



Las “Páginas Amarillas” de Enerpac son sinónimo de *información sobre hidráulica*

Si el seleccionar equipos hidráulicos no es parte de la rutina diaria en su vida, estas páginas son ideales para usted. Las “Páginas Amarillas” están diseñadas para ayudarlo a trabajar con sistemas hidráulicos. También le permitirán entender mejor los principios básicos de la hidráulica, las configuraciones de los sistemas y las técnicas hidráulicas usadas con mayor frecuencia. Mientras mejor sea el equipo que selecciona, mayor será el beneficio que obtenga de la hidráulica. Tómese unos minutos de su tiempo para leer estas “Páginas Amarillas” y se beneficiará aún más de los Sistemas hidráulicos Enerpac de alta presión.



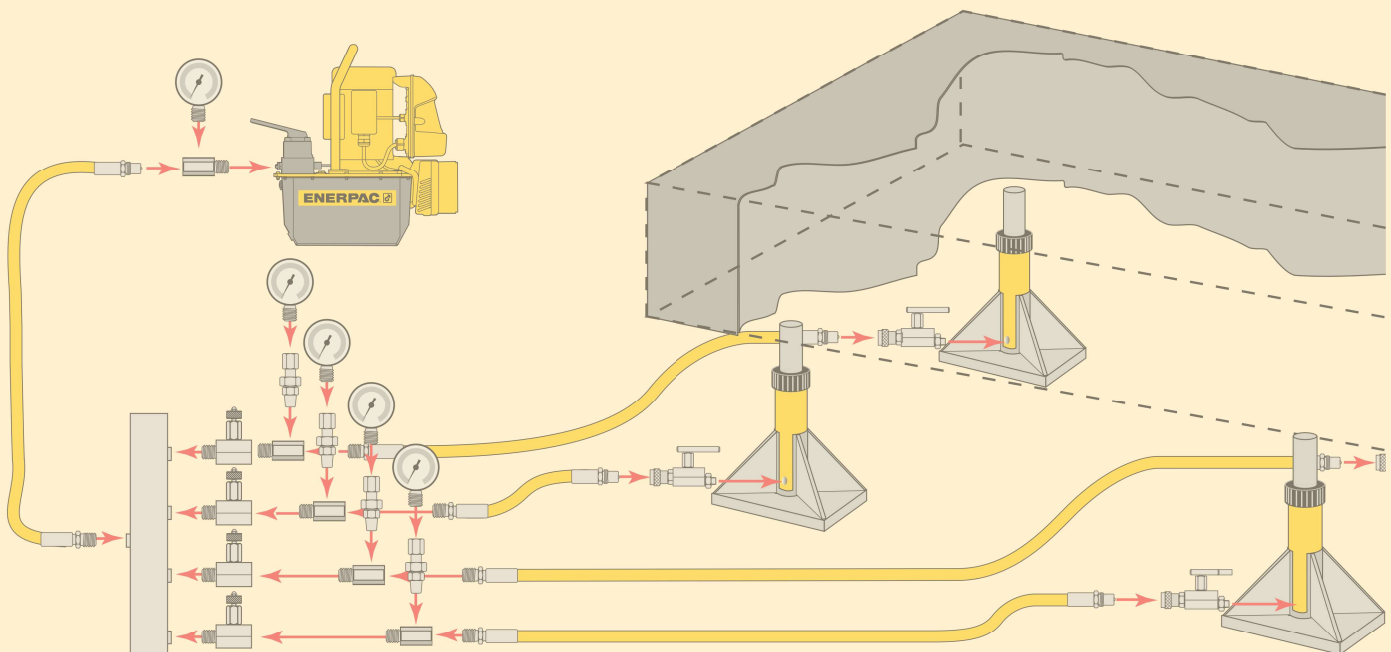
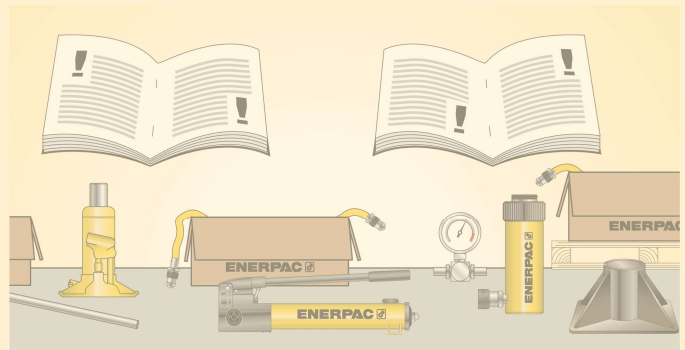
DECLARACIÓN DE GARANTÍA DE ENERPAC

Visite nuestro sitio Web, donde encontrará la Garantía Internacional Vitalicia o llame al Centro de Servicio Autorizado más próximo.



Aprenda más acerca de hidráulica

Visite www.enerpac.com para aprender más acerca de hidráulica y las configuraciones del sistema.





Sección		Página
Instrucciones de seguridad		400-401 ▶
Hoja de trabajo para selección del producto		402-403 ▶
Configuraciones básicas de los sistemas		404-405 ▶
Hidráulica básica		406-407 ▶
Tablas de conversión y gráficos de velocidades		408-409 ▶
Información sobre válvulas		410 ▶
Tamaños de tuercas y pernos hexagonales		411 ▶
Apriete con torque tensionado		412-415 ▶
Software de Integridad de Uniones con Pernos		416-417 ▶



Enerpac está certificada por varias normas de calidad. Estas normas requieren el cumplimiento de estándares de dirección, administración, desarrollo de productos y manufactura.

En su constante búsqueda de la excelencia, Enerpac ha trabajado duro para alcanzar la certificación de calidad ISO9001.

DIN-ISO 1402

Las mangueras termoplásticas y de caucho de Enerpac se han probado y confirmado para esta norma.

ASME B30.1-2015

Nuestros cilindros cumplen plenamente con los criterios establecidos por la American Society of Mechanical Engineers (excepto las series RD, BRD, HCL, LPL, CUSP y JHA).

Criterios para el diseño de los productos

Todos los componentes hidráulicos están diseñados y probados para ser utilizados a un máximo de 10,000 psi, a menos que se especifique lo contrario.



Las unidades de potencia eléctrica Enerpac satisfacen los requerimientos de diseño, ensamblaje y pruebas del Consejo de Normas de Canadá (CAN C22.2 No. 68-92), y UL73 para los Estados Unidos. Las unidades fueron probadas y certificadas para Estados Unidos y Canadá por TUV, y por CSA, USA-OSHA-NRTLs (Nationally Recognized Testing Laboratories).

Directiva EMC

Cuando así se especifica, las bombas eléctricas de potencia Enerpac cumplen con los requisitos de compatibilidad electromagnética (EMC, por sus siglas en inglés) según la Directiva EMC Directive 2014/30/EU.

Marca CE y conformidad

Enerpac proporciona declaraciones de conformidad o incorporación, según corresponda, y marcado CE para productos según las directivas de la Unión Europea.



Con Certificación ATEX 95

Las llaves de torque de las series S, W, DSX y HMT, las bombas accionadas por aire de las series ZA, XA, LAT y ATP, los separadores de bridas SWi-Ex, las bombas manuales HP-EX y las mangueras tipo 144 han sido probadas

y certificadas en conformidad con la Directiva 2014/34/EU "Directiva ATEX".

Cuenta con protección contra explosiones para el Grupo de Equipos II, Categoría de Equipos 2 (Área de Zona Peligrosa 1, en atmósferas de Gas y/o Polvo).

- Llaves S y W: **Ex II 2 GD T4**
- Llaves DSX y HMT **Ex II 2 G c T6**
- Cortatuercas NSH **Ex II 2 G c T6**
- Bombas ZA4 y ZA4T: **Ex II 2 GD ck T4**
- Bombas ZA4TX-QROP: **Ex IIC T4 Gc**
Ex IIIC T135°C Dc
- Bombas ATP y XA: **Ex II 2 GD ck T4**
- Bombas LAT: **Ex IIC T4 Gc**
Ex IIIC T135°C Dc
- Separadores Swi-Ex: **II 2G Ex h IIB T5 Gb**
II 2D Ex h IIIC T85°C Db
- Bombas manuales HP-Ex: **II 2G Ex h IIB T5 Gb**
II 2D Ex h IIIC T100°C Db
- Mangueras 144: **II 2G Ex h IIB T5 Gb**
II 2D Ex h IIIC T100°C Db



La energía hidráulica, cuando se usa correctamente, es uno de los métodos más seguros para aplicar una

fuerza en su trabajo. Y para eso, ofrecemos algunos SÍ y NO; puntos simples de sentido común que se aplican prácticamente todos los productos hidráulicos de Enerpac.

- Realice los levantamientos de peso lentamente y controle todo con frecuencia

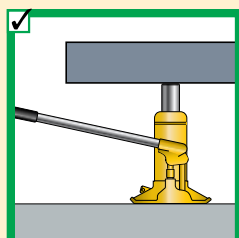
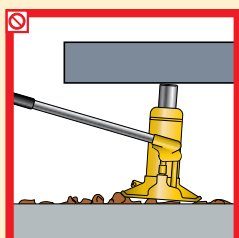
- Evite permanecer en la línea de fuerza
- Anticipe los problemas potenciales y tome los recaudos necesarios para evitarlos

Las ilustraciones y fotos de aplicaciones de productos Enerpac en este catálogo se utilizan para mostrar cómo algunos de nuestros clientes han utilizado la hidráulica en sus actividades industriales. Al diseñar sistemas similares, se deben seleccionar cuidadosamente los componentes adecuados que brinden una operación segura y se adapten a sus necesidades. Verifique si se han tomado todas las medidas de seguridad para evitar cualquier riesgo

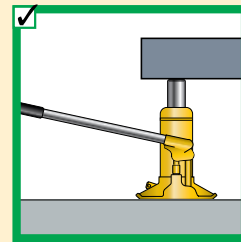
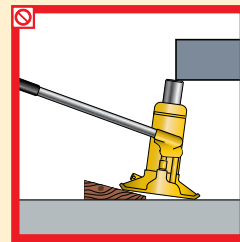
de daño personal o material que pudieran provocar sus aplicaciones o sistemas. Enerpac no se hace responsable por daños personales o materiales provocados por la aplicación, mantenimiento o uso indebidos de sus productos. Comuníquese con las oficinas de Enerpac o sus representantes para que lo orienten en caso de dudas respecto de las precauciones de seguridad que deben tomarse al diseñar o configurar un sistema específico.

