



## **Aviso legal / Derechos de autor**

Manual Técnico HDB

Todos los derechos reservados. El contenido aquí suministrado no debe ser distribuido, copiado, reproducido, editado o procesado para cualquier otro propósito, ni de otro modo transmitido, publicado o puesto a disposición de terceros sin el previo consentimiento expreso del fabricante.

Norma general: nos reservamos el derecho a realizar modificaciones técnicas.

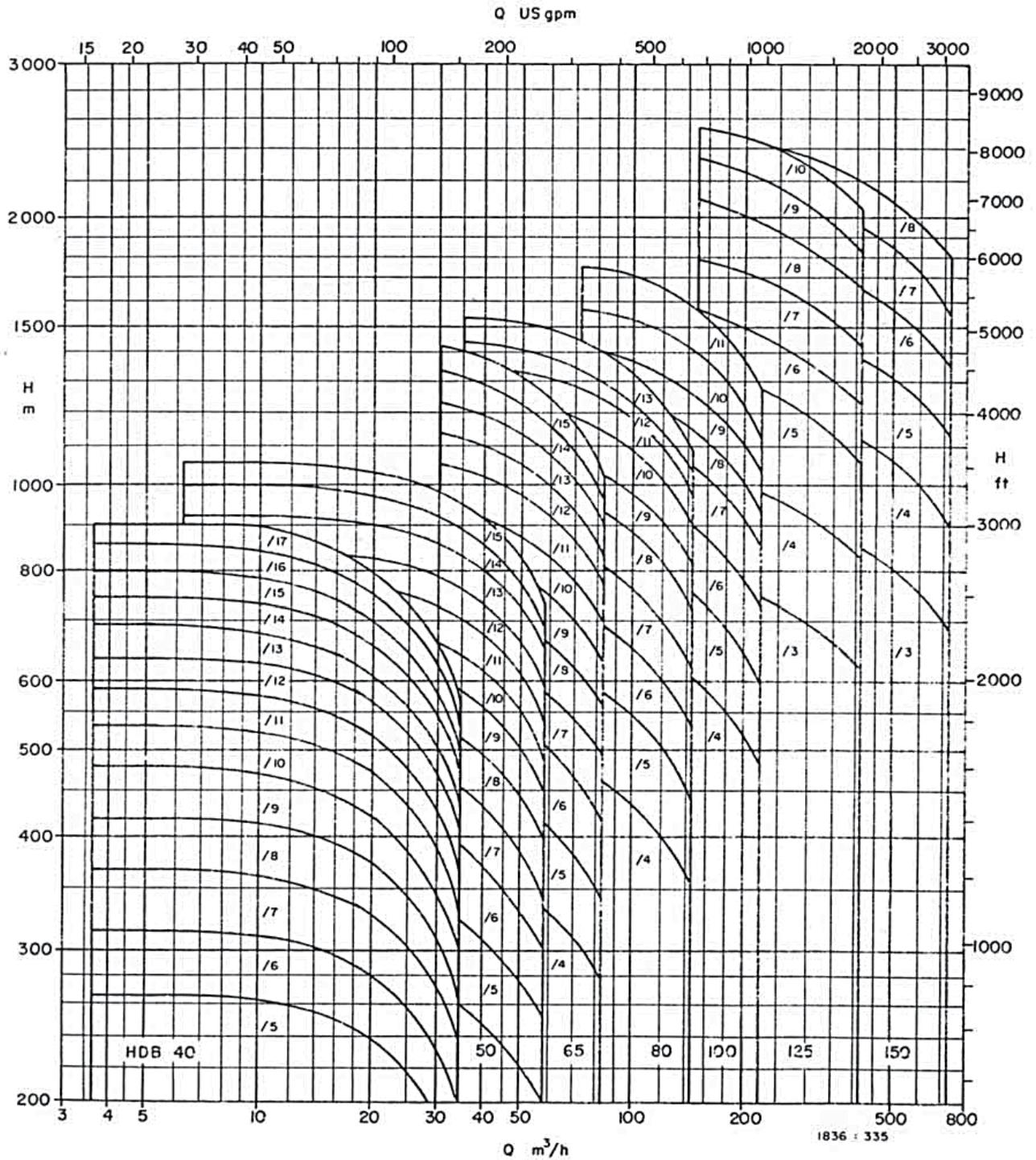
© KSB Brasil Ltda., Várzea Paulista 16/05/2018

**Índice**

<b>1. Aplicación</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Descripción General</b> .....	<b>1</b>
<b>3. Denominación</b> .....	<b>1</b>
<b>4. Datos de Operación</b> .....	<b>1</b>
<b>5. Campo de Aplicación – 60 Hz</b> .....	<b>5</b>
<b>6. Campo de Aplicación – 50 Hz</b> .....	<b>6</b>
<b>7. Datos Construtivos</b> .....	<b>7</b>
<b>8. Descripción General</b> .....	<b>8</b>
8.1 Cuerpo .....	8
8.2 Rodete .....	8
8.3 Eje .....	8
8.4 Sellado del eje .....	8
8.5 Equilibrio del empuje axial .....	8
8.5.1 Descripción y principio de funcionamiento del dispositivo de equilibrio del empuje axial .....	8
8.6 Cojinetes .....	10
8.7 Accesorios (opcionales) .....	10
<b>9. Datos Técnicos</b> .....	<b>11</b>
9.1 Flujo de descarga para el equilibrio de las fuerzas axiales .....	11
9.2 Límites de presión y temperatura .....	12
9.3 Límites de rotación en función del diámetro del rodete y material .....	13
9.4 Rotaciones críticas .....	13
9.5 Regulación de la rotación .....	14
9.6 NPSH requerido .....	15
<b>10. Construcción</b> .....	<b>16</b>
10.1 Montaje del conjunto y ambiente de trabajo .....	16
10.2 Carcasa .....	17
10.3 Rodetes .....	17
10.4 Eje .....	17
10.5 Cojinetes y Tipos de Lubricación .....	17
10.5.1 Cojinetes .....	17
10.5.2 Dispositivo para equilibrio del empuje axial .....	19
10.5.3 Tipos de lubricación .....	23
10.5.3.1 Ejecución con cojinetes deslizantes y lubricación a presión .....	23
10.6 Sellos del eje .....	26
10.6.1 Empaquetadura .....	26
10.6.2 Sello mecánico .....	27
10.7 Refrigeración .....	28
10.7.1 Sellado por empaquetadura .....	28
10.7.1.1 Temperatura del líquido bombeado entre 105°C a 150°C .....	28
10.7.2 Sellado por sello mecánico .....	29
10.7.2.1 Con circulación y sin enfriador (-5°C hasta +70°C) .....	29
10.7.2.2 Sin circulación y con refrigeración de la cámara de sellado (71°C hasta 120°C) .....	29
10.7.2.3 Con refrigeración de las cámaras de sellado y sellos mecánicos en paralelo (121°C hasta 180°C) .....	29
10.7.2.4 Para una temperatura ambiente > 45°C y una temperatura del líquido bombeado > 150°C hasta 180°C .....	30

