

BENDITAS EXTENSIONES
Martínez Horacio – Prieto Guillermo
Bolland y Cia S.A
hmartinez@bolland.com.ar - gprieto@bolland.com.ar

SINOPSIS

Desde hace mucho tiempo que las “extensiones” han brindado una invaluable colaboración a la industria en las más amplias de las aplicaciones.

La seguridad que desea tener el fabricante, unida a la necesidad del usuario de hacer “algo más” con la misma herramienta, ha transformado a las extensiones en “otra” herramienta importante en cualquier taller.

La irrupción de la seguridad en el trabajo , con sus códigos mínimos incluso, ha ido poniendo “ a un costado” a esas piezas que fueran tan útiles en el pasado.

Es complicado responder a **¿POR QUE NO SE PUEDEN USAR EXTENSIONES?**

Y son pocos los que en realidad pueden aventurar una respuesta sin fisuras.

“es un modo de modificar la herramienta original” dirán algunos . . .

“estás sometiendo a la herramienta a un esfuerzo para el que no ha sido diseñada” dirán otros.

Si ambas cosas fueran ciertas,

Primero habría que sacar todas las jaulas “anti-vuelcos” de las camionetas (que tantas vidas han salvado) , pues no forman parte de la original , ni viene como accesorio legítimo de fábrica.

Y luego habría que empezar a revisar las instalaciones hidráulicas instaladas cuando se desplazaron las extensiones, en la seguridad que muchas de ellas, “hacen más fuerza” que la reemplazada extensión.

Es más: intentamos el cambio hacia la fuerza hidráulica, pero además de ser poco práctica su aplicación (por peso) , de la lentitud que agregaba a una operación no estándar, se produjeron algunas roturas en las llaves en que se aplicó.

Es por ello que a partir de las preguntas:

“QUE DIFICULTAD ME AGREGA LA EXTENSIÓN?”

“COMO PUEDO SOLUCIONAR DICHA DIFICULTAD?”

Surgió este trabajo que está orientado al diseño de extensiones que puedan ser agregadas a la herramienta original sin superar sus esfuerzos de diseño, a la vez de evitar las caídas que a veces se han producido al zafarse la extensión durante la aplicación

INTRODUCCIÓN

En el armado de Bombas Mecánicas, como en casi todas las actividades de la industria, la aplicación de Torque es una de las más frecuentes y delicadas.

Si bien las recomendaciones del American Petroleum Institute (API) ha definido valores de ajuste recomendado para las uniones, de acuerdo a los diámetros de bombas utilizadas, los mismos han quedado pequeños a la luz de las complicaciones operativas que han ido apareciendo.

Las mayores profundidades de instalación de las bombas, lo que tienen asociada la complicación de la presión y temperatura, han hecho aparecer como insuficientes dichos valores.

La mencionada insuficiencia de torque hacía que algunas uniones se aflojaran en operación , llegando en algunos casos al desenrosque.

Las velocidades de Bombeo en busca de mayores caudales producidos, sumada a algunas prácticas operativas propias de la mayor exigencia (como golpes de bomba y golpes de fluido) agregaron más dificultades que hicieron necesario que se comience a aumentar los valores del torque aplicado a las uniones, en la previsión que las mismas estuvieran ajustadas durante toda la vida activa de la bomba.

La mayor dificultad de la aplicación se presenta en el ajuste de uniones con espejo.

La verificación de dicho ajuste se realiza mediante el desplazamiento circunferencial de ambas superficies luego de haber “hecho espejo”, manualmente.

En toda inspección de Seguridad fuimos consultados por el motivo del uso de la extensión, aún cuando no se habían realizado las verificaciones expresadas en el presente trabajo.

Las principales objeciones eran del tenor:

- ...se está modificando la herramienta original
- ...se puede sobrecargar la herramienta hasta valores peligrosos
- ...se puede golpear el operario en caso de zafarse la extensión

y nos apoyamos en esas correctas objeciones de modo de poder hacer una mejora que permitiera limitarlas, hasta la eliminación total de las mismas.