Además de estos consejos, se proporciona información e instrucciones específicas de seguridad junto con cada producto Enerpac. Léalas atentamente.

Gatos



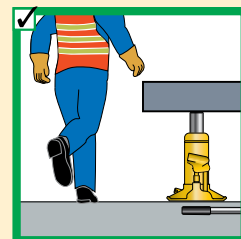
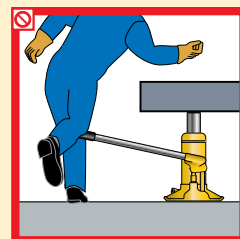
◀ Asegúrese de que haya un soporte firme y nivelado para toda la superficie de la base del gato.



◀ Toda la silleta del gato debe estar en contacto con la carga. Se debe mover la carga en la misma dirección que el émbolo del gato.

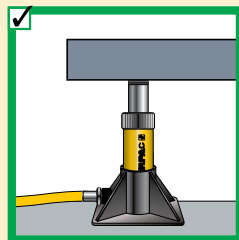
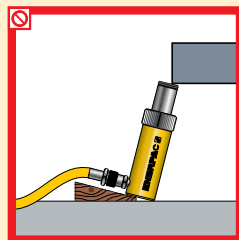


◀ Nunca coloque ninguna parte de su cuerpo debajo de la carga. Asegúrese de que la carga esté firmemente sostenida antes de ponerse debajo de ella.

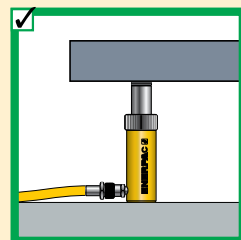
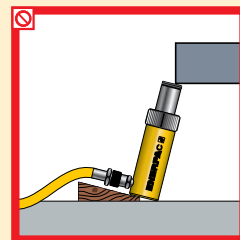


◀ Retire la palanca del gato cuando no la esté utilizando.

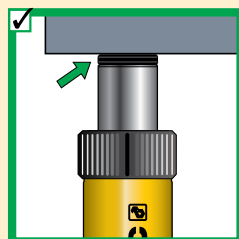
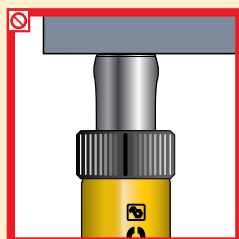
Cilindros



◀ Asegúrese de que haya un soporte firme para toda la superficie de la base del cilindro. Para lograr una mayor estabilidad, utilice el acoplamiento de la base del cilindro.



◀ Toda la silleta del cilindro debe estar en contacto con la carga. Se debe mover el cilindro en paralelo con el movimiento de la carga.



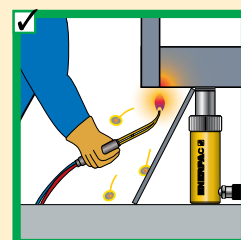
◀ No utilice el cilindro sin la silleta. De lo contrario, se deformará el émbolo. Las silletas del cilindro distribuyen la carga en forma uniforme sobre todo el émbolo.



◀ Al igual que con los gatos, jamás ubique ninguna parte de su cuerpo debajo de la carga. Ésta debe estar estabilizada antes de que se pueda arriesgar a hacerlo.



◀ Proteja siempre las roscas del cilindro que se utilizan con los acoplamientos.

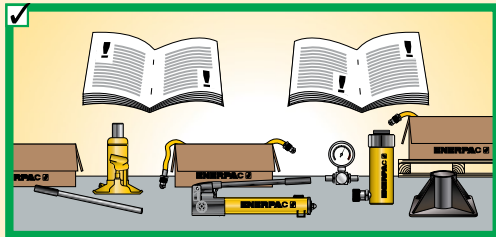


◀ Mantenga los equipos hidráulicos alejados del fuego o de temperaturas superiores a los 150 °F (65 °C).

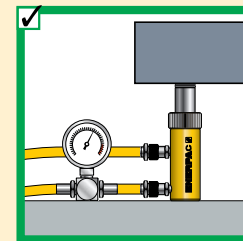
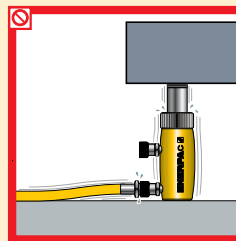


Generalidades

80% Los valores de carga y carrera del fabricante representan los límites máximos de seguridad. ¡Las buenas prácticas recomiendan usar sólo el 80% de esos valores! **80%**

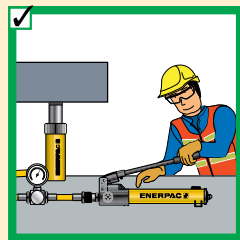
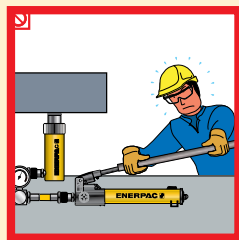


◀ Lea siempre las instrucciones y advertencias de seguridad que se adjuntan a los equipos hidráulicos de Enerpac.

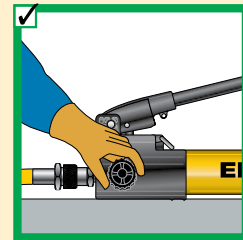
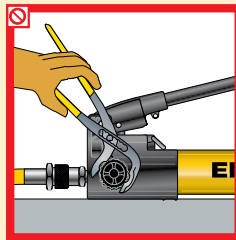


◀ Ambos acopladores deben estar conectados cuando se usan cilindros de doble acción. Asegúrese de que la manguera de retorno esté instalada.

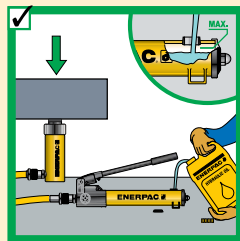
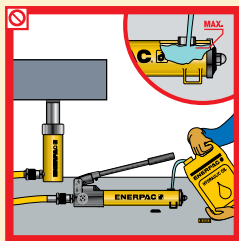
Bombas



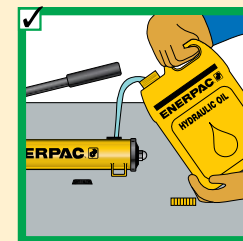
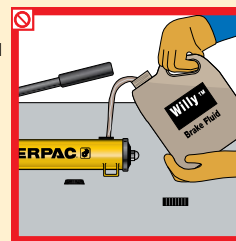
◀ No utilice extensiones para la palanca. Si se usan correctamente las bombas manuales peran con facilidad.



◀ Cierre la válvula de descarga con la mano y sin forzarla, de lo contrario se arruinará la válvula.

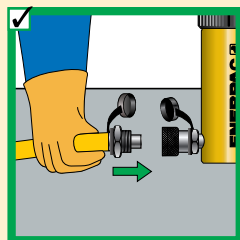
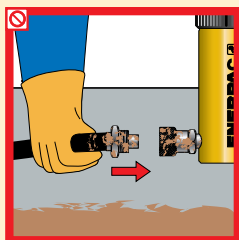


◀ Llene la bomba únicamente hasta el nivel recomendado. Llénela únicamente cuando el cilindro conectado está totalmente retraído.

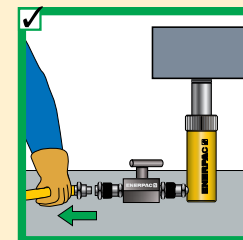
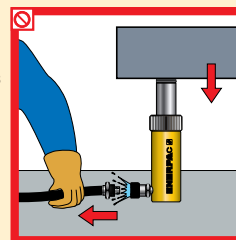


◀ Use aceite hidráulico Enerpac original.

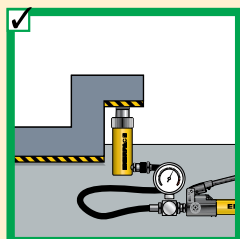
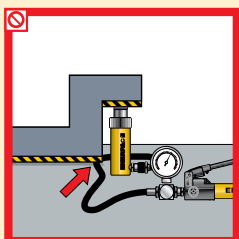
Mangueras y acoples



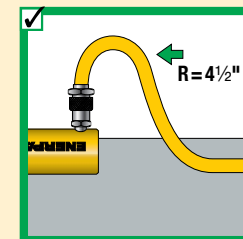
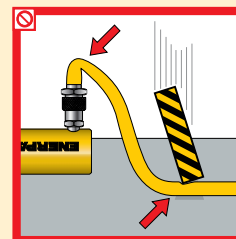
◀ Limpie ambas piezas de acople antes de realizar las conexiones. Utilice tapas guardapolvos cuando las piezas de acople no estén conectadas.



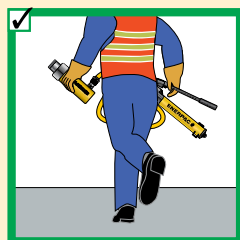
◀ Separe el cilindro únicamente cuando esté totalmente retraído, o utilice las válvulas de seguridad o de cierre para mantener la presión del cilindro.