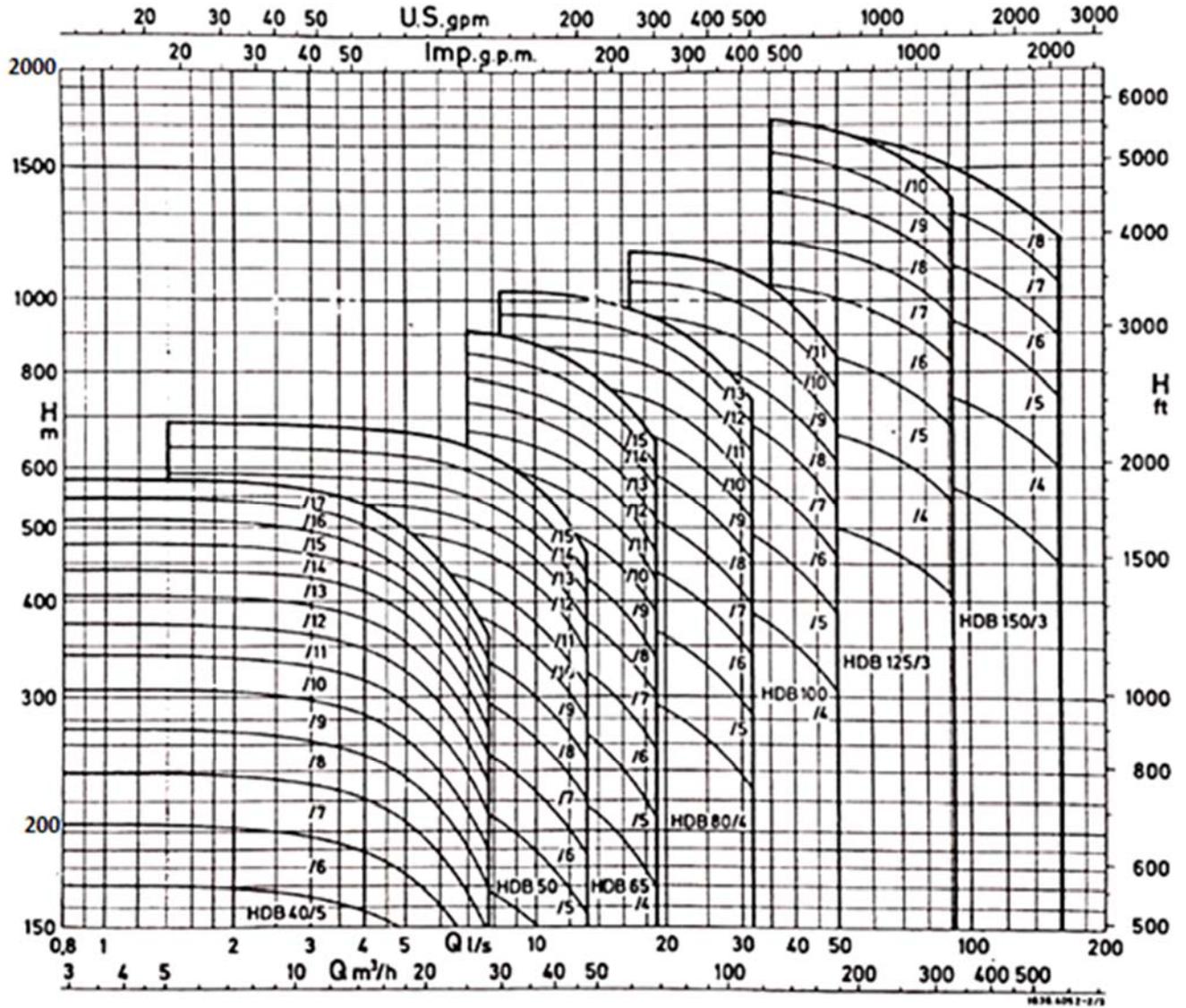
10.7.2.5 Con circulación para un intercambiador de calor para cada sello mecánico y refrigeración de la cámara de sellado .....	30
10.8 Cámara de calentamiento .....	32
10.9 Inercia .....	32
10.10 Accionamiento .....	32
10.11 Acoplamientos .....	32
10.11.1 Protección del acoplamiento .....	32
10.11.2 Bases .....	32
<b>11. Materiales .....</b>	<b>33</b>
11.1 Directrices para la elección de materiales para las bombas de alimentación de caldera .....	33
11.1.1 Regras Generales .....	33
<b>12. Combinaciones de Materiales .....</b>	<b>34</b>
12.1 Holguras .....	35
<b>13. Fuerzas y Momentos .....</b>	<b>35</b>
13.1 Posición del centro de gravedad .....	36
<b>14. Piezas de repuesto .....</b>	<b>36</b>
<b>15. Dimensiones .....</b>	<b>36</b>
<b>16. Cortes transversales y Listas de Piezas .....</b>	<b>38</b>
16.1 Tamaños 40 y 50 .....	38
16.2 Tamaños 65, 80 y 100 .....	39
16.3 Tamanhos 125 y 150 .....	40
16.4 Accesorios especiales .....	42
16.4.1 Etapa ciega .....	42
16.4.2 Carcasa de estapa con derivación .....	43
16.4.2.1 Combinación de los materiales para derivaciones atornilladas y soldadas .....	43
16.4.3 Bomba de engranaje acoplada al eje de la bomba .....	43
16.4.4 Instalación de la válvula de caudal mínimo .....	43
16.4.5 Filtros .....	44
16.4.6 Dispositivos .....	45
16.4.7 Herramientas .....	46
<b>17. Curvas características .....</b>	<b>46</b>

