

## Intercambiador de calor de tubos

### Instrucciones de Instalación y Mantenimiento

---

---



- 1. Información de Seguridad*
- 2. Almacenamiento*
- 3. Placa de características*
- 4. Instalación*
- 5. Funcionamiento*
- 6. Mantenimiento*
- 7. Recambios*
- 8. Localización de averías*

# 1. Información de seguridad

El intercambiador de calor Spirax Sarco SHE está diseñado y construido de acuerdo con la Directiva Europea de Equipos a Presión 97/23/EC y el código ASME-BPE. Los equipos que no llevan la marca C€ están clasificados como SEP (Sound Engineering Practice) Buenas prácticas de ingeniería de acuerdo con el Artículo 3, Párrafo 3 de la Directiva Europea de Equipos a Presión 97/23/EC. Es la responsabilidad del usuario asegurar que el producto se instala y opera de manera segura. Pueden encontrar información detallada e instrucciones de instalación y mantenimiento en la web: [www.SpiraxSarco.com/es](http://www.SpiraxSarco.com/es) o contactando a su oficina de ventas local.

**Nota:** Por ley, los productos de categoría SEP no pueden llevar la marca C€ .

## Nota

Este documento sólo se refiere a la instalación mecánica y puesta en marcha de la unidad por tanto se debería usar junto con los manuales de los demás equipos que componen el sistema.

## Atención

Rogamos sigan todas las recomendaciones de seguridad de las normativas locales. Este producto ha sido diseñado y construido para soportar las fuerzas que pueda encontrar en su uso normal.

El uso de este producto con otro propósito que no sea el uso para el que se construyó, puede causar daños y lesiones al personal. Antes de comenzar con la instalación o mantenimiento, asegurar que las líneas del primario de vapor y retorno de condensado y las líneas del fluido del secundario, estén cerradas.

Asegurar que se elimina cualquier presión interna residual en el sistema o tuberías de conexión.

Dejar enfriar las partes antes de comenzar el trabajo, para evitar el riesgo de las quemaduras.

Llevar indumentaria de seguridad apropiada siempre que se realice trabajos de instalación o de mantenimiento.

## 1.1 Aplicaciones

- i) Comprobar que el producto es adecuado para el fluido de la aplicación.
- ii) Comprobar que el tipo de material, presión, temperatura y valores máximos y mínimos sean los adecuados. Si los valores de los límites máximos del producto son inferiores a los del sistema en el que está montado, o si el funcionamiento defectuoso del producto pudiera producir una situación peligrosa de exceso de presión o de temperatura, asegure de que dispone de un dispositivo de seguridad en el sistema para evitar tales situaciones de exceso.
- iii) Determine si la instalación está bien situada y si la dirección de flujo es correcta.
- iv) Los productos Spirax Sarco no están diseñados para resistir tensiones externas que pueden ser inducidas por el sistema en el que están montados. Es responsabilidad del instalador considerar estas tensiones y tomar las precauciones adecuadas para minimizarlas.
- v) Antes de instalar, retirar todas las tapas de las conexiones y la película protectora de la placa de características en instalaciones de vapor o altas temperaturas.

El funcionamiento seguro de estos productos sólo puede garantizarse si la instalación, puesta en marcha, uso y mantenimiento se realiza adecuadamente y por personal calificado (ver el punto 1.11) siguiendo las instrucciones de operación. También debe cumplirse con las instrucciones generales de instalación y de seguridad de construcción de líneas y de la planta, así como el uso apropiado de herramientas y equipos.

---

## 1.2 Acceso

Antes de realizar cualquier trabajo en este equipo, asegure de que tiene buena accesibilidad y si fuese necesario una plataforma segura.

## 1.3 Iluminación

Asegure de que tiene la iluminación adecuada, especialmente cuando el trabajo sea minucioso o complicado.

## 1.4 Gases y líquidos peligrosos en las tuberías

Considerar que hay o que ha podido haber en las tuberías. Considerar: materiales inflamables, sustancias perjudiciales a la salud o riesgo de explosión.

## 1.5 Condiciones medioambientales peligrosas

Considerar áreas de riesgo de explosiones, falta de oxígeno (por ej. tanques o pozos), gases peligrosos, temperaturas extremas, superficies calientes, riesgos de incendio (por ej. mientras suelda), ruido excesivo o maquinaria trabajando.

## 1.6 El sistema

Considerar que efecto puede tener sobre el sistema completo el trabajo que debe realizar. ¿Puede afectar la seguridad de alguna parte del sistema o a trabajadores, la acción que vaya a realizar (por ej. cerrar una válvula de aislamiento, aislar eléctricamente)? Los peligros pueden incluir aislar orificios de venteo o dispositivos de protección, también la anulación de controles o alarmas. Cerrar y abrir lentamente las válvulas de aislamiento.