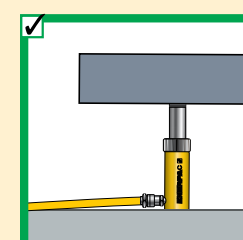
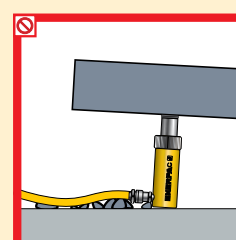
◀ Mantenga las mangueras alejadas del área que está debajo de las cargas.



◀ No doble las mangueras. El radio de curvado debe ser de por lo menos 4 1/2 pulgadas. No pise las mangueras con vehículos ni deje caer objetos pesados sobre ellas.







◀ No levante equipos hidráulicos tirando de las mangueras.



◀ Nunca permita que el cilindro sea elevado del suelo a través de los acoplamientos.









▼ TABLA DE COMBINACIONES DE BOMBAS MANUALES Y CILINDROS DE DE SIMPLE ACCIÓN

Capacidad (toneladas) ▶ ▼ Carrera (pulgadas)	5 t	10 t	15 t	25 t	30 t	50 t	60 t	75 t	100 t	150 t
< 1.00										
1.00										
2.00										
3.00										
4.00										
5.00										
6.00										
7.00										
8.00										
9.00										
10.00										
12.00										
13.00										
14.00										
		P392			P80			P462		
		<i>Página:</i> 86			<i>Página:</i> 88			<i>Página:</i> 88		

Nota: la selección se basa en los requisitos de volumen de aceite de los cilindros.

▼ TABLA DE SELECCIÓN DE BOMBAS DE POTENCIA

	Bajo (20 pulg ³ /min)		Medio (60 a 100 pulg ³ /min)		Alto (33 a 305 pulg ³ /min)	
Flujo*	0.5-1 galón	1.5 galón	1.0-10 galón	1.0-10 galón	2.5-10 galón	10-40 galón
Régimen de trabajo**	Intermitente	Ampliado	Intermitente	Ampliado	Ampliado	Ampliado
Portátil/Fija***	Portátil	Portátil	Portátil	Fija	Fija	Fija
Serie recomendada	Serie PU Económica	Serie E E-Pulse®	Serie ZU4	Serie ZE3, ZE4, y ZE5	Serie ZE6	Serie SFP
						
	<i>Página:</i> 101	<i>Página:</i> 102	<i>Página:</i> 106	<i>Página:</i> 112	<i>Página:</i> 112	<i>Página:</i> 132

* Flujo

- Determinado por la capacidad del motor
- Influye directamente sobre los requisitos de energía eléctrica
- Determina la velocidad de la herramienta o cilindro

** Ciclo de trabajo

- Las aplicaciones con ciclos de trabajo continuo requieren más de una hora de uso ininterrumpido de la bomba
- Uso intermitente: de 20 minutos hasta una hora, según la capacidad del depósito (comuníquese con Enerpac para obtener más detalles)

*** Portabilidad

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>Portátil</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Manijas ergonómicas • Requisitos flexibles de energía eléctrica | <p><u>Fija</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Opciones de montaje • Generalmente requiere de una fuente de alimentación de energía estable |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Hoja de trabajo de selección



▼ Complete la siguiente información para elegir los productos adecuados:

Selección de cilindros	Pregunta:	Consejos/ayuda	Datos	No. de modelo
	Fuerza total requerida en toneladas:	Carga total		
	Cantidad de cilindros necesarios:	Cantidad de puntos de levantamiento		
	Fuerza por cilindro en toneladas:	Debe ser del 80% de la capacidad total del cilindro		
	Carrera requerida:	Carrera del émbolo		
	De simple o de doble acción (D/A):	(D/A) sólo se usa cuando se requiere fuerza para tirar o la velocidad de retracción es crucial		
	Tipo de émbolo necesario:	Hueco o macizo		
	Altura requerida del émbolo retraído:	Altura con el émbolo completamente retraído		
	Silleta opcional requerida:	Inclinable, acanalada, plana		
	Base del cilindro:	Mejora la estabilidad		
	Acoplamiento del cilindro: (serie RC)	Funciones ampliadas		
	Modelo de cilindro seleccionado:		▶	
	Incluyendo el modelo del acople:			

Selección de bombas	Fuente de alimentación de energía disponible:			
Los tipos más comúnmente seleccionados son las bombas manuales, las eléctricas y las neumáticas. Sin embargo, se pueden seleccionar las bombas de gas de la misma manera.	<input type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> Batería	<input type="checkbox"/> Eléctrica	<input type="checkbox"/> Aire comprimido
	<input type="checkbox"/> Gasolina			
	Bomba manual	No apta para aplicaciones de ciclos frecuentes		
	Operación de simple o de doble acción	Utilice válvulas de 4 vías para aplicaciones de D/A		
	Bomba manual seleccionada:	Consulte la tabla de velocidades de la p. 409 para conocer la cantidad de bombeos por pulg.	▶	
	Bomba eléctrica o de aire comprimido			
	Necesidad de portabilidad:	Requisitos de peso y potencia		
	Ciclo de trabajo:	Intermitente o alto		
	Volumen utilizable de aceite requerido:	Intermitente = 1.2 x volumen de aceite del cilindro. Ciclos de alta frecuencia = 2 x volumen de aceite del cilindro		
	Voltaje disponible:	Monofásico o trifásico		
Velocidad de levantamiento (relevante/irrelevante):	Utilice la tabla de velocidades de la página 409			
Tipo de control:	Cable remoto/manual			
Tipo de accionamiento/función:	Avance/retención/retracción			
Accesorios:	Barras protectoras, juego de ruedas, etc.			
Bomba seleccionada:		▶		
Para que se adapte a la manguera:	Conexión de aceite			

Componentes del sistema	Cantidad de mangueras y longitud requerida		
Mangueras seleccionadas:		▶	
Múltiple o unión en "T":		▶	
Manguera adicional por múltiple (2):		▶	
Manómetro (escala en psi, libras o ton):	Glicerina para ciclo de alta frecuencia	▶	
Adaptador para el manómetro:		▶	
Accesorios:		▶	
Válvula de seguridad para alivio de presión:		▶	
Válvula(s) de sujeción de carga:		▶	
Aceite hidráulico:		▶	



1 Cilindro

Aplica fuerza hidráulica.
Página 5

2 Placa base del cilindro

Para aplicaciones de levantamiento de peso que requieran mayor estabilidad del cilindro.
Página 10

3 Bomba

Suministra el flujo hidráulico.
Página 84

4 Manguera

Transporta el fluido hidráulico.
Página 148-149

5 Acople macho

Para conectar rápidamente la manguera a los componentes del sistema.
Página 150-151

6 Acople hembra

Para conectar rápidamente el extremo de la manguera a los componentes del sistema (normalmente se incluye con el cilindro)
Página 150-151

7 Manómetro

Para controlar la presión del circuito hidráulico.
Página 156-157

8 Adaptador para el manómetro

Para instalar fácil y rápidamente el manómetro.
Página 162

9 Conector giratorio

Permite una alineación correcta de las válvulas o manómetros. Se utiliza cuando las unidades conectadas no pueden girar.
Página 163

10 Válvula de amortiguación V10

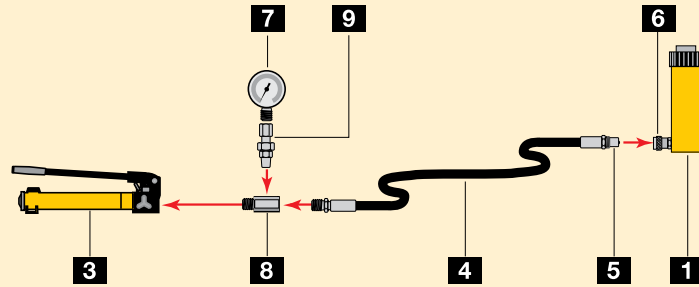
Se utiliza para proteger al manómetro contra daños provocados por variaciones repentinas de presión en el sistema. No requiere regulación alguna y permite la ubicación correcta del manómetro antes de su ajuste.
Página 164-165

11 Válvula de control direccional de 4 vías

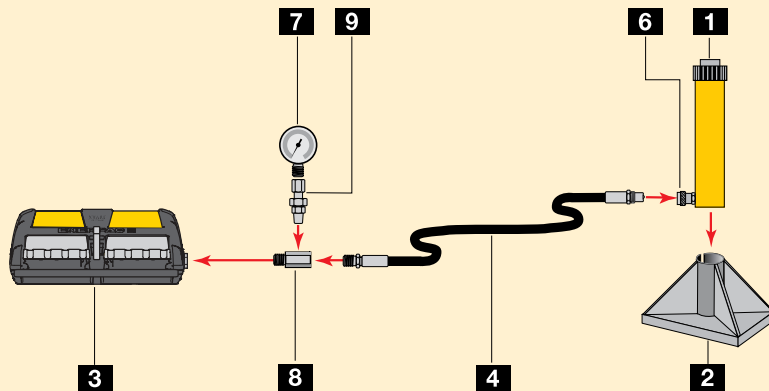
Controla la dirección del líquido hidráulico en un sistema de doble acción (normalmente se incluye con la bomba).
Página 164-165

Aplicaciones de compresión de simple acción, tales como en una prensa. La bomba manual permite un avance controlado del cilindro, pero puede requerir muchos bombeos en aplicaciones de carreras largas cuando la capacidad del cilindro es de 25 toneladas o más.