## 5 Curvas características – 60 Hz



Rotación: 3550 rpm

6. Curvas características – 50 Hz



Rotación: 2900 rpm

## 7. Datos Constructivos

Tamaño de la Bomba		40	50	65	80	100	125	150										
Datos técnicos																		
Presión máxima de succión (bar)		30						25										
Presión máx. recalque (bar)	Combinación material	160																
		230																
Presión diferencial máx. por etapa (bar)	Combinación material	01 y 02				26		28	35.5									
Presión máx. Teste Hidrostático (bar)	1º etapa	01 y 02						60										
	Demás etapas	Comb. material	01						230									
			02						275									
Caudal mínimo		0,5 x Qopt																
Caudal máximo		1,15 x Qopt.																
Temperatura máx (°C)		Ver ítem 8.2																
Sentido de rotación		Accionamiento del lado de succión: sentido horario (visto desde el lado del accionamiento)																
Bridas ANSI B16.5(1)	Succión	300 # RF	ANSI B16.5 - 150 # RF / ANSI B16.5 - 300 # RF															
	Recalque	ANSI B16.5 - 900 # RF / ANSI B16.5 - 1500 # RF																
Cojinetes de deslizamiento DxL (mm)		35x50		45x60		50x60	65x75	75x85										
Volumen de aceite por cojinete de deslizamiento (lts)		0.4				0.5	0.7	1.3										
Flujo de aceite p/ lubric. a presión (l/s) por cojinete		0.033		0.05		0.066	0.1	0.133										
Cantidad de aceite adicional necesaria para lubricar dispositivo de equilibrio de empuje hidráulico axial (l/s)		0.1				0.133	0.166											
Dispositivo de compensación empuje axial con cojinetes de rodamiento	Rodamientos de contacto angular con dos carreras, de esferas	3309-C3			3310-C3													
	Volumen de aceite	0.2			0.4													
P/n máx. admisible eje (kW/rpm) – Material	SAE 1045	0.0635		0.1405		0.1833	0.6000	0.9500										
	AISI 6F3	0.1022		0.1714		0.2415	0.6210	0.9780										
Tipo de cojinete (2)		GR	GD	GR	GD	GR	GD	GR	GD	GR	GD	GR	GD	GR	GD			
Rotación máxima por número de etapas (3)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3000	3600	3000	3600	
	4	-	-	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	5	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	6	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	7	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	8	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4500	3000	3600	3000	3600	3000	3600
	9	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4500	3000	3000	4400	3000	3600	-	-	-	-
	10	3600	5500	3600	5500	3600	5000	3600	4300	3000	3000	4200	3000	3600	-	-	-	-
	11	3600	5500	3600	5500	3600	4800	3600	4800	3600	4250	3000	3000	4000	-	-	-	-
	12	3600	5500	3600	5300	3600	4700	3600	4200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	3600	5500	3600	5100	3600	4600	3600	4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14	3600	5200	3600	4900	3600	4400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	3600	4800	3600	4700	3600	4300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	3600	4400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	3600	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Número mínimo de etapas		5			4				3								
	Momento inercia J=GD <sup>2</sup> /4 (Kgm <sup>2</sup> ) con agua	1º etapa	0.00715		0.01210		0.02185		0.03180		0.06605		0.25455		0.50000			
cada etapa adicional		0.00415		0.00750		0.01575		0.02110		0.04415		0.14525		0.26250				
Peso final de la bomba por número de etapas en kg	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	-	1735	-	-	
	4	-	-	279	-	374	-	564	-	780	-	1300	-	1900	-	-	-	
	5	214	-	300	-	401	-	605	-	830	-	1400	-	2065	-	-	-	
	6	228	-	321	-	428	-	664	-	880	-	1500	-	2230	-	-	-	
	7	242	-	342	-	455	-	687	-	930	-	1600	-	2395	-	-	-	
	8	256	-	363	-	482	-	728	-	980	-	1700	-	2560	-	-	-	
	9	270	-	384	-	509	-	769	-	1030	-	1800	-	-	-	-	-	
	10	284	-	405	-	536	-	810	-	1080	-	1900	-	-	-	-	-	
	11	298	-	426	-	563	-	851	-	1130	-	-	-	-	-	-	-	
	12	312	-	447	-	591	-	892	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13	326	-	468	-	618	-	933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14	340	-	489	-	645	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15	354	-	510	-	672	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16	368	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	382	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 1 – Datos técnicos

La presión no debe ser menor que 25% de la presión en el punto de operación, ni menor que 15 bar.

- (1) Otras normas de bridas, sobre consulta.
- (2) Tipos de cojinetes:  
GR - cojinetes deslizantes con lubricación por anillo de lubricación  
GD - cojinetes deslizantes con lubricación a presión
- (3) Es admisible sobrepasar la rotación en 10% por un corto espacio de tiempo tomando en consideración las limitaciones de presión admisibles conforme la figura 3.

## 8. Descripción General

### 8.1 Cuerpo

Bridas de succión y de descarga en disposición radial, vertical hacia arriba. Es posible prever bridas para caudal parcial de agua a presión, en uno o más cuerpos de etapas.

### 8.2 Rodete

Tipo radial, cerrado y de succión simple.

### 8.3 Eje

El eje de la bomba teiene casquillo protector y casquillo distanciador.

### 8.4 Sellado del eje

El eje es sellado por medio de empaquetaduras. Opcionalmente el sellado puede ser por sello mecánico. Para temperaturas superiores a 105°C es necesaria una cámara de refrigeración.

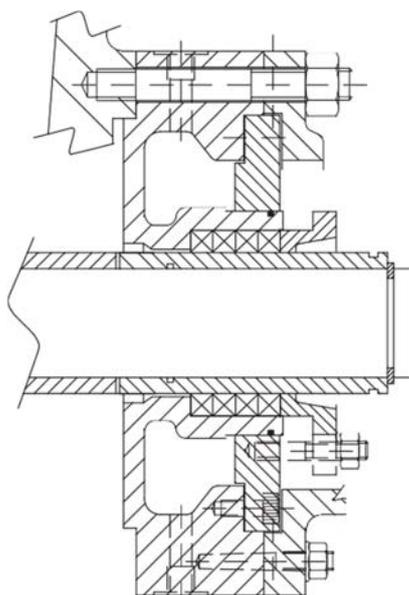


Fig.1 – Sellado del eje por empaquetadura con cámara de refrigeración.