## 1.7 Presión

Aislar (usando válvulas de aislamiento independientes) y dejar que la presión se normalice. Esto se puede conseguir montando válvulas de aislamiento y de despresurización aguas arriba y aguas abajo de la válvula. No asumir que el sistema está despresurizado aunque el manómetro de presión indique cero.

## 1.8 Temperatura

Dejar que se normalice la temperatura después de aislar para evitar quemaduras y considere si necesitará indumentaria de protección (incluyendo gafas protectoras).

## 1.9 Herramientas y consumibles

Usar siempre las herramientas correctas, los procedimientos de seguridad y el equipo de protección adecuado. Utilizar siempre recambios originales Spirax Sarco.

## 1.10 Indumentaria de protección

Considere si necesitará indumentaria de protección para proteger de los riesgos de, por ejemplo, productos químicos, altas / bajas temperaturas, ruido, caída de objetos, daños a ojos / cara.

## 1.11 Permisos de trabajo

Todos los trabajos han de ser realizados o supervisados por personal competente. El personal de instalación y los operarios deberán tener conocimiento del uso correcto del producto según las Instrucciones de Instalación y Mantenimiento.

Donde se requiera, deberán estar en posesión de un permiso para realizar el trabajo. Donde no exista un sistema similar, se recomienda que una persona responsable sepa en todo momento los trabajos que se están realizando y, donde sea necesario, nombre una persona como responsable de seguridad. Si fuese necesario, enviar notas de seguridad.

---

## **1.12 Manipulación**

La manipulación de productos grandes y/o pesados puede presentar riesgos de lesiones. Alzar, empujar, tirar, transportar o apoyar una carga manualmente puede causar lesiones, especialmente en la espalda. Deberá evaluar los riesgos que comporta la tarea, al individuo, la carga y el ambiente de trabajo y usar el método del manejo apropiado dependiendo de las circunstancias del trabajo a realizar.

## **1.13 Riesgos residuales**

Durante el uso normal la superficie del producto puede estar muy caliente. Muchos productos no tienen autodrenaje. Tenga cuidado al desmantelar o retirar el producto de una instalación (ver las 'Instrucciones de Mantenimiento').

## **1.14 Heladas**

Deben hacerse las provisiones necesarias para proteger los productos que no tienen autodrenaje de los daños producidos por heladas en ambientes donde pueden estar expuestos a temperaturas por debajo de cero.

## **1.15 Eliminación**

Este producto es reciclable y no es perjudicial con el medio ambiente si se elimina con las precauciones adecuadas.

## **1.16 Devolución de productos**

Se recuerda que, de acuerdo con la legislación de Comunidad Europea sobre la salud, seguridad e higiene, el cliente o almacenista que retorne productos a SpiraxSarco para su reparación o control, debe proporcionar la necesaria información sobre los peligros y las precauciones que hay que tomar debido a los residuos de productos contaminantes o daños mecánicos que puedan representar un riesgo para la salud o seguridad medioambiental. Esta información ha de presentarse por escrito incluyendo las documentación de seguridad e higiene de cualquier sustancia clasificada como peligrosa.

---

## 2. Almacenamiento

---

**Nota:** Hay que tomar ciertas precauciones para evitar el deterioro durante el almacenamiento si el intercambiador de calor no puede ser instalado y puesto en marcha inmediatamente después de su recepción. La responsabilidad de la integridad del intercambiador de calor la debe asumir el usuario. Spirax Sarco no considerará responsable de daños, corrosión u otro deterioro del equipo de intercambiador de calor causados durante el transporte y el almacenamiento. Es importante seguir buenas prácticas de almacenamiento, considerando el elevado coste de reparación o sustitución, y la posible demora en entrega para artículos que requieren plazos de entrega largos para su fabricación. Las siguientes prácticas sugeridas han sido creadas únicamente como una guía útil para el usuario:

- 2.1** Inspeccionar todas tapas protectoras para detectar daños durante el transporte del intercambiador de calor. Si el daño es evidente, inspeccionar la posible contaminación y sustituir las tapas protectoras. Notificar inmediatamente tanto al transportista como Spirax Sarco si hubiese cualquier daño perceptible.
- 2.2** Si hubiese una demora antes de poner en servicio el intercambiador de calor, tomar las necesarias precauciones para evitar la corrosión o la contaminación. Si el intercambiador de calor está programado para ser instalado dos o más semanas después de la fecha de entrega se recomienda seguir el siguiente procedimiento:
  - Retirar la humedad tanto del lado de los tubos como del lado de camisa, haciendo circular aire seco libre de partículas de hidrocarburos.
  - Cerrar los drenajes y los venteos colocando bridas ciegas en sus conexiones.
  - Instalar un manómetro.
  - Llenar el lado de tubos y camisa con nitrógeno purificado hasta 0,5 bar r.
- 2.3** El tipo de conservante a usar sobre las superficies del interior durante el almacenamiento dependerá de requisitos de sistema del cliente y el coste. Solo cuando se especifica en el pedido original se aplicará un conservante específico antes del envío de fábrica.
- 2.4** Eliminar cualquier acumulación de suciedad, agua, hielo o nieve y pasa secar con un trapo al intercambiador de calor antes de trasladar a un almacenamiento al cubierto y seco. Si la unidad no estuviera llena de un conservante, abrir los drenajes para retirar toda humedad acumulada, después volver a sellar.
- 2.5** Almacenar en un lugar protegido y calentado, si es posible. El ambiente de almacenamiento ideal para el intercambiador de calor y sus accesorios es al cubierto, en una atmósfera seca y tapado para evitar la entrada de perder polvo, lluvia o nieve. Mantener las temperaturas entre 20° C y 50°C (68°F a 122°F) y la humedad relativa a menos del 40%.

▲ El emplazamiento final de instalación debe tener una temperatura ambiental entre -10°C y 50°C (14°F a 122°F).
- 2.6** Inspeccionar frecuentemente los intercambiadores de calor y los accesorios mientras están en almacenamiento.

### 3. Placa de características

Cada sistema se suministra con una placa de características sujeta a la carcasa por un soporte de placa.

En esta placa se muestra todos los datos de identificación: modelo, número de serie y año de fabricación. También se especifican en la placa las condiciones de diseño (presión y temperatura de los lados de tubos y de la camisa, peso, volumen, Grupo de fluido y Categoría del producto) - Ver Figura 1.

		MOD. Model	
		_____	
	CAT _____	No. FABBRICA Serial no.	
		ANNO Year	
		SCAMBIATORE DI CALORE A FASCIO TUBIERO RETTIUNEO Straight tube bundle heat exchanger	
		MANTELLO Shell side	TUBI Tube side
PESO Weight	kg	Gruppo fluido Fluid group	
VOLUME Volume		LITRI Liters	
CONDIZIONI DI PROGETTO Design condition			
PRESSIONE DI PROVA Test pressure		bar	
Spirax-Sarco s.r.l. - Via per Cinisello, 18 - 20054 - Nova Milanese (MI) Tel +39 - 0362 - 49171 - Fax +39 - 0362 - 4917310			

**Fig. 1**

---

## 3. Instalación

---

### Transporte:

- Cada unidad se embala por separado en una jaula de madera especial.
- Tiene unos separadores apropiados en la caja para evitar daños durante el transporte.
- El peso total se indica en la parte exterior de la caja.
- Las unidades de longitudes no estándares montan unos accesorios especiales unidos al intercambiador de calor para elevar y mover la unidad.
- Retirar todas las protecciones de transporte antes de poner en funcionamiento.

### Condiciones de trabajo

Antes de poner en funcionamiento, comprobar que las condiciones operativas especificadas están dentro de los límites indicados en la placa de características - ver Sección 3.

- 4.1** Dejar suficiente espacio en el cabezal de la unidad de la unidad para permitir retirar el haz de tubos. Seguir en las instrucciones de entrada/salida de fluidos, según el proyecto.

#### **Δ Lado caliente - lado frío**

Si el fluido del primario es vapor, agua recalentada, o aceite térmico, el diseño del sistema está hecho para que estas conexiones sean en el lado de la camisa. Este principio es obligatorio cuando las condiciones operativas se acercan a los límites especificados en la placa de características, y según va aumentando el diferencial de temperatura. Spirax Sarco se reserva el derecho de considerar algunas aplicaciones como casos especiales, y requiere que todas las condiciones de trabajo verdaderas sean especificadas y la información completa sobre los ciclos térmicos sea dada por escrito por el comprador o su agente en el momento de pasar pedido. Cuando existan estas circunstancias, Spirax Sarco acepta la responsabilidad para el diseño de sistema sólo cuando se adhieran a estas condiciones. Si no se cumplen estas condiciones por el comprador o su agente, la garantía del fabricante será también automáticamente invalidada.

- 4.2** Los procedimientos detallados en estas instrucciones de instalación y mantenimiento son válidos para todos los intercambiadores de calor de tipo tubo doble y camisa. Ver las especificaciones de diseño de cada unidad y la placa de características en el exterior del intercambiador de calor para las especificaciones de diseño y las condiciones operativas máximas de cada unidad.

- 4.3** Los intercambiadores de calor de tipo tubo doble y camisa Spirax Sarco están diseñados para que el lado de tubos se drene completamente cuando se monta en la posición de los planos aprobados. Hay que asegurarse de que el intercambiador de calor esté instalado correctamente.

**Δ Atención:** Dejar suficiente espacio alrededor del intercambiador de calor para poder realizar el mantenimiento, según la legislación vigente.

