puntos	Casquillo estriado punta 12 (1)
2-110	2	7/16"	7/16"	Tapón	Extremo abierto
2-130	4	9/32"	9/32"	Tapón	Extremo abierto
3-10	1	(2)	(2)	Ensamblaje del cilindro	Llave de cadena (1)
4-10	1	(2)	(2)	Ensamblaje del cilindro SR	Llave de cadena (1)

- (1) No se recomiendan otras herramientas como alternativas.
- (2) Bettis recomienda una llave de cadena corta con una cadena de 40".