El uso de la potencia hidráulica estuvo en consideración con objeto de “enfrentarla” al uso de las extensiones.

Fue así que se diseñó un equipo que proveyera dicha potencia y él mismo fue usado en algunos talleres con éxito.

Fue por ello que intentamos replicar el éxito en otros talleres y avanzamos en la construcción de otros equipos hidráulicos similares

Recomendaciones para uso de Equipo Hidráulico
Ajuste y Desajuste de Piezas

- No superar las cargas máximas indicadas, para cada tipo de llave.
- Golpear con maza, de impacto total, la pieza que se va a desajustar, para que no deje impronta en la misma.
- En caso de no lograr el desajuste, no superar la presión de bomba recomendada, se deberá golpear la pieza con maza de acero.

Código de llave	Medida " Pulg "	Presión Máxima	Momento Máximo
		en Bomba	Recomendado
		Hidráulica kg / cm2	kg. m
FA3 3,000	3 "	150	1 283
FA3 3,500	3-1/2 "	""	""
FA3 3,625	3-5/8 "	""	""
FA3 3,750	3-3/4 "	""	""
FA4 4,500	4-1/2 "	185	1 582

NOTA:

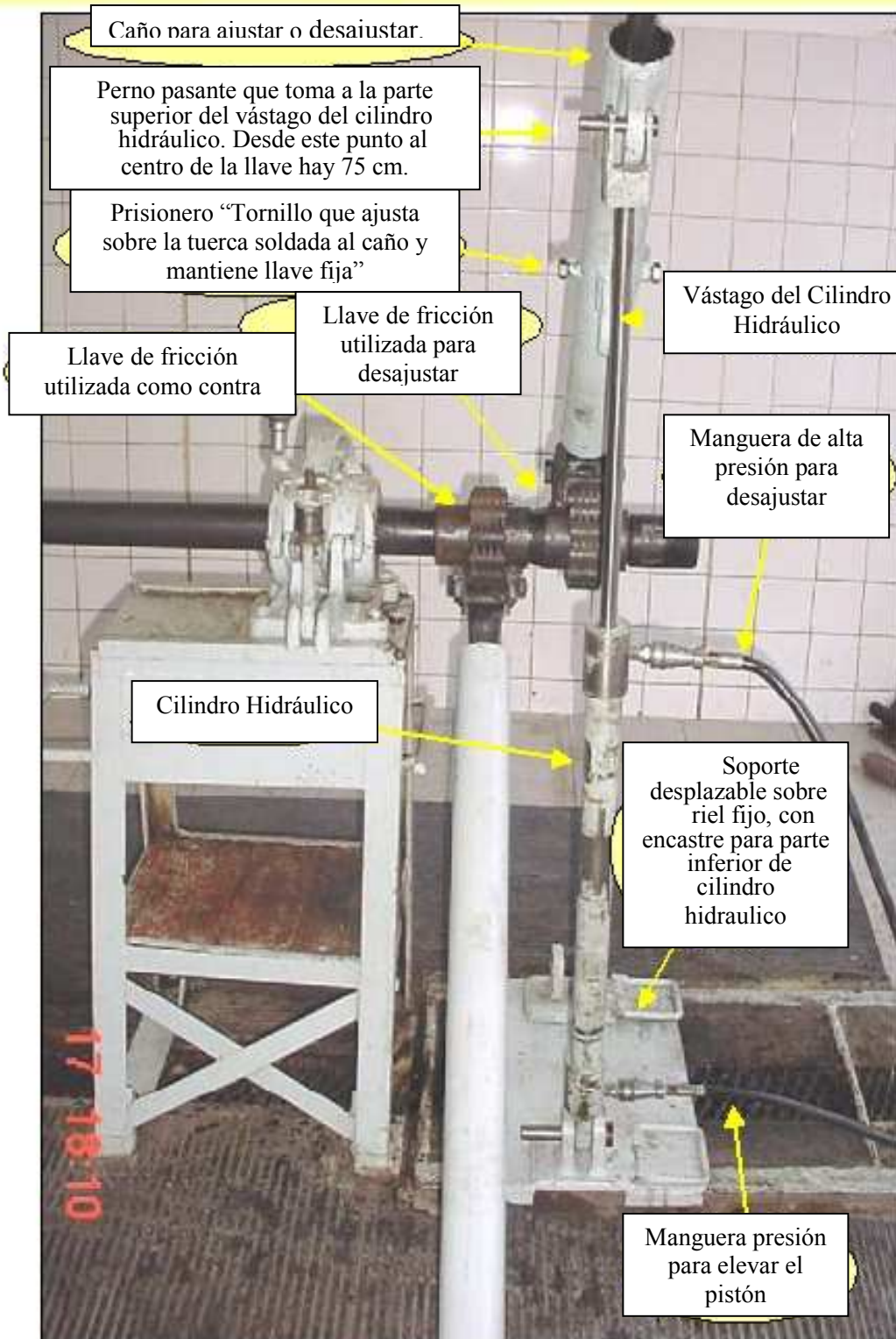
Cuando se utilice la llave FA4 y de contra una FA3, no
superar la presión de bomba máximo " **150 kg/cm2** "