### 4.3.1 Ejemplo de colocación cuando el fluido primario es vapor (Las conexiones deben estar basadas en planos aprobados)

#### a - Vertical

El flujo del secundario es hacia abajo (por lo tanto, permite proporcionar una purga eficaz de impurezas).

#### b - Vertical - como (a) con el flujo del secundario hacia arriba

Posible sin deterioro al sistema de circuito cerrado con recirculación del fluido secundario.

#### c - Inclinado

Para facilitar la conexión y/o instalación en condiciones de espacio reducido, esta solución se puede usar a veces en vez de la (a) o (b).

#### d - Horizontal

Ésta es la instalación típica. Dependiendo del diseño de circulación mostrado en los planos aprobados, se requiere una inclinación mínima del 2% para asegurar que el lado de tubos se drene completamente. La dirección del flujo del secundario puede ser como se requiera.

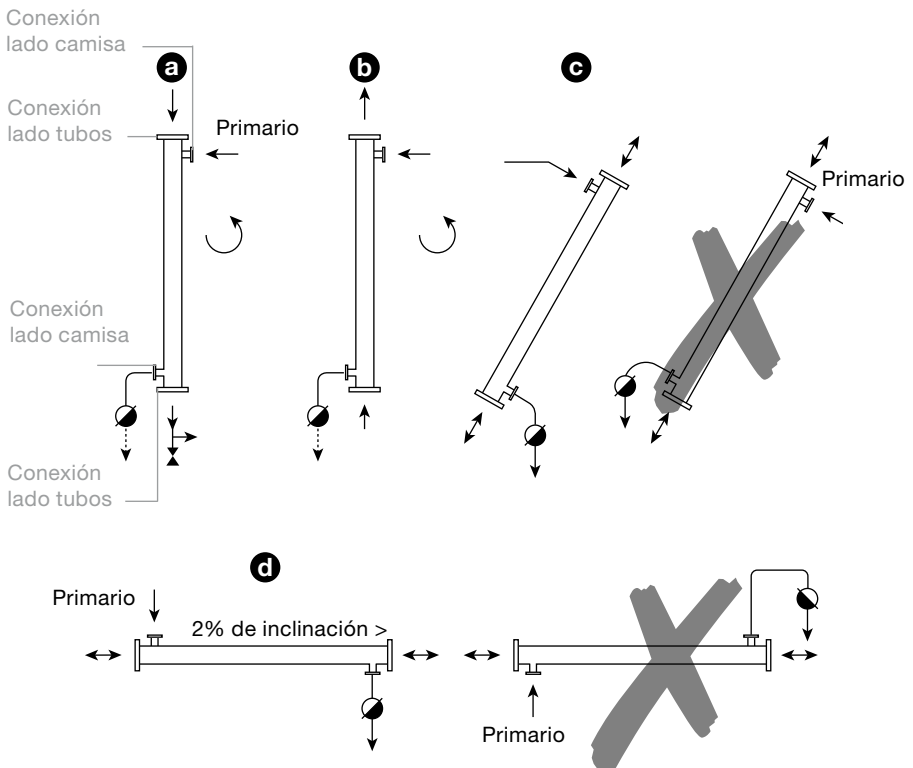


Fig. 2

Información general (para características específicas ver planos de la unidad específica)



---

### 4.3.2 Ejemplo de colocación cuando los fluidos de los circuitos primario y secundario son líquidos

#### e y f - Vertical - flujo hacia abajo por el lado interno de los tubos

Similar a (a) - las mismas instrucciones.

#### g - Inclinado

Equivalente a una de las configuraciones con el eje no inclinado.

#### h - Horizontal

Equivalente a una de las configuraciones de (e) a (g), pero con el eje en horizontal. Nota, dependiendo del diseño de circulación mostrado en los planos aprobados, se requiere una inclinación mínima del 2% para asegurar que el lado de tubos se drene completamente.