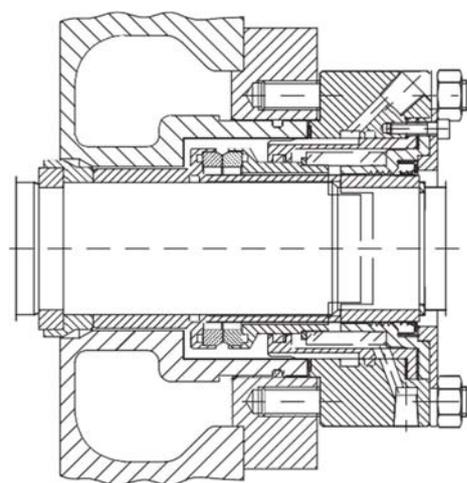


Fig.2 – Sellado del eje por sello mecánico

### 8.5 Equilibrio del empuje axial

A través de disco y contra disco, con tubería de alivio, retornando al carcasa de succión o tanque de succión.

#### 8.5.1 Descripción y principio de funcionamiento del dispositivo de equilibrio del empuje axial.

El líquido bombeado fluye a través de la carcasa de succión (106) hasta el primer rodete. Sale del rodete (230), presuriza los lados de éste y va hacia el difusor (171.1), y del difusor para la entrada del siguiente rodete.

Este proceso se repite en cada etapa, durante la cual, la presión es aumenta en un mismo valor sucesivamente, es decir, por la capacidad de elevación de la etapa.

Del último rodete el líquido pasa para la cámara del disco de descarga y al difusor de la última etapa (171.2). Del difusor de la última etapa para la carcasa de presión y para la tubería de descarga.

Sobre cada rodete actúa una fuerza axial A que es causada por la presión diferencial del área entre DSP (diámetro interno del anillo de desgaste) y Da (diámetro del casquillo de la etapa). Ver figura 3. Este empuje axial tiende a desplazar el conjunto rotatorio para el lado de succión de la bomba.

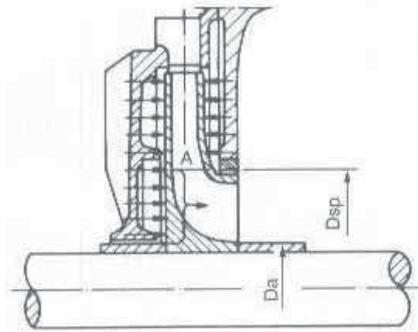


Fig.3 – Empuje axial del rodete

Para equilibrar el empuje es necesario un dispositivo específico de equilibrio. Este dispositivo consiste en un disco de descarga (601), contra disco (602) y tubería de alivio actuando por la disposición en serie de una holgura radial entre el casquillo distanciador (525.2) – holgura "B" - y una holgura axial entre disco y contra disco - holgura "C".

Siendo por ejemplo, la holgura "C" bastante pequeña, prácticamente la presión final de la bomba actuará sobre la cámara del disco desplazando el conjunto rotatorio hacia el lado descarga de la bomba, con lo que la holgura C aumentará. Siendo la holgura C muy grande habrá alivio de la presión sobre la cámara del disco, reduciendo con esto el empuje y haciendo que el conjunto regrese hacia el lado succión. Durante el funcionamiento se establecerá una holgura media y la bomba quedará equilibrada axialmente. Ver la figura 4.

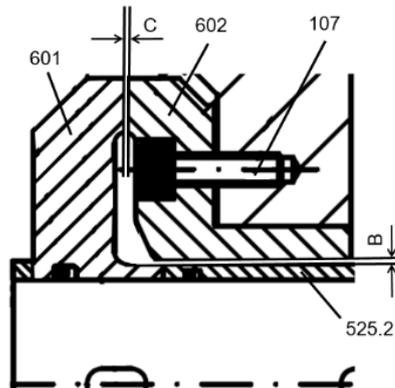


Fig.4 - Dispositivo de equilibrio de empuje axial

En la parte trasera del disco, entre en la carcasa de descarga (107) y la caja del prensaestopas (451) existe una cámara donde se instala una tubería de equilibrio, que puede retornar a la carcasa de succión o tanque dependiendo de condiciones específicas. Ver- las figuras 6 y 10.

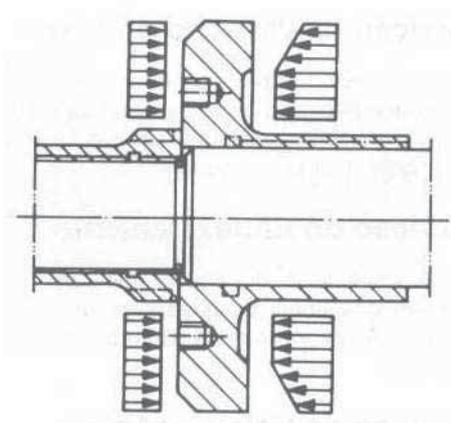


Fig.5 - Fuerza de acción en el disco de descarga

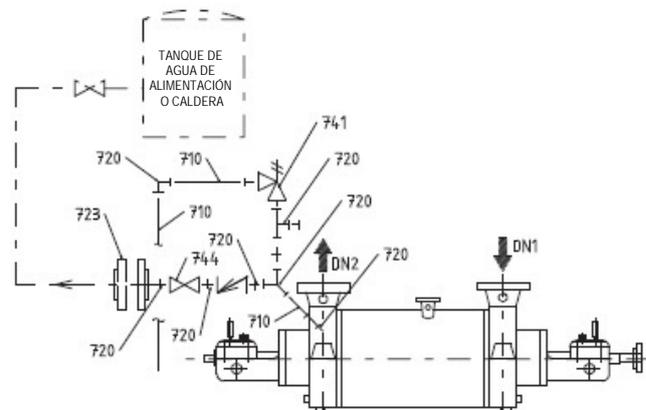


Fig.6 - Esquema de la tubería de alivio con retorno para tanque de succión

**Atención:** La altura mínima de elevación es de 25% de la altura de elevación en el punto de operación y no debe ser inferior a 15 bar.

### 8.6 Cojinetes

Se alojan en dos soportes, con bridas en ambas extremidades de la bomba. Los cojinetes pueden ser de rodamientos o deslizantes con lubricación por anillos o por circulación de aceite a presión.

### 8.7 Accesorios (opcionales)

#### 8.7.1 Accionamiento

Directo a través de acoplamiento elástico o indirecto por medio de reductores, por motor eléctrico, turbina, motor diésel, etc.

#### 8.7.2 Acoplamiento

Acoplamiento flexible que permite movimiento axial del eje de la bomba.

#### 8.7.3 Protector del acoplamiento

Estándar KSB.

#### 8.7.4 Base

Estándar KSB de acero estructural soldado.

#### 8.7.5 Filtro de succión

Para proteger la bomba, debe siempre estar provista de un filtro en la tubería de succión.