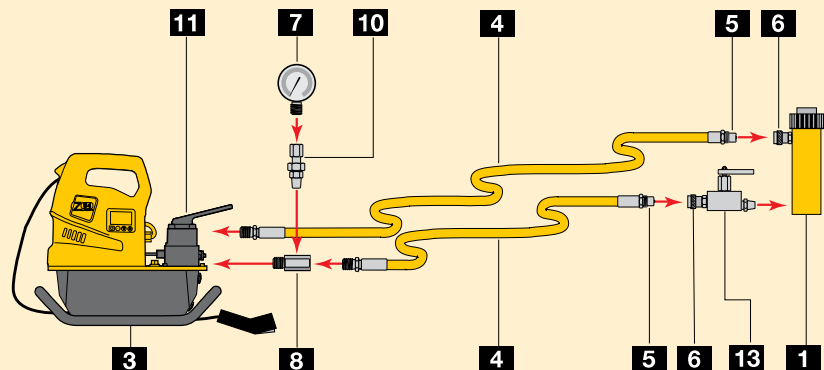
Puede encontrar ejemplos de conjuntos de bomba, manguera y cilindro en la página 62-65.



Cilindro de simple acción con carrera más larga utilizado en aplicaciones de levantamiento de peso.

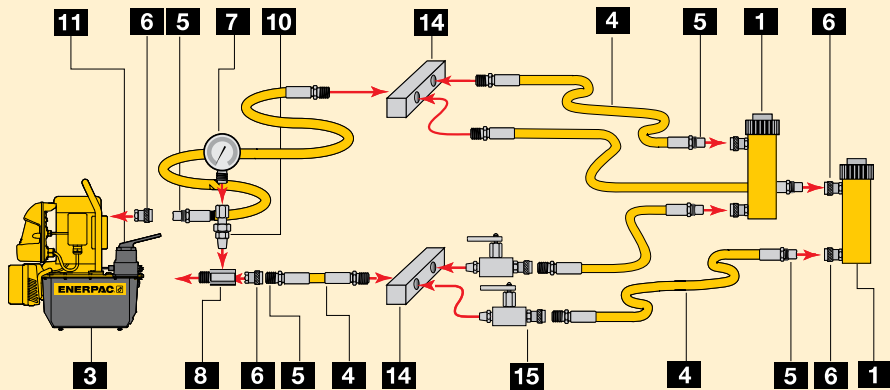


Configuración de cilindro de doble acción utilizada en aplicaciones de levantamiento de peso donde se debe hacer descender la carga lentamente de modo controlado.





Configuración de cilindro de doble acción utilizado en una aplicación de tracción/compresión.



12 Válvula de control direccional de 3 vías

Controla la dirección del líquido hidráulico en un sistema de simple acción (normalmente se incluye con la bomba).
Página 164-165

13 Válvula de retención de seguridad

Mantiene la carga en aplicaciones de levante.
Página 165

14 Múltiple

Permite la distribución del fluido hidráulico desde una fuente de alimentación a varios cilindros.

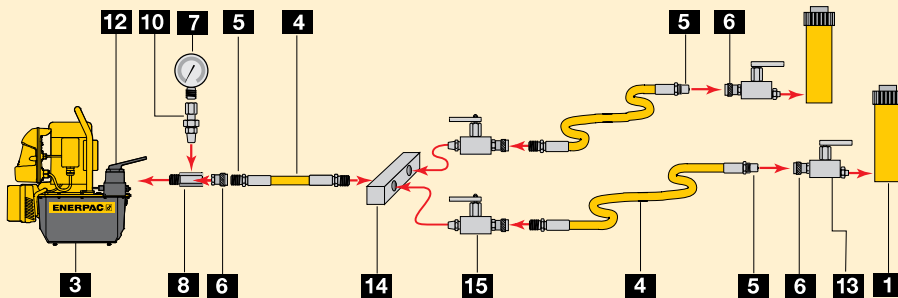
Manifold de flujo dividido

Permite la distribución de fluido hidráulico desde una fuente de alimentación a varios cilindros de acción sencilla
Página 152 & 154

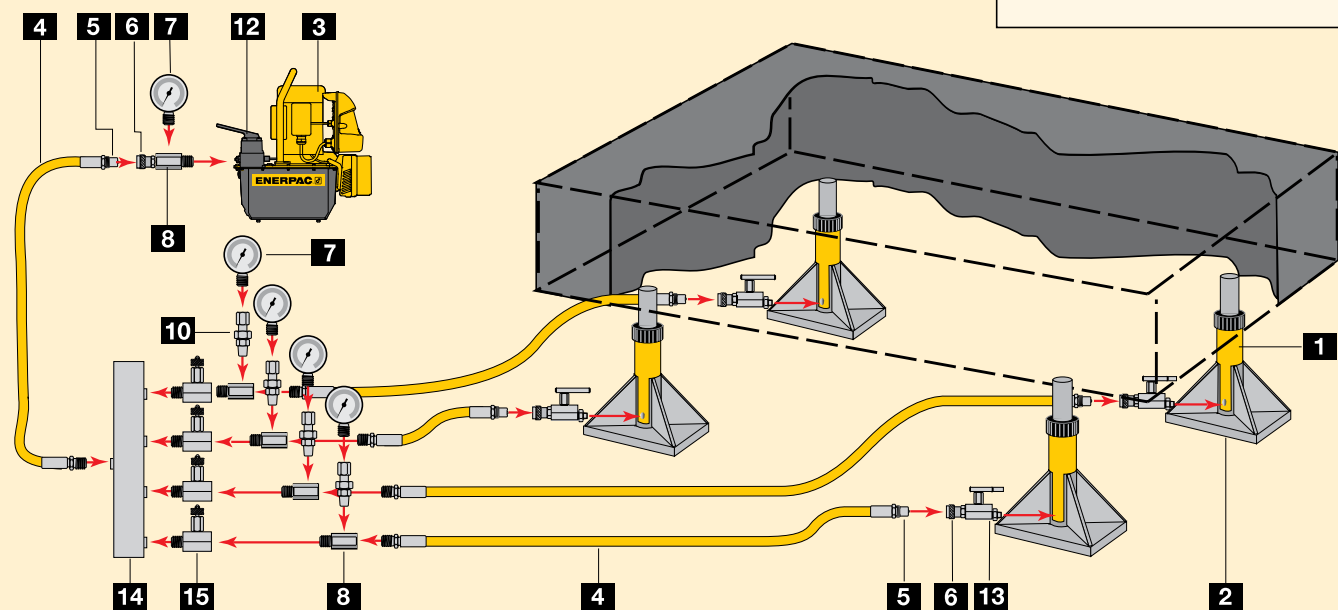
15 Válvula de aguja

Regula el flujo del líquido hidráulico desde y hacia los cilindros.
Página 165

Configuración de levantamiento de dos puntos utilizando cilindros de simple acción.



Configuración de levantamiento de cuatro puntos utilizando cilindros de simple acción, válvulas de control de flujo y válvulas de seguridad.



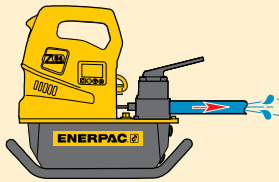
www.enerpac.com

Para obtener más información sobre hidráulica y las configuraciones de los sistemas, visite nuestro sitio Web.



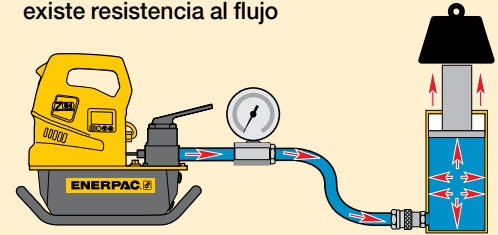
Flujo

Las bombas hidráulicas producen flujo



Presión

La presión aparece cuando existe resistencia al flujo



Ley de Pascal

La presión aplicada en cualquier punto sobre un líquido confinado se transmite sin disminución en todas las direcciones (Fig. 1).

Esto significa que cuando se utiliza más de un cilindro hidráulico, cada uno levantará la carga a su propia velocidad, dependiendo de la fuerza necesaria para mover la carga en ese punto (Fig. 2). Los cilindros con la carga más liviana se moverán primero, mientras que aquellos con la más pesada lo harán después (carga A), siempre y cuando los cilindros tengan la misma capacidad.

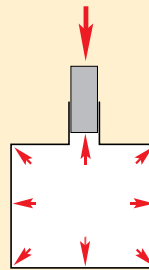


Figura 1

Para que todos los cilindros operen de manera uniforme de modo que la carga se levante a la misma velocidad en cada punto, se deberán agregar al sistema (carga B) válvulas de control (consulte la sección "Válvulas") o los componentes de sistema de levantamiento sincrónico (consulte la sección "Cilindros").

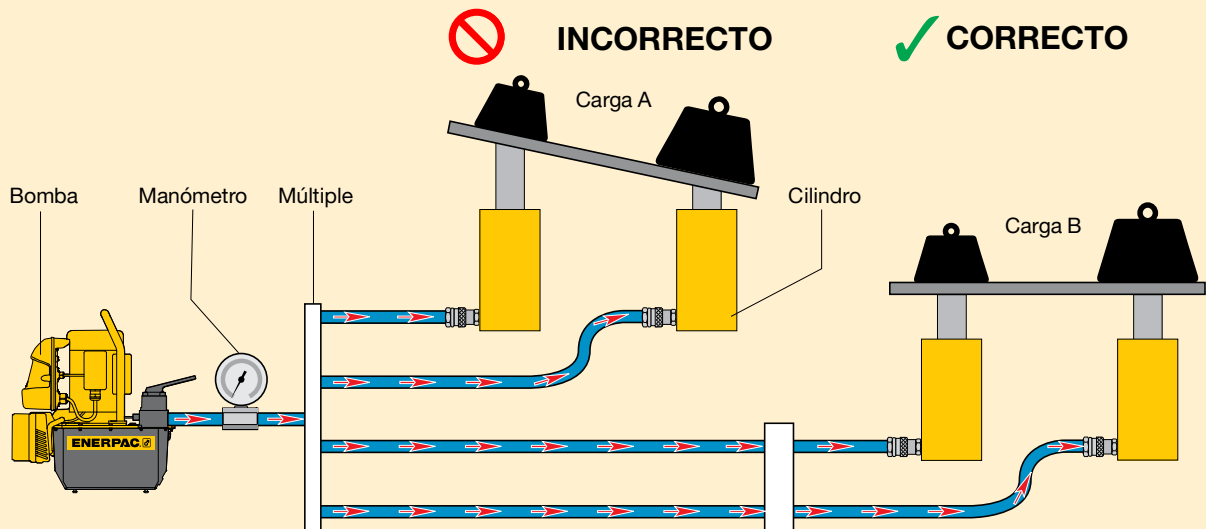


Figura 2

Sistema de levantamiento sincrónico o válvulas de control para levantar la carga de modo uniforme.