ZT4 2,875	2-7/8 "	45	385
ZT4 2,750	2-3/4"	""	""
ZT4 2,500	2-1/2"	""	""
ZT3 2,250	2-1/4 "	35	299
ZT3 2,188	0.25	""	""
ZT3 2,000	2 "	""	""
ZT3 1,938	1-15/16 "	""	""
ZT2 1,750	1-3/4 "	18	154
ZT2 1,688	1-11/16 "	""	""
ZT2 1,500	1-1/2 "	""	""
ZT2 1,438	1-7/16 "	""	""
ZT1 1,250	1-1/4 "	7	60
ZT1 1,062	1-1/16 "	""	""
ZT1 0,875	7/8 "	""	""
ZT1 0,688	11/16 "	""	""
STILSON 36"		45	385
STILSON 48"		60	513

FOTO DE EQUIPO AMPLIFICADA



FOTO PARA EL COMIENZO DEL DESAJUSTE



En dicha instalación también se tuvieron las consideraciones necesarias para no exceder los esfuerzos para los que las llaves de ajuste fueron diseñadas.

Dicha limitación fue dada por la presión de trabajo, lo que acotaba la fuerza realizada por el pistón hidráulico.

El uso de dicho equipamiento chocó con un impedimento al inicio de su uso en otros talleres diferentes al que lo hubiera diseñado.

Hace un tiempo, el negocio de Armado y Reparación de Bombas Mecánicas, estaba orientado a la provisión de cantidades de bombas similares para su utilización, sean ellas nuevas o reparadas.

Con similar criterio a que “no hay enfermedades, sino enfermos...” , se comenzó a tratar a cada pozo como un individuo, lo que cambió la práctica anterior, de provisión de bombas similares en un mismo pedido, y la tendencia fue migrando a la provisión de una bomba personalizada para cada caso.

Esto también dio origen a una gran cantidad de accesorios diferentes que pudieran ser aplicados para cada dificultad encontrada en cada uno de los pozos.

Es decir, los pedidos de varias bombas similares, variaron a “pedir la bomba de a una” y diseñada para el pozo en cuestión.

La práctica anterior de pedidos de varias bombas similares, se continuó aplicando en la práctica de Armado de Bombas nuevas destinadas a exportación, donde la potencia hidráulica pudo ser aplicada en la seguridad de agregar más ventajas y seguridad, tanto en la operación como en la aplicación del torque.

En el principal taller donde se inició la prueba se dieron algunas aplicaciones especiales en los intentos iniciales:

Tuvo un uso inicial para desarmar bombas de gran diámetro, que venían de los yacimientos, donde la mayoría de las veces, la aplicación del torque de desajuste, obliga a valores mayores que los aplicados para el ajuste.