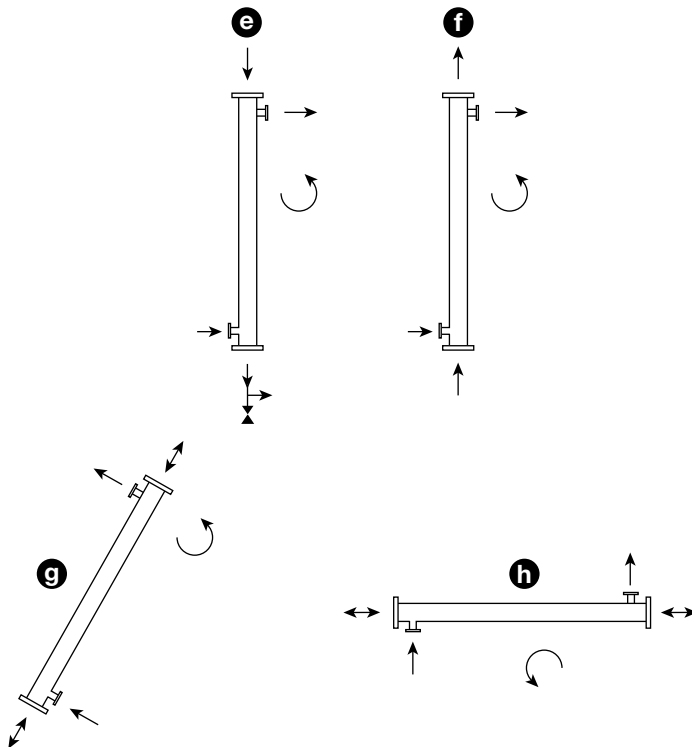


Fig. 3

Información general (para características específicas ver planos de la unidad específica)

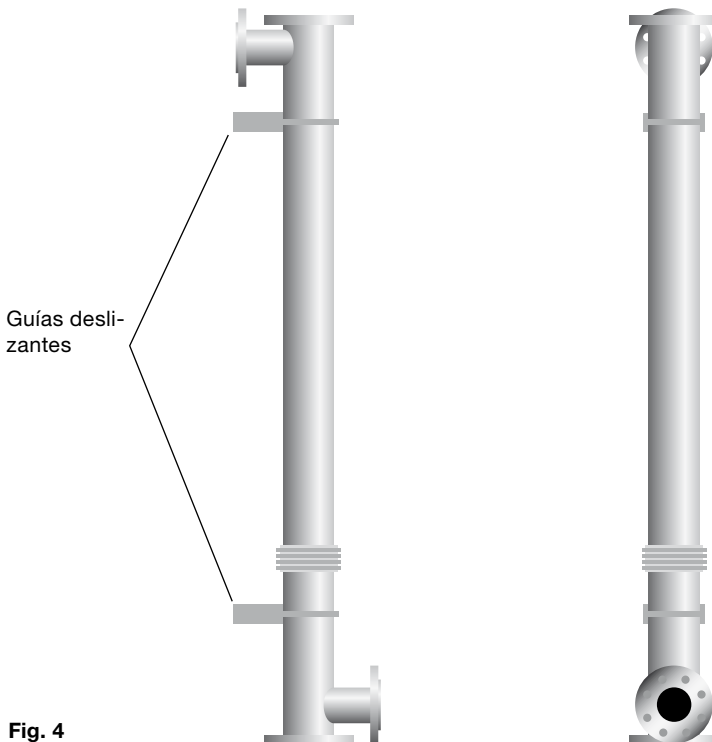
**4.4** Los cimientos y/o soportes deben ser adecuados para el de modo que los intercambiadores no se asiente y causen presión sobre las tuberías. Los arbacones deben colocarse de modo que permitan ajustar la inclinación.

**Δ Atención:** **Sólo un extremo del intercambiador debe estar fijo** el otro extremo debe poder moverse axialmente sobre guías deslizantes de construcción especial (Figura 4), para permitir la expansión normal de los tubos del intercambiador, que hace que el sistema se alargue axialmente, y varía dependiendo de la temperatura operativa.

La Tabla inferior muestra el resultado de alargamiento, dependiendo de las temperaturas a las que se somete el intercambiador de tubos.

**4.5** Aflojar los arbacones en un extremo de la unidad para permitir la libre expansión de la unidad.

Aumento axial en longitud (between tube sheets) en mm				
Temperatura pared tubo	50°C	100°C	200°C	300°C
	Material de los tubos del intercambiador			
Longitud intercambiador	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable	Acero inoxidable
1 m	0,5	1,3	3,0	4,8
2 m	0,9	2,6	6,0	9,6
3 m	1,4	3,9	9,0	14,0



**Fig. 4**

---

## 4.6 Cargas externas

Ninguno de los códigos o estándares actuales (VSR; ASME....etc) definen los límites de las cargas externas. Las cargas externas pueden ser atribuibles al viento, terremotos o a soportes de las tuberías. El tubo de conexión, si se instala incorrectamente, genera las fuerzas externas más comunes en las conexiones del intercambiadores de calor.

Generalmente no se conocen estas cargas y dependen de cómo se ha realizado el sistema de tuberías. Para evitar estas cargas, la disposición de las tuberías deberán ser diseñadas e instaladas para que:

No se deben aplicar cargas a las conexiones del intercambiador de calor. El sistema de tuberías debe estar adecuadamente soportado para evitar estas fuerzas. Cuando las cargas de tuberías son inevitables, deben ser calculadas definiendo el tamaño y la dirección y empuje de las 3 fuerzas posibles que se ejercen en cada conexión. Es casi imposible que Spirax Sarco predetermine estas fuerzas porque hay infinitas combinaciones de cargas y como consecuencia hay un número infinito de niveles de tensión posibles sobre el intercambiador de calor. Si hubiese alguna duda durante la instalación, un ingeniero de Spirax Sarco estará encantado de verificar las cargas y dar el apoyo necesario para instalar correctamente el intercambiador de calor.