PRECAUCIÓN!

Al levantar o prensar, utilice siempre un manómetro. Los manómetros son las "ventanas" al sistema que le permiten ver qué está pasando. Puede consultar los manómetros en la sección "Componentes del Sistema".

Página: 147



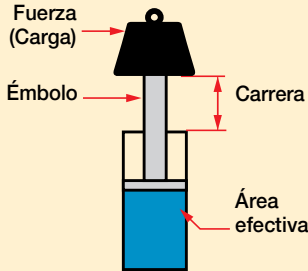
Más información sobre hidráulica

Visite www.enerpac.com para obtener más información sobre hidráulica y las configuraciones de los sistemas.



Fuerza

La magnitud de la fuerza que puede generar un cilindro hidráulico es igual a la presión hidráulica multiplicada por el "área efectiva" del cilindro (consultar las tablas de selección de cilindros).



Fuerza	=	Presión hidráulica de trabajo	x	Área efectiva del cilindro
F	=	P	x	A

Utilice esta fórmula para determinar la fuerza, presión o área efectiva si se conocen dos de las variables.

Ejemplo 1

¿Qué fuerza genera un cilindro? RC106 con un área efectiva de 2.24 pulg² funcionando a 8,000 psi.
Fuerza = 8,000 psi x 2.24 pulg² = 17,920 libras.

Ejemplo 2

¿Cuánta presión necesita un cilindro? RC106 que va a levantar 14,000 libras.
Presión = 14,000 lbs ÷ 2.24 pulg² = 6,250 psi.

Ejemplo 3

Un cilindro RC10010 con un área efectiva de 20.63 pulg² y una carrera de 10.25 pulg ¿Cuánto aceite necesitará?
Presión = 41,000 libras ÷ 5.15 pulg² = 7961 psi.

Ejemplo 4

Se requieren cuatro cilindros RC308 cada uno con 6.49 pulg² de área efectiva para generar una fuerza de 180,000 lbs. ¿Qué presión hace falta?
Presión = 180,000 libras ÷ (4 x 6.49 pulg²) = 6933 psi.
 Recuerde: ya que se están usando cuatro cilindros simultáneamente, el área correspondiente a un cilindro debe multiplicarse por la cantidad de cilindros utilizados.

Ejemplo 5

Se va a usar un cilindro HCL2506 con un área efectiva de 56.27 pulg² que cuenta con una fuente de alimentación de energía de 7,500 psi.
 ¿Cuál es la fuerza teórica disponible de ese cilindro?
Fuerza = 7,500 psi x 56.27 pulg² = 422,025 libras.

Volumen de aceite del cilindro

El volumen necesario de aceite para un cilindro (volumen de aceite del cilindro) es igual al área efectiva del cilindro multiplicada por la carrera*.

Volumen de aceite del cilindro	=	Área efectiva del cilindro	x	Carrera del cilindro
--------------------------------	---	----------------------------	---	----------------------

* Nota: éstos son ejemplos teóricos y no tienen en cuenta la compresibilidad del aceite bajo alta presión.

Ejemplo 1

Un cilindro RC158 con 3.14 pulg² de área efectiva y una carrera de 8 pulgadas, ¿qué volumen de aceite necesitará?
Volumen de aceite = 3.14 pulg² x 8 pulg = 25.12 pulg³

Ejemplo 2

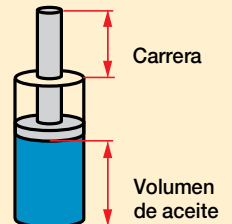
Dado un cilindro RC158 con 3.14 pulg² de área efectiva y una carrera de 8 pulgadas, ¿qué volumen de aceite necesitará?
Volumen de aceite = 11.05 pulg² x 13.25 pulg = 146.41 pulg³

Ejemplo 3

Dado un cilindro RC10010 con un área efectiva de 20.63 pulg² y una carrera de 10.25 pulg. ¿Cuánto aceite necesitará?
Volumen de aceite = 20.63 pulg² x 10.25 pulg = 211.46 pulg³

Ejemplo 4

Se están usando cuatro cilindros RC308, cada uno con un área efectiva de 6.49 pulg² y una carrera de 8.25 pulg. ¿Cuánto aceite hará falta?
Volumen de aceite = 6.49 pulg² x 8.25 pulg = 53.54 pulg³ por cilindro.
 Multiplique el resultado por cuatro para obtener el volumen necesario:
214.17 pulg³



PRECAUCIÓN!

El aceite Enerpac se comprime un 2.28% a 5,000 psi y un 4.1% a 10,000 psi.

Tablas de velocidades de cilindros



Velocidad de cilindros

Esta tabla le ayudará a calcular el tiempo que necesita un cilindro Enerpac para levantar una carga cuando está accionado por una bomba hidráulica Enerpac de 700 bar.

También se puede utilizar la tabla de velocidades de cilindros para determinar el tipo y modelo de bomba que mejor se adapte a una aplicación determinada cuando ya se sabe la velocidad del émbolo que se requiere.

Para determinar:

La velocidad del émbolo de un cilindro

Un cilindro RC-308 (30 toneladas) está accionado por una bomba ZE-5. Mientras esté levantando la carga, el émbolo del cilindro tardará 3.2 segundos en recorrer 1 pulgada.

Al extenderse en dirección a la carga, el émbolo del cilindro se desplaza a 0.47 seg/pulg.

30 t		50 t		75 t		100 t		Tipo de bomba
Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	
13.0	26.0	22.1	44.2	31.8	63.6	41.3	82.5	Serie XC
1.2	12.2	2.0	20.7	2.9	29.8	3.8	38.7	Serie ZC3 Series
1.8	12.2	3.0	20.7	4.3	29.8	5.6	38.7	Serie E-E-Pulse
1.9	19.5	3.3	33.1	4.8	47.7	6.2	61.9	Serie PU económica
1.0	0.7	1.7	16.6	2.5	23.9	3.2	30.9	Serie ZE3
0.65	0.6	1.1	11.0	1.6	15.9	2.1	20.6	Serie ZE4
0.47	3.2	0.47	0.80	0.55	1.2	0.80	1.5	Serie ZE5
0.44	1.9	0.74	3.3	1.1	4.8	1.4	6.2	Serie ZE6
0.73	6.5	1.2	11.0	1.9	15.9	2.3	20.6	Serie ZU4
0.38	0.84	0.65	1.4	0.94	2.1	1.2	2.7	Serie 8000, PE
3.2	26.0	5.5	44.2	8.0	63.6	10.3	82.5	Serie XA

Para determinar:

La bomba más adecuada

El cilindro de 30 toneladas necesita mover una carga a una velocidad de 6.50 seg/pulg. Simplemente vaya desde la parte superior de la tabla hacia abajo hasta el valor de 6.50 seg/pulg.

Luego siga la tabla hacia la derecha. Así verá que las bombas más apropiadas para esta aplicación son la ZE4 o la ZU4.

30 t		50 t		75 t		100 t		Tipo de bomba
Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	
13.0	26.0	22.1	44.2	31.8	63.6	41.3	82.5	Serie XC
1.2	12.2	2.0	20.7	2.9	29.8	3.8	38.7	Serie ZC3 Series
1.8	12.2	3.0	20.7	4.3	29.8	5.6	38.7	Serie E-E-Pulse
1.9	19.5	3.3	33.1	4.8	47.7	6.2	61.9	Serie PU económica
1.0	0.7	1.7	16.6	2.5	23.9	3.2	30.9	Serie ZE3
0.65	0.6	1.1	11.0	1.6	15.9	2.1	20.6	Serie ZE4
0.47	3.2	0.47	0.80	0.55	1.2	0.80	1.5	Serie ZE5
0.44	1.9	0.74	3.3	1.1	4.8	1.4	6.2	Serie ZE6
0.73	6.5	1.2	11.0	1.9	15.9	2.3	20.6	Serie ZU4
0.38	0.84	0.65	1.4	0.94	2.1	1.2	2.7	Serie 8000, PE
3.2	26.0	5.5	44.2	8.0	63.6	10.3	82.5	Serie XA