#### 8.7.6 Sensores de temperatura (PT100)

Instalado en los cojinetes con el objetivo de monitorear la temperatura de éstos.

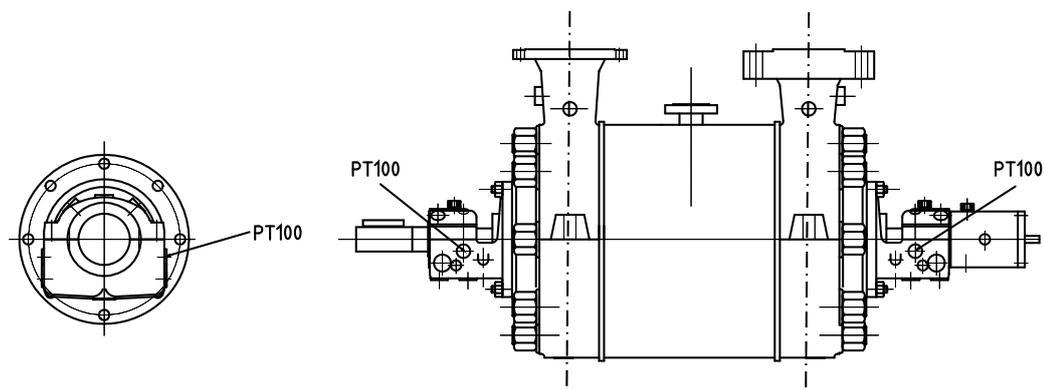


Fig.7 - Posicionamiento de los sensores de temperatura

#### 8.7.7 Sensores de vibración

Se pueden instalar en los cojinetes y con características dependientes de la especificación del cliente y del tipo del cojinete.

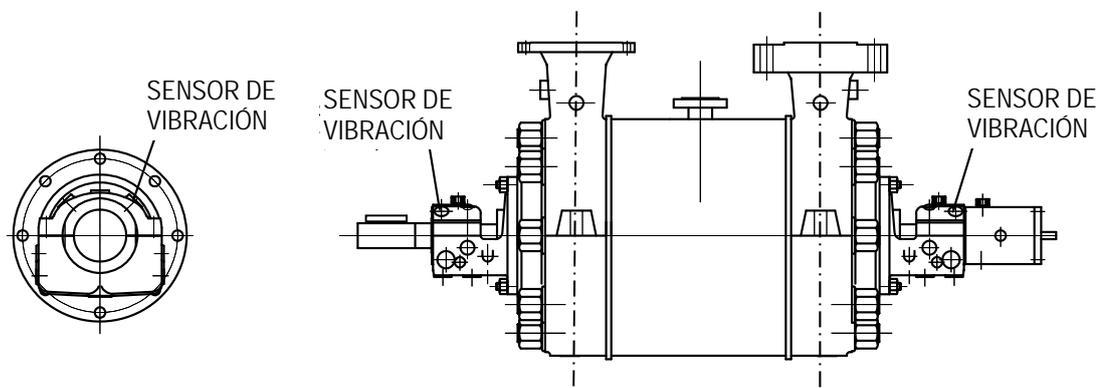


Fig.8 - Posicionamiento de los sensores de vibración

## 9 Datos Técnicos

### 9.1 Flujo de descarga para el equilibrio de las fuerzas axiales

Los flujos de descarga  $Q_E$  son valores medios resultantes de varias mediciones y se muestran en la figura 9. Estos flujos se refieren a la rotación de la bomba  $n = 3550$  rpm, 60 Hz y pueden ser transformados linealmente para las otras rotaciones.

El flujo de descarga retorna a la brida de succión de la bomba o a la caldera de alimentación de la bomba en función de la temperatura del flujo y del número de etapas (ver figura 10). Condiciones:  $Q_{\min} = 20\%$  de  $Q_{\eta_{\text{opt}}}$  y NPSH disponible  $\cong$  NPSH requerido.

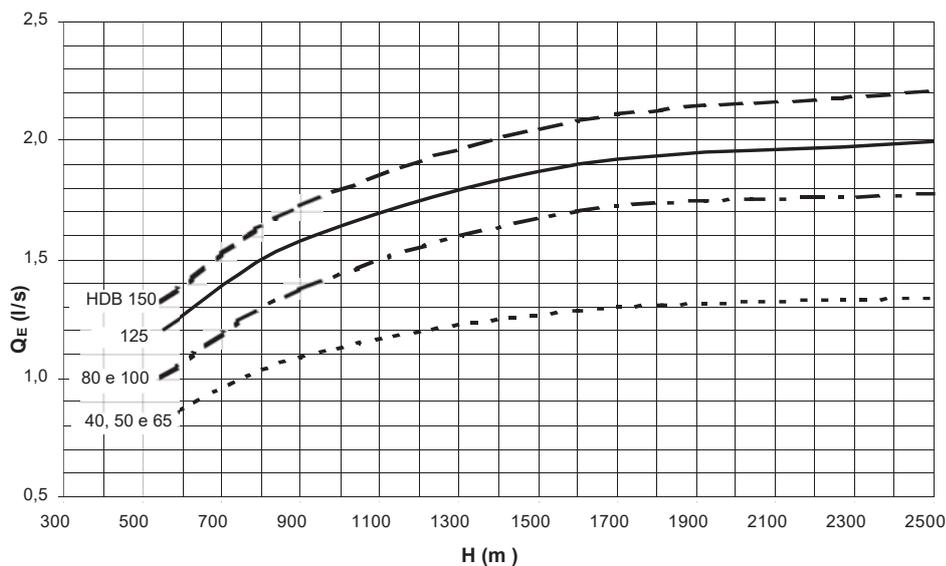


Figura 9 - Flujos de descarga  $Q_E$  en  $l/s$  para rotación de 3550 rpm.