**Δ Atención:** Todo el sistema de tuberías del intercambiador de calor debe estar adecuadamente soportado. En caso contrario, se producirán cargas excesivas en las conexiones del intercambiador de calor que causarán daños y/o fugas y daños potenciales al personal.

**Δ Atención:** Todo el sistema de tuberías conectado al extremo no fijo del intercambiador de calor debe permitir un movimiento axial del intercambiador de calor.

En caso contrario, se pueden producir fugas del intercambiador de calor.

- 4.7** Conectar el intercambiador de calor a una "Toma de tierra" para eliminar las posibles corrientes parásitas.
- 4.8** inspeccionar que no hayan objetos extraños en las aperturas del intercambiador. Retirar todos los tapones de madera y embalaje antes de instalar. No exponer las unidades a la intemperie una vez retirados los tapones y embalaje, ya que puede entrar agua de lluvia en la unidad y causar graves daños por congelación.
- 4.9** Asegurar que todo el sistema está limpio antes de poner en funcionamiento para evitar que se taponen los tubos.
- 4.10** Cuando sea necesario, las conexiones de drenaje no pueden conectarse a un colector cerrado común.
- 4.11** Se recomienda instalar válvulas de interrupción que permitan la inspección y reparación de la unidad.
- 4.12** Proveer fundas para termómetros y conexiones para manómetros en todas las tuberías de entrada y salida de la unidad y que estén lo más cercanas posible a la unidad.
- 4.13** En el lado del primario, proporcionar los medios necesarios para poder realizar la limpieza sugerida en la sección de "Mantenimiento".
- 4.14** En el lado del primario, proporcionar los eliminadores de aire necesarios para poder purgar el aire o evitar bloqueos por vapor en el haz de tubos o en la camisa.
- 4.15** Los golpes de ariete pueden causar serios daños a los tubos de un intercambiador de calor. Hay que tener este punto en consideración antes de hacer la instalación para poder evitar costosas reparaciones causadas por los golpes de ariete.

---

## 5. Funcionamiento

---

### 5.1 No operar el equipo bajo condiciones superiores a las especificadas en la placa de características.

**Δ Atención:** el no operar el intercambiador de calor dentro de los límites de presión y temperatura indicados en la placa de características podría resultar en daños para el intercambiador de calor y lesiones al personal.

Velocidades del vapor/fluido superiores a las de las condiciones operativas de diseño en la camiosa o tubos del intercambiador de calor pueden causar daños por erosión de los tubos y/o vibraciones.

Esto puede resultar en una fuga interna y contaminación de los fluidos. Hay que ajustar correctamente los controles del sistema.

**Δ Atención:** El intercambiador de calor no se suministra, de estándar, con dispositivos de seguridad de exceso de presión, por lo tanto hay que evitar los riesgos atribuibles al exceso de presión instalando dispositivos de seguridad apropiados en la tubería conectada con el intercambiador de calor.

### 5.2 Llenado con fluidos - en una instalación vertical, al poner la unidad en operación, abrir las conexiones de venteo. Para esto, abrir gradualmente el orificio de purga colocado en forma radial en cada brida.

Abrir la brida superior es para eliminación de aire, mientras que abrir la brida inferior es para el drenaje del sistema.

Los orificios de venteo y drenaje están taponados por tapones roscados que deben aflojarse sólo durante las operaciones de llenado del sistema con los fluidos.

Hay una etiqueta fijada al intercambiador de calor para advertir por el mal uso malo por personal no autorizado de los tapones de venteo y drenaje durante la operación para evitar cualquier peligro debido a los fluidos calientes.

Empezar haciendo circular el medio frío solamente.

Asegurarse que los pasos en el intercambiador están completamente llenos del fluido frío antes de cerrar los venteos

El medio debe ser introducido gradualmente hasta que todos pasos estén llenos de los líquidos, cerrar los orificios de venteo y lentamente llevar hasta la temperatura operativa.

### 5.3 Comenzar las operaciones de manera gradual.

No debe entrar fluido caliente repentinamente a la unidad cuando está vacía o fría.

Evitar choques en la unidad introduciendo un fluido frío cuando la unidad está caliente.

**Δ Atención:** Los fluidos deben entrar en la unidad de forma gradual. Si no, pueden causar daños al intercambiador de calor.