Aun en el caso de la potencia hidráulica no se podía eliminar el uso de los golpes de maza de modo de producir una perturbación que permitiera menor torque de desajuste.

La presencia de corrosión, carbonatos, temperaturas de fondo, petróleo viscoso, parafinas, etc son algunos de los factores que influyen en esa diferencia de ajuste/desajuste.

También hubo que cumplir un pedido de caños de doble anclaje lo que nos permitía un uso en serie, no frecuente en la operación diaria del taller.

En ambos casos el uso de la potencia hidráulica fue aprovechada para la operación, lo que indica el intento por el aprovechamiento de dicho herramienta.

Cuando se intentó divulgar el uso de la herramienta para el resto de la operación, tuvimos algunos impedimentos no tenidos en cuenta en el inicio, por lo que notábamos alguna resistencia por parte de los operarios.

Aún los más inclinados a los cambios, tenían las mismas objeciones para su aplicación.

Tanto las instalaciones, como la diversidad de bombas y medidas, complicaban el uso de la fuente generadora de potencia hidráulica, dado que las obligadas variaciones de presión para el ajuste de cada unión, de acuerdo a la llave a utilizar, hacían impráctica la aplicación constante.

Las principales ventajas/desventajas que encontramos en ambos sistemas fueron

POTENCIA HIDRÁULICA

Posibilidad de aplicación de mayores torques
No “se siente” el torque aplicado

Mayor tiempo de montaje
Mayor velocidad para lo mayores torques

Mejor para trabajos en serie

EXTENSIONES

Menores torques en el temor de uso fuera de control
El operario “siente” la aplicación de torque y desplazamiento circunferencial
Sin tiempo de montaje
Mayor velocidad para la mayoría de los torques más usados
Mejor para trabajos “personalizados”

Intentamos la aplicación en otros talleres en la creencia que no contaban con los impedimentos observados inicialmente, pero en todos los casos, en mayor o menor grado, el seteo de la herramienta y la ausencia de “bombas en serie” no la hicieron aprovechable.

Fue así que volvimos a trabajar en un intento de seguir con la aplicación de las extensiones seguras.

Si no hubiéramos podido hacer aprovechable el uso de las extensiones, hubiéramos tenido que volver atrás en la intención de hacer aprovechable la potencia hidráulica para el trabajo personalizado, con gran cantidad de diferentes bombas a armar, en una instalación con espacio limitado y varios grupos de trabajo en actividad simultánea.

“Afortunadamente”, o como consecuencia del esfuerzo aplicado en ese intento, encontramos la posibilidad de continuar trabajando con las extensiones, de un modo seguro, tanto en lo dimensional como en lo operativo.

DESARROLLO

Fue por todas las consideraciones anteriores y dado que las extensiones “permitían” aplicar el torque necesario para realizar el trabajo, preferimos estudiar la posibilidad de limitar los riesgos asociados a su uso.

Los comentados riesgos son:

Exceso de esfuerzo, lo que pone en riesgo la integridad de la llave, con la consecuencia de volado de partes de la pieza, golpes por objeto, y caída del operario

Deslizamiento de la extensión a lo largo del brazo de la llave, con la consecuencia de caída del operario.

Respecto del primero de los riesgos, el fabricante de las llaves utilizadas, tiene una recomendación que nos permitió apoyarnos en ella a efectos de iniciar el estudio desde el punto de vista del dimensionamiento.

“Nunca aplique el apalancamiento en exceso a un mango de herramienta, mediante una barra de prolongación”

El comentario “en exceso” en dicha recomendación nos daba una posible ventana de mejora y por allí decidimos circular.

Si consiguiéramos encontrar alguna posibilidad de no excedernos en el comentado apalancamiento, De ese modo hicimos un listado de las llaves utilizadas

Las llaves tienen una doble identificación:

ZT2:1.500

La primera parte de la identificación, es la geometría del brazo de la llave, la que nos define la posibilidad del torque a aplicar.