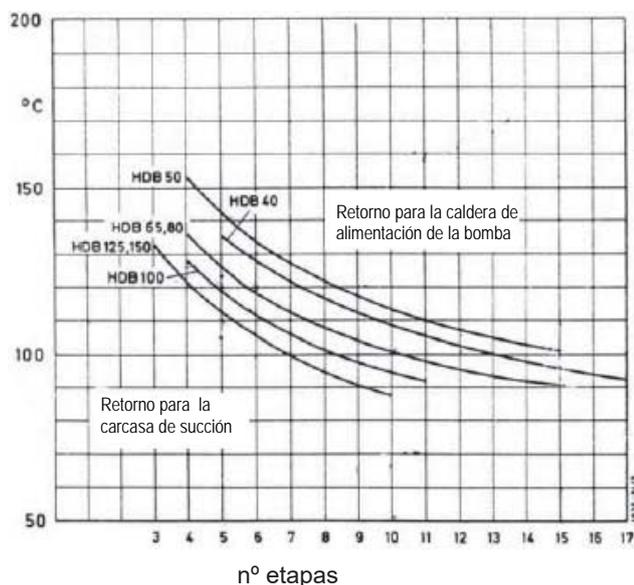


Figura 10 - Valores para retorno del flujo

La tubería del líquido del disco de descarga necesita de un dimensionamiento conforme el cuadro abajo:

Tamaño	Diámetro de la tubería del líquido del disco de equilibrio para longitud de tubería de <10m	Diámetro de la tubería del líquido del disco de equilibrio para longitud de tubería de $\geq 10$ m
40 hasta 65	DN 25	DN 40
80 hasta 150	DN 40	DN 50

## 9.2 Límites de presión y temperatura

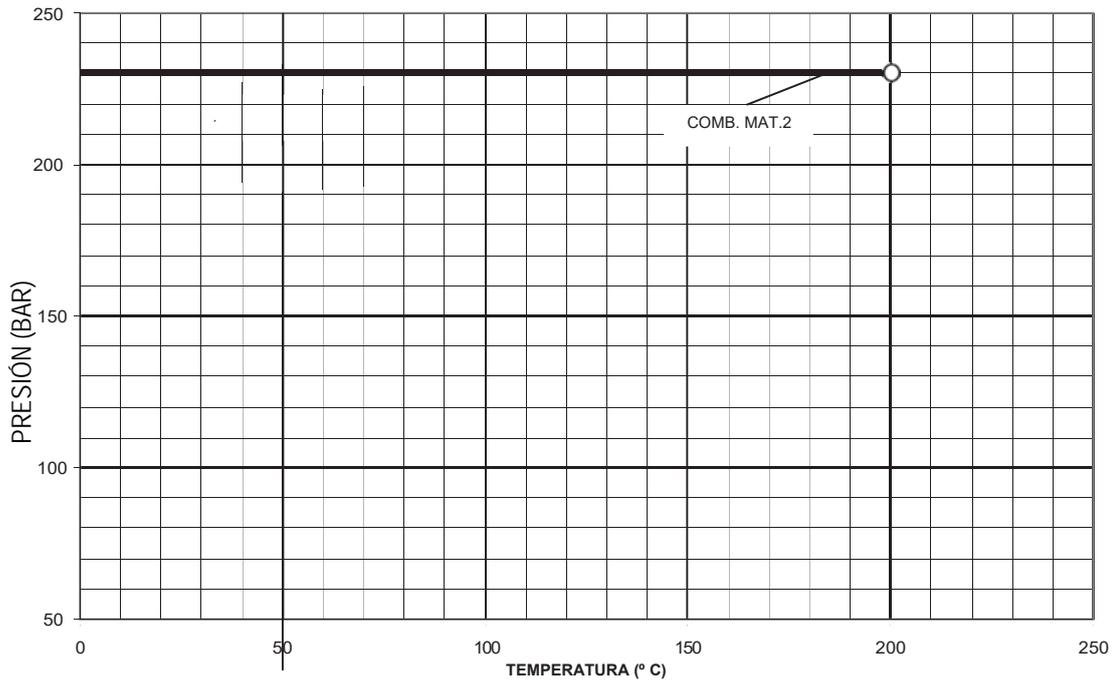


Figura 11- Límites de presión y temperatura (con pre-calentamiento).

La figura 11 determina las limitaciones de presión válidas para bombas cuyas diferencias de temperatura entre la condición de operación de la bomba y del fluido son pequeñas, por ejemplo.

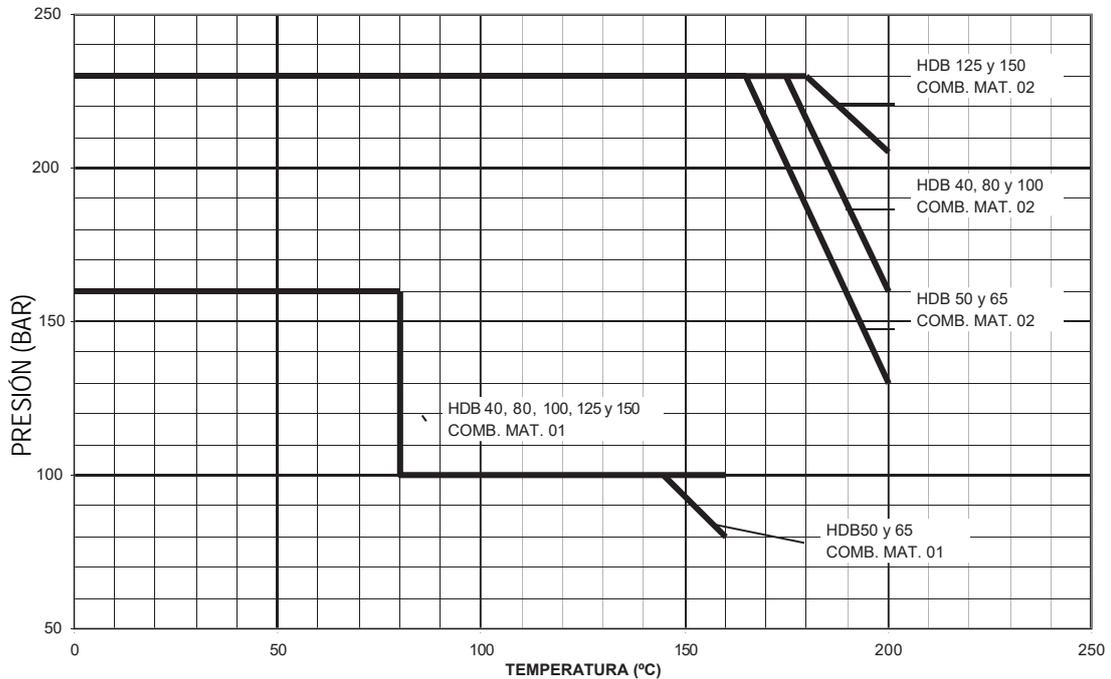


Figura 12 - Límites de presión y temperatura (partida en estado frío).