Cantidad de bombeos por pulgada de carrera del émbolo del cilindro

Capacidad de cilindro ▶	5 t		10 t		15 t		25 t		30 t		50 t		75 t		100 ton		Tipo de bomba	Página
	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga		
Manual	18.0	18.0	40.7	40.7	57.1	57.1	93.8	93.8	118.0	118.0	200.7	200.7	289.1	289.1	375.1	375.1	P141	87
	6.6	6.6	14.9	14.9	20.9	20.9	34.4	34.4	43.3	43.3	73.6	73.6	106.0	106.0	137.5	137.5	P39	89
	6.6	6.6	14.8	14.8	20.8	20.8	34.2	34.2	43.0	43.0	73.1	73.1	105.3	105.3	136.6	136.6	P391	87
	4.5	18.0	10.1	40.7	14.2	57.1	23.3	93.8	29.4	118.0	50.0	200.7	71.9	289.1	93.3	375.1	P142/202	87
	1.4	6.6	3.3	14.8	4.6	20.8	7.5	34.2	9.4	43.0	16.1	73.1	23.1	105.3	30.0	136.6	P392	87
	1.0	6.6	2.2	14.9	3.1	20.9	5.2	34.4	6.5	43.3	11.0	73.6	15.9	106.0	20.6	137.5	P77/80/84/801	89
	0.4	6.6	0.9	14.8	1.3	20.8	2.2	34.2	2.7	43.0	4.6	73.1	6.6	105.3	8.6	136.6	P802/842	87
	0.1	3.4	0.3	7.7	0.4	10.8	0.7	17.8	0.8	22.4	1.4	38.1	2.1	54.8	2.7	71.1	P462/464	89

Segundos por pulgada de carrera del émbolo del cilindro

Capacidad de cilindro ▶	5 t		10 t		15 t		25 t		30 t		50 t		75 t		100 t		Tipo de bomba	Página
	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga	Sin carga	Con carga		
Eléctrica (velocidad basada en 60 Hz)	2.0	4.0	4.5	9.0	6.3	12.6	10.3	20.6	13.0	26.0	22.1	44.2	31.8	63.6	41.3	82.5	Serie XC	96-97
	0.18	1.9	0.41	4.2	0.57	5.9	0.94	9.7	1.2	12.2	2.0	20.7	2.9	29.8	3.8	38.7	Serie ZC3 Series	98-99
	0.27	1.9	0.61	4.2	0.86	5.9	1.4	9.7	1.8	12.2	3.0	20.7	4.3	29.8	5.6	38.7	Serie E-E-Pulse	102-103
	0.30	3.0	0.67	6.7	0.94	9.4	1.5	15.5	1.9	19.5	3.3	33.1	4.8	47.7	6.2	61.9	Serie PU económicas	100-101
	0.15	1.5	0.35	3.4	0.49	4.7	0.80	7.7	1.0	9.7	1.7	16.6	2.5	23.9	3.2	30.9	Serie ZE3	112-115
	0.10	1.0	0.22	2.2	0.31	3.1	0.52	5.2	0.65	6.5	1.1	11.0	1.6	15.9	2.1	20.6	Serie ZE4	112-115
	0.07	0.50	0.16	1.12	0.23	1.6	0.38	2.6	0.47	3.2	0.80	5.5	1.2	8.0	1.5	10.3	Serie ZE5	112-115
	0.07	0.30	0.15	0.67	0.21	0.94	0.35	1.5	0.44	1.9	0.74	3.3	1.1	4.8	1.4	6.2	Serie ZE6	112-115
	0.11	1.0	0.25	2.2	0.35	3.1	0.58	5.2	0.73	6.5	1.2	11.0	1.8	15.9	2.3	20.6	Serie ZU4	106-111
Neumática (a presión de aire de 100 psi)	0.06	0.13	0.13	0.29	0.19	0.41	0.30	0.67	0.38	0.84	0.65	1.4	0.94	2.1	1.2	2.7	Serie 8000, PE	119-119
	0.05	4.0	1.1	9.0	1.6	12.6	2.6	20.6	3.2	26.0	5.5	44.2	8.0	63.6	10.3	82.5	Serie XA	124-125
	1.0	5.9	2.2	13.4	3.1	18.8	5.2	30.9	6.5	39.0	11.0	66.3	15.9	95.5	20.6	123.9	Bomba Turbo II	122-123
	1.2	7.4	2.7	16.8	3.8	23.6	6.2	38.6	7.8	48.7	13.3	82.9	19.1	119.3	24.8	154.7	PA133	120
	0.09	6.6	0.21	14.9	0.29	20.9	.48	34.3	0.60	43.3	1.0	73.7	1.5	106.0	1.9	137.5	Serie 10	121
A gasolina	0.07	0.74	0.16	1.7	0.22	2.4	.36	3.9	0.46	4.9	0.78	8.3	1.1	11.9	1.5	15.5	Serie ZA4	126-127
	0.08	0.59	0.19	1.3	0.27	1.9	0.44	3.1	0.56	3.9	0.95	6.6	1.4	9.5	1.8	12.4	Serie ZG5, Briggs	128-129
	0.15	0.59	0.34	1.3	0.47	1.9	0.77	3.1	0.97	3.9	1.7	6.6	2.4	9.5	3.1	12.4	Serie ZG5, Honda	128-129
	0.07	0.30	0.15	0.67	0.21	0.94	0.34	1.5	0.43	1.9	0.74	3.3	1.1	4.8	6.2		Serie ZG6	130

"Sin carga" indica la velocidad del émbolo a medida que éste se extiende en dirección hacia la carga (1ª etapa).

"Con carga" indica la velocidad del émbolo a medida que la carga es levantada a un nivel de presión del sistema de 700 bar (2ª etapa).

Fórmula $V = A \div Q$

V (seg/pulg) = A (pulg²) ÷ Q (pulg³/min)

V = Velocidad del émbolo del cilindro medida en segundos por pulgadas

A = Área efectiva del cilindro medida en pulgadas cuadradas

Q = Flujo de aceite de la bomba medido en pulgadas cúbicas

Ejemplo: ¿A qué velocidad (V) se moverá el cilindro RC308 (30 toneladas) cuando está accionado por una bomba eléctrica Serie ZE3?

Cilindro RC308: El área efectiva A es de 6.50 pulg²

Bomba Serie ZE3: El caudal de aceite Q (sin carga) es 450 pulg³/min

$V = 6.50 \text{ pulg}^2 \div 450 \text{ pulg}^3/\text{min} \times 60 = 0.87 \text{ seg/pulg}$

$$\text{Velocidad del émbolo del cilindro (seg/pulg)} = \frac{\text{Área efectiva del cilindro (pulg}^2\text{)}}{\text{Flujo de aceite de la bomba (pulg}^3/\text{min)}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1}$$



Vías

Las conexiones (de aceite) en las válvulas.
 Las válvulas de 3 vías tienen 3 conexiones: presión (P), tanque (T) y cilindro (A).
 Las válvulas de 4 vías tienen 4 conexiones: presión (P), tanque (T), avance (A) y retracción (B).

Los cilindros de **simple acción** requieren por lo menos una válvula de 3 vías y pueden, en ciertas circunstancias, ser operados con una de 4 vías.

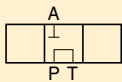
Los cilindros de **doble acción** requieren una válvula de 4 vías que proporcione control del flujo a cada conexión del cilindro.

Posiciones

Cantidad de puntos de control que una válvula puede proporcionar. Una válvula de 2 posiciones tiene la capacidad de controlar el avance o retracción del cilindro. Para poder controlar el cilindro con una posición de retención, la válvula requiere de una 3ª posición.

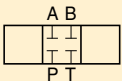
Configuración central

La posición central de una válvula es el lugar donde no se requiere movimiento por parte del componente hidráulico, ya sea éste una herramienta o un cilindro.



El más común es el **centro en tándem**. Esta configuración permite un mínimo movimiento o la anulación del movimiento del cilindro y la descarga de la bomba. También genera una mínima acumulación de calor.

independiente de aplicaciones de múltiples cilindros. Esta configuración también minimiza o anula el movimiento del cilindro, pero además permite que la bomba siga acumulando presión y la aísla del circuito.



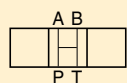
La segunda configuración más común es la de **centro cerrado**, que se utiliza principalmente para ejercer control

independiente de aplicaciones de múltiples cilindros. Esta configuración también minimiza o anula el movimiento del cilindro, pero además permite que la bomba siga acumulando presión y la aísla del circuito.

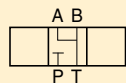
El uso de este tipo de válvula puede requerir algún medio de descarga de la bomba para evitar la acumulación de calor.

Existen muchos otros tipos de válvulas, como las de "centro abierto" o "centro flotante".

Éstas se emplean principalmente en circuitos hidráulicos más complejos y requieren de consideraciones especiales adicionales.



Centro abierto

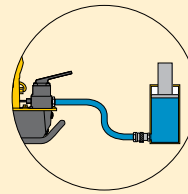


Centro flotante

Válvulas de control direccional

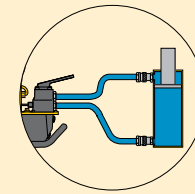
Válvulas de 3 vías

se utilizan en cilindros de simple acción



Válvulas de 4 vías

se utilizan en cilindros de doble acción

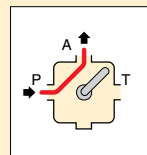


Las válvulas se pueden montar en la bomba o a distancia.	Montadas en bomba	Montaje remoto
Las válvulas pueden ser operadas manualmente o mediante solenoides.	Operada Manualmente	Operación mediante solenoide

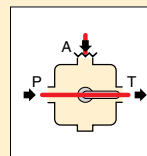
Avance Retención Retracción

Cilindro de simple acción

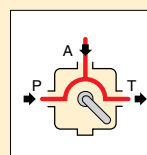
Controlado por una válvula de 3 vías y 3 posiciones.



Controlado por una válvula de 3 vías y 3 posiciones.



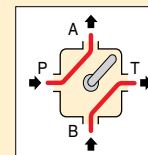
Controlado por una válvula de 3 vías y 3 posiciones.



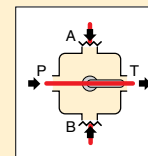
Controlado por una válvula de 3 vías y 3 posiciones.