### 5.4 No debe haber variaciones importantes de fluidos en la instalación ya que pueden causar vibraciones y tensiones.

### 5.5 Volver a apretar todas las conexiones con juntas después de que el intercambiador de calor ha llegado a temperaturas de operación para evitar fugas y fallos de las juntas. Apretar secuencialmente uniformemente como se indica en la Sección 6, Mantenimiento.

### 5.6 En aplicaciones de alta temperatura y presión, se recomienda que después de 24 horas de operación se reaprieten las conexiones con juntas del intercambiador al par de apriete recomendado (ver Sección 6, Mantenimiento) para compensar por la deformación o relajación que puede haber ocurrido.

- 
- 5.7** En el caso de que sea vapor el fluido del lado primario, en la parada, se deberá cortar primero el fluido del medio caliente. Si fuese necesario parar la circulación del medio de enfriamiento también habrá que parar la circulación del medio caliente.
- 5.8** Los intercambiadores de calor que están parados durante largos períodos de tiempo debe estar protegidos como se indica en los requisitos de almacenamiento.
- 5.9** Como no hay piezas móviles, el intercambiador de calor no está sujeto a desgaste. Pero puede actuar como un recipiente para sustancias arrastradas por los fluidos operativos, especialmente los gases que se separan del agua durante el calentamiento, y que requiere un venteo regular.  
De mayor importancia es el fenómeno de contaminación por el agua, principalmente por sílice y lodos y, un poco menos, por las incrustaciones.  
Adoptando las posiciones de instalación (a) o (e), o incluso (c) o (g) de las Secciones 4.3.1 y 4.3.2 - hará más difícil que las sustancias se adhieran a las paredes, y hará que sea más fácil eliminar las incrustaciones y restos en la camisa del intercambiador de calor.