La segunda parte de la identificación, nos indica el diámetro que puede tomar la llave de fricción.

De esta manera habrá llaves con idéntico brazo (ZT2) y diferente conjunto de articulaciones que permiten trabajar diferentes diámetros (1.500, 1.750 indicadas en pulgadas)

Por lo tanto lo que nos interesa para la definición de la resistencia al torque, y por lo tanto la posible extensión resultante, es el brazo de la llave (ZT1, ZT2, ZT3, ZT4).

Es así que el proceso seguido fue el siguiente

Listado de las llaves utilizadas

Listado del torque correspondiente para cada una (tanto en Fr.Lb como en Metro.Newton M Nw (IS)

Torque “seguro”: se aplica un coeficiente de seguridad del 20% al torque máximo indicado por el fabricante

Fuerza aplicada: tomamos un valor de 120 kg (1177 Nw) , en la seguridad que ninguno de los operarios supera ese valor de peso (si bien hay alguno cercano y algunos otros, entrados con menores pesos, lograron aumentos que surgieron del adiestramiento y la adecuación).

Destacamos que todos los operarios, incluso con bastante menor peso que el máximo indicado, están en la posibilidad de aplicar el torque necesario.

Esto es debido al correcto uso de la extensión, dado que aplican su propio peso en diferente lugar de la extensión, en la seguridad que su longitud controlada no permitirá el “apalancamiento en exceso” solicitado por el fabricante.

Máximo brazo de la palanca total: Se logra haciendo el cociente entre el “Torque seguro” y la Fuerza aplicada. Dicha longitud, es la máxima que puede haber entre el centro de la bomba en ajuste al extremos de la extensión calculada.

Longitud del brazo original de la llave : como su nombre lo indica es la longitud del brazo de la llave, medido desde el centro de la pieza en ajuste hasta el centro del ojal del otro extremo.

Longitud MAXIMA de la extensión por fuera de la llave: es lo máximo que puede tener la extensión, más allá del ojal que la llave tiene en el extremo de su brazo original

Longitud total de la Máxima extensión: es el largo completo de la pieza adicional que se agregará a la llave.

La misma se logra asumiendo que la misma debe ingresar $\frac{3}{4}$ del brazo original.

No se toma menor ingreso para evitar solicitar el brazo en su parte más delgada

No se toma mayor ingreso para evitar incomodar la operación de ajuste a la altura de las mandíbulas autoajustables.

De este modo la extensión así dimensionada, deberá ser introducida hasta el $\frac{3}{4}$ del brazo original y deberá sobresalir la magnitud definida como **Longitud MAXIMA de la extensión por fuera de la llave**.

Como se había definido anteriormente , otro de los riesgos asociados al uso de las extensiones era el deslizamiento de las mismas, con la posible caída del operario.

De modo de asegurar evitar ambos riesgos, se coloca un perno que nos asegure dicha dimensión (**Longitud MAXIMA de la extensión por fuera de la llave**) y que al pasar por el orificio del brazo original de la llave evita el mencionado deslizamiento, anulando a la vez el riesgo de caída y de sobrecarga.

El proceso explicado está resumido en la planilla que a continuación se presenta .