### 9.3 Límites de rotación en función del diámetro del rodete y material

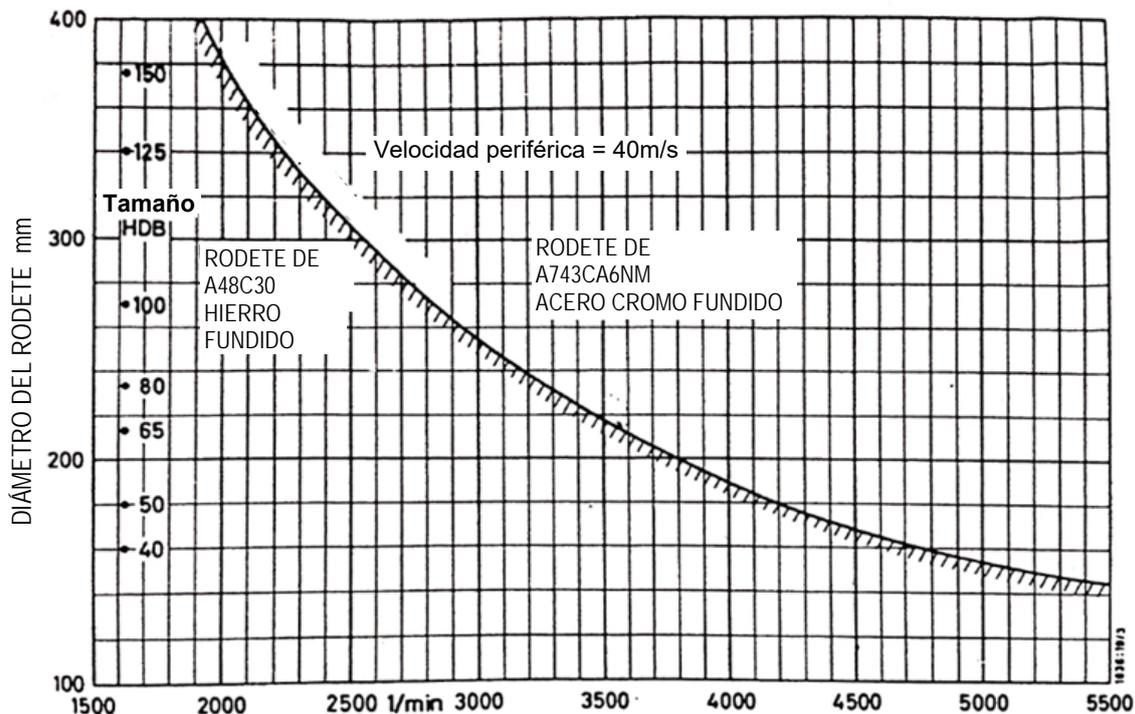


Figura 13 - Limitaciones de la rotación según el material del rodete.

Para tamaños 125 y 150 rodetees sólo en material de acero cromado

### 9.4 Rotaciones críticas

En la figura 14 mostramos las rotaciones críticas que son determinadas de acuerdo con las características hidráulicas.

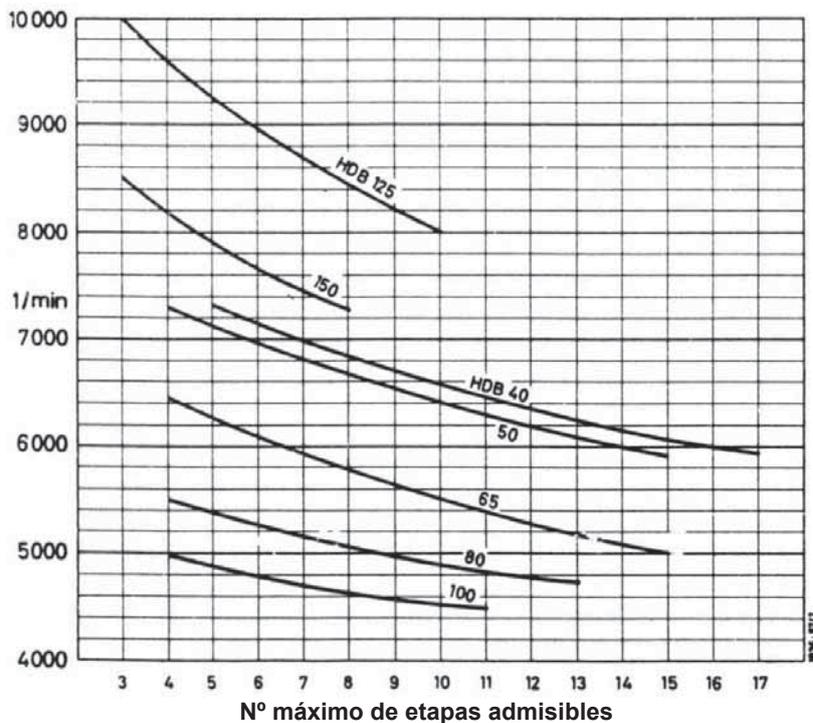
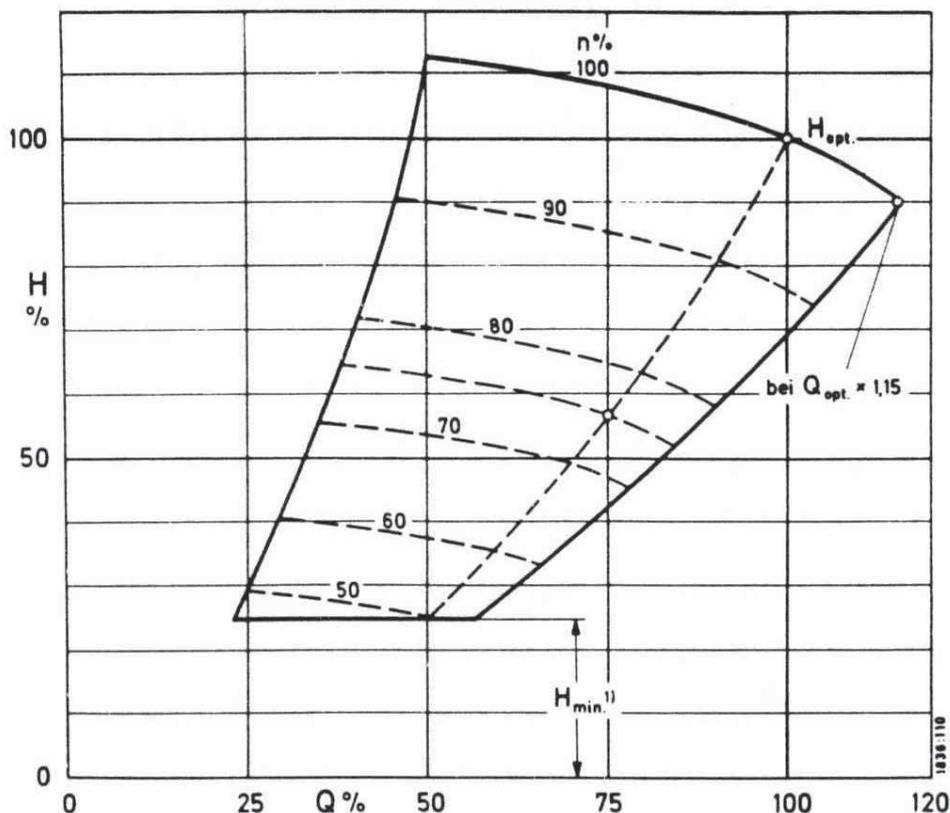


Figura 14 - Rotaciones críticas conforme el número de etapas.