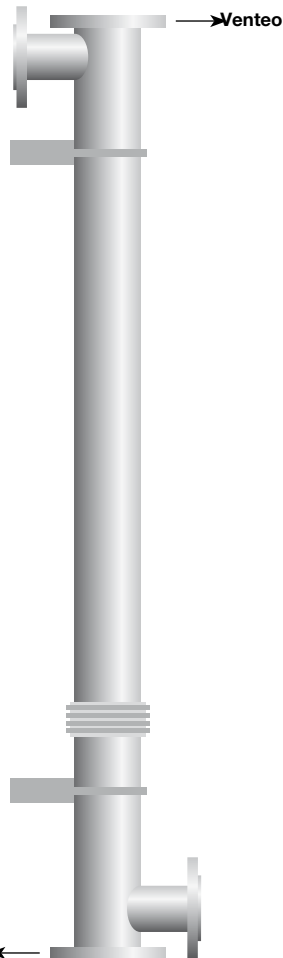


Fig. 5

---

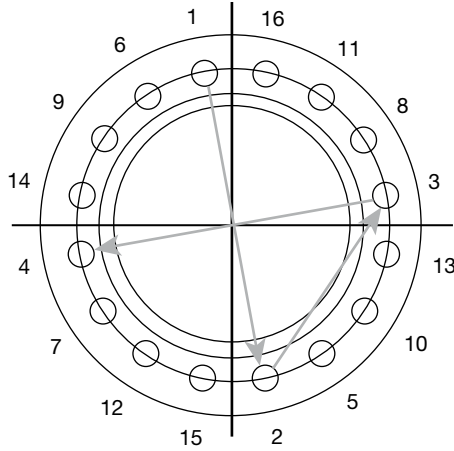
## 6. Mantenimiento

---

- 6.1** No abrir los cabezales hasta que no se haya aliviado toda presión del equipo, se hayan drenado todos los líquidos del equipo y las superficies del equipo hayan sido enfriadas a temperatura ambiente.
- 6.2** No soplar el intercambiador de calor con aire cuando uando los líquidos de operación sean de naturaleza inflamable o de otra forma peligrosa.  
**Δ Atención:** Se debe tomar precauciones adecuadas (ropa, equipos especiales, etc.) para proteger al personal contra lesiones debido a fluidos liberados o superficies calientes del intercambiador de calor.
- 6.3** Proporcionar los medios convenientes para la limpieza frecuente de los intercambiadores de calor.
- 6.4 Limpieza lado camisa:** Se puede hacer un lavado químico y/o inspección visual.  
**Δ Atención:** La negligencia en la limpieza de los tubos puede resultar en la obstrucción total del flujo a través de algunos tubos con el consecuente sobrecalentamiento de estos tubos, resultando en tensión grave por expansión, jun-tas de tubos con fugas y daños al intercambiador de calor.
- 6.5** Los intercambiadores sujetos a acumulación de residuos o incrustaciones deben limpiarse periódicamente. Un revestimiento ligero de lodo o incrustaciones en el tubo reduce significativamente su eficacia. Un incremento marcado en la caída de presión y/o reducción en el rendimiento generalmente indica que es necesaria una limpieza, si la unidad ha sido verificada por aire o bloqueo por vapor y se ha encontrado que esta no es la causa. Debido a que la dificultad para realizar la limpieza aumenta rápidamente a medida que se engruesan las incrustaciones o aumentan los depósitos, el intervalo entre limpiezas no debe ser excesivo.
- 6.6** Para localizar y/o reparar fugas, contacte con el fabricante por asistencia.
- 6.7** Las juntas deben ser sustituidas periódicamente o cuándo estén dañadas o presenten fugas. Siempre hay que cambiar las juntas cuando se retira el intercambiador de calor y colocado correctamente antes de apretar los tornillos; las superficies deben estar limpias y suaves.
- 6.8** Cuando se reinstala el intercambiador de calor hay que apretar los tornillos al par de apriete indicado en el plano específico suministrado con cada unidad. Los valores son para tornillos y espárragos con superficies lubricadas.  
El apriete debe hacerse uniformemente, apretando los tornillos diametralmente opuestos como se indica en la Figura 6.  
**Δ Atención:** Es sumamente importante seguir la secuencia de apriete correcta.
- 6.9 Consejo para apriete:** Es esencial que el instalador siga las directrices de instalación del fabricante de juntas al instalar las juntas. El procedimiento recomienda que los tornillos/espárragos se aprieten en cuatro etapas.
- Siguiendo el patrón de apriete intercalado, se deben apretar los tornillos/espárragos a 1/3 del par de apriete recomendado.
  - Después, se deben apretar los tornillos/espárragos a 2/3 del par de apriete recomendado.
  - Por último, se deben apretar los tornillos/espárragos al valor de de apriete recomendado indicado en el plano de la unidad.
  - Siguiendo el patrón de apriete intercalado, se debe verificar el par de apriete de los tornillos/espárragos para constatar su equilibrio, ya que el apriete de un tornillo/espárrago puede aliviar la tensión en los tornillos/espárragos adyacentes. Si después de seguir el procedimiento de apriete recomendado por el fabricante de la junta sigue existiendo una fuga, se deben apretar los tornillos/espárragos en los incrementos de apriete indicados en la Figura 6 hasta que se pare la fuga.

**6.10** Consultar la Sección 5, Funcionamiento - pasos 5.5 y 5.6 acerca del apriete de los tornillos después de la puesta en marcha.

**6.11** Cuando se demonta frecuentemente el intercambiador de calor, se recomienda el uso de tornillos nuevos que estén de acuerdo con las dimensiones y especificaciones del diseño original.



**Fig. 6**

## 7. Recambios

Cuando se precisen recambios, hacer referencia a la parte identificada en el plano. Al pasar pedido asegurar que se indica la información de la placa de características incluyendo:

- Número de serie.
- Modelo.
- Fecha de fabricación.

## 8. Localización de averías

	Posible defecto		Causa	Remedio
	Temperatura de salida	Caída de presión		
<b>Lado camisa</b>	Constante	Aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción inicial</li> <li>• Aumento de caudal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación programada y/o limpieza</li> <li>• Comprobar otras partes del circuito (posiblemente apertura de un bypass, modificando el sistema, cambio de circuito, etc.)</li> </ul>
	Constante	Disminución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiente caudal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar circuito</li> <li>• Comprobar bomba</li> </ul>
	Bajando	Aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción avanzada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar visualmente los tubos</li> <li>• Limpieza mecánica o química</li> </ul>
	Bajando	Constante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción ligera general</li> <li>• Insuficiente suministro de fluido de energía</li> <li>• Variación de la temperatura de entrada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar visualmente los tubos</li> <li>• Limpieza</li> <li>• Comprobar lado camisa</li> </ul>
	Bajando	Disminución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran reducción de caudal</li> <li>• Bastante obstrucción</li> <li>• Périda de fluido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar circulación y presurización</li> <li>• Comprobar visualmente</li> <li>• Limpieza radical</li> <li>• Comprobar lado camisa</li> </ul>



	Posible defecto		Causa	Remedio
	$\Delta t$ Diferencial de temperatura	Caída de presión		
<b>Lado tubos</b>	Constante	Aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de caudal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar otras partes del circuito (posiblemente apertura de un bypass, modificando el sistema, cambio de circuito, etc.)</li> </ul>
	Disminución	Aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de caudal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar circuito y bomba</li> </ul>
	Disminución	Disminución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran reducción de caudal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar circuito</li> </ul>
	Aumento	Aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probable obstrucción en camisa debido a objetos extraños</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar flujo en circuito, comprobar usando sondas ópticas</li> </ul>
	Aumento	Constante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga térmica excesiva en lado tubos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar tubos del circuito</li> </ul>
	Aumento	Disminución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran reducción de caudal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar circuito y bomba</li> </ul>