LONGITUD DESDE EL
ORIFICIO DEL PERNO
HASTA EL EXTREMO
EXTERIOR DE LA
EXTENSIÓN

ASUMIENDO QUE
ENTRA HASTA 3/4
DEL BRAZO ORIGINAL
DE LA LLAVE

DETALLE DE LLAVES UTILIZADAS

	TORQUES MAXIMOS INDICADOS POR EL FABRICANTE				E	F	(1)	(2)
	FT-LB	M-Nw	Torque a aplicar con el 20% de Seguridad	FUERZA APLICADA	MAX brazo de palanca total	long brazo original de la llave	long MAX extensión por fuera de la llave	long total de la MAX extensión
Llaves Fricción				120 kg en NW	m	m	palanca- original	m
				Nw	metros	metros	E - F	m
ZT1:0.875	500	677,91	610,12	1177	0,52	0,45	0,07	0,41
ZT1:1.250	500	677,91	610,12	1177	0,52	0,45	0,07	0,41
ZT2:1.438	1200	1626,98	1464,28	1177	1,24	0,59	0,65	1,10
ZT2:1.500	1200	1626,98	1464,28	1177	1,24	0,59	0,65	1,10
ZT2:1.688	1200	1626,98	1464,28	1177	1,24	0,59	0,65	1,10
ZT2:1.750	1200	1626,98	1464,28	1177	1,24	0,59	0,65	1,10
ZT3:1.938	2300	3118,38	2806,54	1177	2,38	0,56	1,82	2,24
ZT3:2.000	2300	3118,38	2806,54	1177	2,38	0,56	1,82	2,24
ZT3:2.188	2300	3118,38	2806,54	1177	2,38	0,56	1,82	2,24
ZT3:2.250	2300	3118,38	2806,54	1177	2,38	0,56	1,82	2,24
ZT4:2.688	3000	4067,45	3660,71	1177	3,11	0,75	2,36	2,92
ZT4:2.500	3000	4067,45	3660,71	1177	3,11	0,75	2,36	2,92
ZT5	4500	6101,18	5491,06	1177	4,67	0,93	3,74	4,43
Llaves Fricción- Cadena								
FA3:3.250	10000	13558,18	12202,36	1177	10,37	1,23	9,14	10,06
FA3:3.625	10000	13558,18	12202,36	1177	10,37	1,23	9,14	10,06
FA4:4.500	12500	16947,73	15252,95	1177	12,96	1,16	11,80	12,67

LONGITUD DESDE EL ORIFICIO DEL PERNO HASTA EL EXTREMO EXTERIOR DE LA
(1)EXTENSIÓN

(2)ASUMIENDO QUE ENTRA HASTA 3/4 DEL BRAZO ORIGINAL DE LA LLAVE

torque					
conversión de unidades					
	1pie	X	1	libra	= 1pie. Libra
	0,3048m	X	4,448222	Newton	= 1,35m.Nw
	0,3048m	X	0,4536	kg	0,138m.kg
fuerza aplicada					
	120kg		1177	Nw	

en todos los casos, el perno aplicado no quedaba en la parte media de la extensión calculada, por lo que cabía la posibilidad de instalar la misma del lado que no correspondiera.

Por lo tanto, además de construir la extensión en un diámetro que “no entrara en la extensión siguiente”, se obtuvo el extremo que debía quedar hacia fuera.

CONCLUSIONES

Se concluye que las llaves de fricción con torque indicado pueden ser usadas con extensiones controladas en su extensión_

Para llaves tipo ZT1 se puede utilizar como máximo una extensión de una longitud de 41cm. con un perno pasante que permita sobresalir .7.cm del brazo original

(los pequeños diámetros manipulados por estas llaves permiten la aplicación del torque necesario sin uso de extensión)

Para llaves tipo ZT2 se puede utilizar como máximo una extensión de una longitud de 110 cm de longitud total , con un perno pasante que permita sobresalir solamente 65 cm del brazo original, encastrando 45 cm, lo que representa $\frac{3}{4}$ de la long de dicho brazo.

Para las llaves ZT3 ZT4 ZT5 se verifica que es posible el uso de extensiones de 224, 292 y 443 cm respectivamente, que en ningún caso se utilizan en la práctica.

Más allá de lo calculado para esta oportunidad nos parece que la principal conclusión va un poco más allá que las **BENDITAS EXTENSIONES.**

Por muchos años, y dado especialmente al exceso de uso de exageradas extensiones, se prohibió sistemáticamente el uso de las mismas.

Recuerdo haber usado llaves Stilson 48 con una extensión de más de 3 metros y con dos operarios parados sobre ella.