Cilindro de doble acción

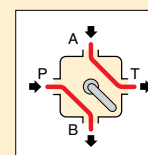
Controlado por una válvula de 4 vías y 3 posiciones.



Controlado por una válvula de 4 vías y 3 posiciones.



Controlado por una válvula de 4 vías y 3 posiciones.

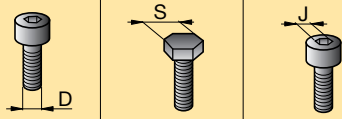


Controlado por una válvula de 4 vías y 3 posiciones.

Tamaños de tuercas y pernos hexagonales

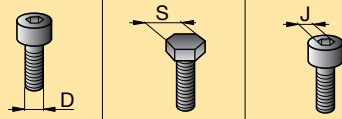


DIMENSIONES EN SISTEMA MÉTRICO



Tamaño de rosca D (mm)	Tamaño de hexágono S (mm)	Tamaño de hexágono J (mm)
M 10	17	8
M 12	19	10
M 14	22	12
M 16	24	14
M 18	27	14
M 20	30	17
M 22	32	17
M 24	36	19
M 27	41	19
M 30	46	22
M 33	50	24
M 36	55	27
M 39	60	27 (30)
M 42	65	32
M 45	70	-
M 48	75	36
M 52	80	36
M 56	85	41
M 60	90	46
M 64	95	46
M 68	100	50
M 72	105	55
M 76	110	60
M 80	115	65
M 85	120	70
M 90	130	70 (75)
M 95	135	-
M 100	145	85
M 105	150	-
M 110	155	-
M 115	165	-
M 120	170	-
M 125	180	-
M 130	185	-
M 140	200	-
M 150	210	-

DIMENSIONES EN SISTEMA IMPERIAL



Tamaño de rosca D (pulg)	Tamaño de hexágono * S (pulg)	Tamaño de hexágono J (pulg)
5/8"	1 1/16"	1/2"
3/4"	1 1/4"	5/8"
7/8"	1 7/16"	3/4"
1"	1 5/8"	3/4"
1 1/8"	1 13/16"	7/8"
1 1/4"	2"	7/8"
1 3/8"	2 3/16"	1"
1 1/2"	2 3/8"	1"
1 5/8"	2 9/16"	-
1 3/4"	2 3/4"	1 1/4"
1 7/8"	2 15/16"	1 3/8"
2"	3 1/8"	1 5/8"
2 1/4"	3 1/2"	1 3/4"
2 1/2"	3 7/8"	1 7/8"
2 3/4"	4 1/4"	2"
3"	4 5/8"	2 1/4"
3 1/4"	5"	2 1/4"

* Tuercas hexagonales para trabajo pesado.



Determine el par máximo de torque según el grado y tamaño del perno (tuerca). Antes de realizar conexiones con pernos, consulte siempre las instrucciones o recomendaciones técnicas del fabricante.



IMPORTANTE

Los tamaños de hexágonos que figuran en la tabla se deben usar a manera de guía únicamente. Antes de usar algún equipo, se deben verificar los tamaños individuales.



Dados Serie BSH

Utilice únicamente dados reforzados para impacto en equipos de torque de potencia, según ISO2725 and ISO1174; DIN3129 y DIN3121 o ASME-B107.2/1995.



Métodos de apriete

Hay dos modos fundamentales de apriete: "No controlado" y "Controlado".

Apriete no controlado

Usa equipos y/o procedimientos que no pueden medirse. La precarga se aplica al montaje de perno y tuerca usando martillo y llave inglesa u otros tipos de herramientas de impacto.

Apriete controlado

Emplea equipos calibrados y que permiten medición, sigue procedimientos establecidos y se realiza por personal entrenado.

Ventajas del apriete controlado

Cargas de perno conocidas, controlables y precisas

Emplea herramientas con salidas controlables y usa cálculos para determinar los ajustes requeridos en las herramientas.

Uniformidad de carga de los pernos

De especial importancia en uniones con juntas ya que se requiere compresión consistente y pareja para que la junta sea efectiva.

Operación segura siguiendo procedimientos establecidos

Elimina las actividades peligrosas propias del apriete no controlado manual y requiere que los operarios estén preparados y sigan los procedimientos.

Reduce los tiempos de operación aumentando así la productividad

Reduce el tiempo de apriete y la fatiga del operario al reemplazar el esfuerzo manual con el uso de herramientas controladas.

Resultados confiables y repetitivos

Usando equipos probados y calibrados, siguiendo procedimientos y empleando operarios preparados se obtienen consistentemente resultados conocidos.

Los resultados correctos desde la primera vez

Se eliminan muchas de las incertidumbres que rodean las fallas de uniones en servicio al garantizar desde la primera vez el montaje y apriete correcto de la unión.

¿Qué es el torque?

Es una medida de cuánta fuerza actuando sobre un objeto causa que ese objeto gire.

¿Qué es el apriete con torque?

Es la aplicación de precarga a un elemento de sujeción haciendo girar la tuerca del elemento de sujeción.

Apriete con torque y precarga

La magnitud de precarga creada al aplicar torque depende en gran medida de los efectos de la fricción.

En lo fundamental, hay tres diferentes "componentes del torque":

- torque para estirar el perno
- torque para superar la fricción en las roscas del perno y la tuerca
- torque para superar la fricción en el refrentado de la tuerca (superficie de contacto).



Software de Integridad de Uniones con Pernos

Un amplio software de soluciones on-line para la Integridad de Uniones mediante Pernos. Base de datos completa que contiene información para:

- Uniones bridadas ASME B16.5, ASME B16.47, API 6A y API 17D
- Materiales comunes de juntas y configuraciones
- Amplia gama de materiales de pernos
- Amplia gama de lubricantes
- Equipos Enerpac para control de empernado incluyendo: Multiplicadores de Torque, Llaves Hidráulicas de Torque y Tensionadores Hidráulicos

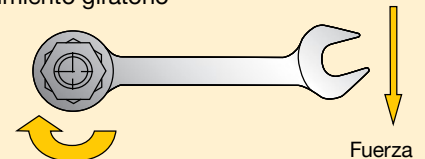
Información de Uniones especiales puede también ser ingresada.

El software proporciona selección de Herramientas, cálculo de carga en los pernos y ajustes de presión para las Herramientas, así como, una combinación de hoja de datos de Aplicación y reporte de conclusión de Operación.

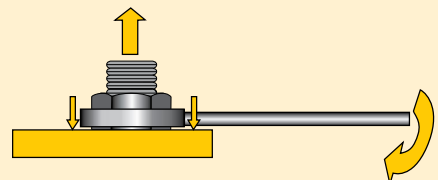
www.enerpac.com

Apriete con torque

Movimiento giratorio



Estiramiento de elemento de sujeción (precarga)





Precarga (carga residual) = Torque aplicado *menos* pérdidas por fricción

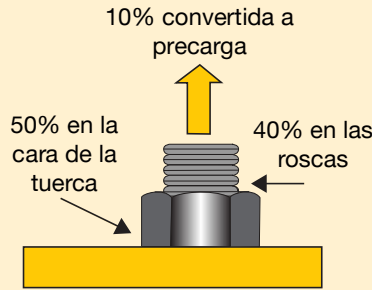
La lubricación reduce la fricción

La lubricación reduce la fricción durante el apretado, reduce la falla del perno durante la instalación y alarga la vida de servicio del perno. La variación en los coeficientes de fricción afecta la cantidad de precarga obtenida a un torque especificado. Una fricción más alta da como

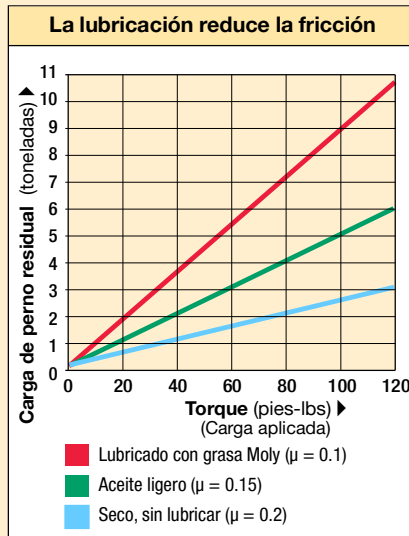
resultado menos conversión de torque a precarga. Para establecer con exactitud el valor de torque requerido debe conocerse el valor del coeficiente de fricción suministrado por el fabricante del lubricante.

Los compuestos lubricantes o anti-aferramiento deben aplicarse a la superficie de contacto de la tuerca y a las roscas macho.

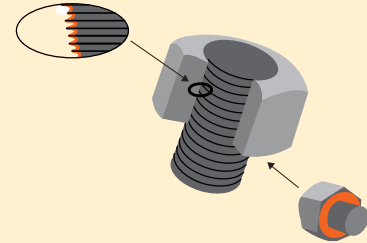
Pérdidas por fricción



Pérdidas por fricción (perno de acero, seco)



Ejemplo de cómo un lubricante puede reducir el efecto de fricción y convertir más torque a precarga de perno.



Los puntos de fricción siempre deben lubricarse al usar el método de apriete con torque.



Seleccione la llave correcta

Elija su llave de torque Enerpac usando la regla empírica para aflojar:

- Al aflojar una tuerca o perno por lo general se requiere más torque que al apretar.
- Para condiciones generales, para rompimiento puede requerirse hasta 2½ el torque de entrada.
- No aplique más del 75% del torque máximo al aflojar tuercas o pernos.