Este trabajo tiene por objeto extender la idea de re pensar antiguos conceptos que parecieran inaplicables, analizar los riesgos que introducen y trabajar orientados hacia la disminución e incluso eliminación de los mencionados riesgos en caso que fuera posible.

Esa es la principal idea rectora del presente trabajo, así como el principal aprendizaje.

RECONOCIMIENTOS

A José Luis Otero Auditor Senior/Capacitador que nos alentara con sus preguntas a la búsqueda de mejoras, entre las que se encuentra el presente trabajo.

A Juan Carlos Savina que desarrollara la unidad de potencia hidráulica que aún se usa en las ocasiones que fuera posible.

Al Sr Moreno que nos mostró las habilidades del sistema hidráulico para su uso para el armado “en serie”

A Néstor Rodríguez que realizara operativamente los cálculos iniciales y construcción de las primeras extensiones calibradas.

BIBLIOGRAFÍA

Manual/Catalogo Petol

Recomendaciones Generales de Uso y Seguridad para Llaves de Fricción:

- Siempre use protección ocular.
- Utilice indumentaria protectora, guantes y zapatos de seguridad en forma apropiada.
- No golpee a las llaves con martillos, mazas u otros objetos.
- Seleccione la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Mantenga las herramientas en buena condición.
- Use las herramientas correctamente.
- Mantenga las herramientas en un lugar seguro.
- No supere las cargas máximas indicadas - Prestar particular atención a esto si se utiliza equipo hidráulico para accionar la llave.

Petol Surgrip

Recomendaciones particulares:

- Nunca utilice extensiones que superen el momento máximo - Utilizando una extensión de solo 50 cm. se supera fácilmente la carga máxima aceptada por estas llaves.

Código de llave		Largo de palanca		Momento máximo				Carga máxima	
ZT1	0,875	47	cm	500	lb.ft	69,1	kg.m	147	kg
ZT1	1,062	47	cm	500	lb.ft	69,1	kg.m	147	kg
ZT1	1,250	47	cm	500	lb.ft	69,1	kg.m	147	kg
ZT2	1,438	62	cm	1200	lb.ft	165,8	kg.m	267	kg
ZT2	1,500	62	cm	1200	lb.ft	165,8	kg.m	267	kg
ZT2	1,688	62	cm	1200	lb.ft	165,8	kg.m	267	kg
ZT2	1,750	62	cm	1200	lb.ft	165,8	kg.m	267	kg
ZT3	1,938	60	cm	2300	lb.ft	317,9	kg.m	530	kg
ZT3	2,000	60	cm	2300	lb.ft	317,9	kg.m	530	kg
ZT3	2,188	60	cm	2300	lb.ft	317,9	kg.m	530	kg
ZT3	2,250	60	cm	2300	lb.ft	317,9	kg.m	530	kg
ZT4	2,500	80	cm	3000	lb.ft	414,6	kg.m	518	kg
ZT4	2,750	80	cm	3000	lb.ft	414,6	kg.m	518	kg
ZT4	2,875	80	cm	3000	lb.ft	414,6	kg.m	518	kg

Petol de Cadena

Recomendaciones particulares de uso:

- Realice un revisión ocular de la cadena previo al uso.
- En caso de falla de la cadena, esta debe ser reemplazada en su totalidad y nunca de ser reparada.

Código de llave		Largo de palanca		Momento máximo				Carga máxima	
FA3	3,000	129,54	cm	10000	lb.ft	1382,0	kg.m	1067	kg
FA3	3,500	129,54	cm	10000	lb.ft	1382,0	kg.m	1067	kg
FA3	3,625	129,54	cm	10000	lb.ft	1382,0	kg.m	1067	kg
FA3	3,750	129,54	cm	10000	lb.ft	1382,0	kg.m	1067	kg
FA4	4,500	116,84	cm	12500	lb.ft	1727,5	kg.m	1479	kg

NORMA API 11 PRACTICAS RECOMENDADAS