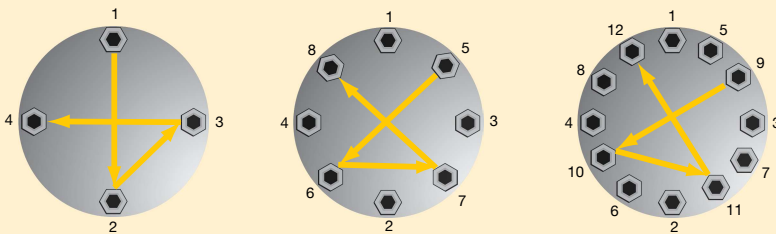
Condiciones de uniones emperradas

- La corrosión causada por humedad (herrumbre) requiere hasta dos veces el torque requerido para apretar.
- La corrosión causada por agua de mar y sustancias químicas requiere hasta 2½ veces el torque requerido para apretar.
- La corrosión causada por calor requiere hasta 3 veces el torque requerido para apretar.

Procedimiento de torque

Al aplicar torque es normal apretar solamente un perno a la vez, y esto puede causar carga puntual y dispersión de la carga. Para evitar esto, el torque se aplica en etapas de acuerdo a un patrón predeterminado:

Secuencia del torque



- Paso 1** Apriete con llave garantizando que queden 2 – 3 pasos de rosca sobre la tuerca.
- Paso 2** Apriete cada perno hasta un tercio del torque final requerido siguiendo el patrón mostrado arriba.
- Paso 3** Incremente el torque hasta dos tercios siguiendo el patrón mostrado arriba.

- Paso 4** Incremente el torque hasta torque total siguiendo el patrón mostrado arriba.
- Paso 5** Ejecute un pase final en cada perno trabajando en sentido de las agujas del reloj desde el perno 1, hasta el torque completo final.



Torque de rompimiento

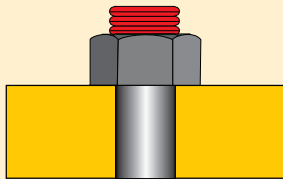
Al aflojar pernos normalmente se requiere un valor de torque mayor que el torque de apriete. Esto se debe principalmente a corrosión y deformaciones en las roscas del perno y la tuerca. El torque de rompimiento no puede calcularse exactamente, sin embargo, dependiendo de las condiciones para el rompimiento puede que se requiera 2½ veces el torque de entrada. Al ejecutar operaciones de rompimiento se recomienda utilizar siempre aceites o productos anti-aferramiento penetrantes.



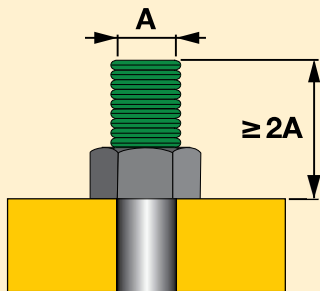
El tensionado requiere un perno más largo



INCORRECTO



CORRECTO



¿Qué es el tensionado de pernos?

El tensionado es el alargamiento axial directo del perno para obtener la **precarga**. Se eliminan las inexactitudes creadas por la fricción. El gigantesco esfuerzo mecánico para crear torque se reemplaza por simple presión hidráulica. Se puede aplicar una carga uniforme para tensar simultáneamente múltiples pernos.

El tensionado requiere pernos más largos, y un área de asentamiento en el montaje alrededor de la tuerca. El tensionado puede hacerse usando Tensionadores de perno o tuercas hidráulicas separables.



Precarga (carga residual) = Carga aplicada *menos* pérdidas por fricción

¿Qué es la pérdida de carga?

La **pérdida de carga** es una pérdida de alargamiento del perno dependiendo de factores como desviaciones de la rosca, expansión radial de la tuerca y empotramiento de la tuerca en el área de contacto de la unión. En el cálculo se tiene en cuenta la pérdida de carga y la misma se adiciona al valor de precarga para determinar la **carga aplicada** inicial.

La precarga depende de la carga aplicada y de las pérdidas de carga (factor de pérdida de carga)



GLOSARIO DE TÉRMINOS

Apriete con torque: Es la aplicación de precarga a un perno haciendo girar la tuerca del mismo.

Carga aplicada: La carga aplicada a un perno durante el tensionado, la cual incluye un margen de reserva para la pérdida de carga.

Carga de prueba: El término carga de prueba frecuentemente se usa indistintamente con límite elástico pero por lo general se mide a 0,2% de la deformación plástica.

Dispersión de la carga: La distribución de cargas diferentes en una secuencia de pernos después que los mismos han sido cargados. Esto se debe fundamentalmente a la interacción elástica de los pernos y el miembro de la unión; según los pernos que se aprietan subsiguientemente comprimen la unión, los pernos apretados previamente resultan sometidos a cierto relajamiento.

Límite de elástico: El punto en el cual un perno comienza a deformarse plásticamente bajo carga de tracción.

Pérdida de carga: Las pérdidas en un perno que ocurren en la transferencia de carga desde un dispositivo de tensionado al montaje del perno (estas pueden presentarse debido a fenómenos como desviación de la rosca y empotramiento de la tuerca en el área de contacto de la unión, y se calculan como un factor de la relación longitud a diámetro del perno.)

Precarga: La carga en un perno inmediatamente después de haberse apretado.

Punto de fractura: El punto en el cual la carga de tracción sobre un perno causa la ruptura del mismo.

Resistencia máxima: La tensión máxima que puede crearse mediante carga de tracción en un perno.

Tensionado de pernos: Un método de apriete controlado donde se le aplica precarga a un perno para estirarlo axialmente.

Torque de rompimiento: La magnitud del torque requerido para aflojar un perno apretado. (Por lo general se requiere más torque para aflojar un perno que el usado para apretarlo.)

Zona elástica: La zona en una curva de esfuerzo / deformación unitaria de un perno donde el esfuerzo es directamente proporcional a la deformación unitaria.

Zona plástica: La zona en una curva de esfuerzo / deformación unitaria de un perno donde la carga de tracción aplicada a un perno causa deformación permanente.

NOTA: Perno se usa aquí como un término genérico para un elemento de sujeción roscado.



Los valores nominales de presión y torque del fabricante son los límites de seguridad máximos. ¡Como práctica correcta se recomienda utilizar solamente el 80% de estos valores nominales!

Operación de tensionado

El tensionado permite el apriete simultáneo de múltiples pernos; las herramientas se conectan en secuencia mediante un montaje de manguera a alta presión a una sola bomba. Esto garantiza que cada herramienta desarrolle exactamente la misma carga y brinda una fuerza de sujeción uniforme en toda la unión. Esto es especialmente importante para depósitos a presión que requieren compresión de junta uniforme para afectar un sello.

Procedimiento general

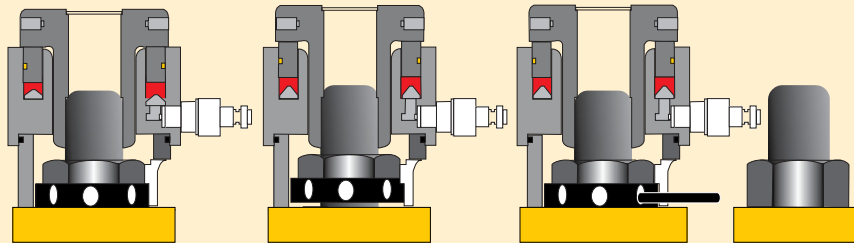
Paso 1: Se ajusta el tensor de perno sobre el perno.

Paso 2: Se aplica presión hidráulica al tensor que a su vez estira el perno.

Paso 3: La tuerca del perno se baja contra la cara de la unión.

Paso 4: Se libera la presión y se extrae la herramienta.

El perno se comporta como un resorte, cuando la presión se libera, el perno está bajo tensión e intenta contraerse, creando la fuerza de sujeción requerida en toda la unión.



Paso 1

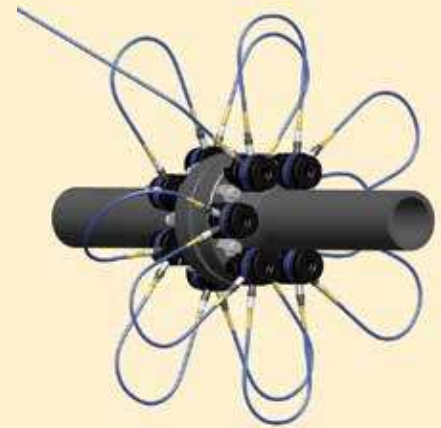
Paso 2

Paso 3

Paso 4

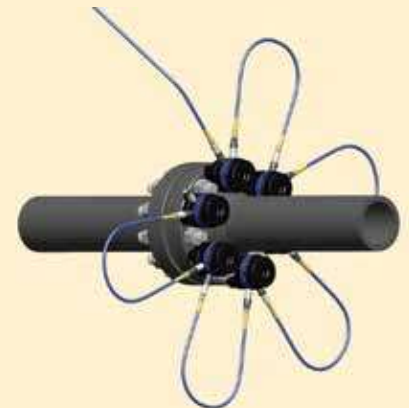
Menos de 100% del tensionado

No todas las aplicaciones permiten colocar un dispositivo para tensionado en cada perno simultáneamente, en esos casos, se aplican al menos dos presiones de tensionado. Esto es para tener en cuenta una pérdida de carga en aquellos pernos que ya se tensaron según se aprietan los siguientes. Las pérdidas de carga se tienen en cuenta para el cálculo y se aplica una carga mayor para permitir que los primeros juegos de pernos se relajen hasta la precarga requerida.



Configuración utilizando un procedimiento con 100% del tensionado

Todos los pernos se tensan simultáneamente.



Configuración utilizando un procedimiento con 50% del tensionado

La mitad de los pernos se tensan simultáneamente, se reposicionan las herramientas sobre los pernos restantes y entonces se tensan los mismos.



Lea los manuales de instrucciones

Para guías sobre un uso seguro y detalles sobre colocación y operación correcta del equipo, lea las Hojas de Instrucciones del producto.