**9.5 Regulación de la rotación**

Para máquinas de accionamiento con regulación de velocidad (turbina, reductor, inversor de frecuencia, etc.) tendrán otros valores para la altura manométrica de la bomba que se muestran en el gráfico de la figura 15.

En el caso en que la rotación de la bomba sea por ejemplo el 75% de la rotación nominal, cuando ésta trabaja con  $\frac{3}{4}$  de la carga, recibiremos solamente 56% de la altura manométrica de la bomba, en comparación con el 100% de la carga y la rotación nominal.



1) Ver ítem 6 – Datos Constructivos

Figura 15 – Regulación de la rotación

## 9.6 NPSH requerido

Para evitar la cavitación de la bomba, el NPSH disponible debe ser siempre mayor que el NPSH requerido (no están considerados en los catálogos los complementos de seguridad para las tolerancias de construcción y medidas).

En la figura 16 se muestran gráficamente las relaciones entre los factores.

Para presión constante de agua del tanque de succión, debe existir para  $Q$  máx. un margen de seguridad de no menos de 1 m.

En caso de instalación de filtro dentro de la tubería de succión, la pérdida del filtro es supuestamente 2 m para  $Q$  máx., suponiendo que el área de filtración libre debe ser tres veces mayor que el área libre del tubo de succión. Información detallada sobre la pérdida de carga del filtro, consultar KSB.

En el caso de la bomba HDB recibiera una presión de entrada necesaria por una pre-bomba (tipo BOOSTER), la presión dada por esta pre-bomba debe ser considerada para determinar el NPSH requerido por la HDB.

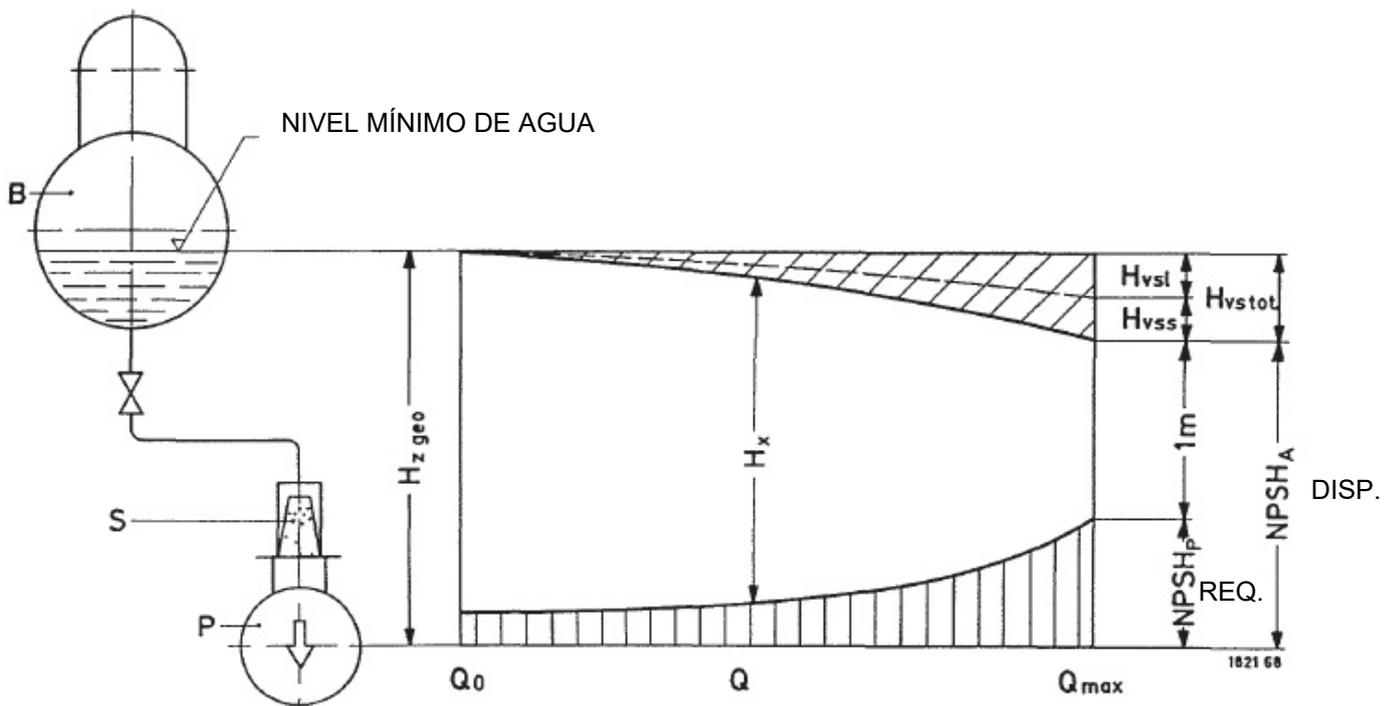


Figura 16

NPSH req.	=	NPSH requerido [m]
NPSH disp.	=	NPSH disponible [m]
$H_{z\ geo}$	=	altura geodésica de entrada del flujo de la bomba [m]
$H_{vstot}$	=	pérdidas por fricción dentro de la tubería de entrada incluyendo pérdidas en el filtro [m]
$H_{vsl}$	=	pérdidas en la salida de la caldera y tubería hasta la bomba, sin pérdidas en el filtro [m]
$H_{vss}$	=	pérdidas en el filtro [m]
$H_x$	=	alturas de seguridad
B	=	caldera de alimentación de la bomba
P	=	bomba
S	=	filtro

## 10 Construcción

Se trata de una bomba centrífuga de alta presión multietapas de construcción horizontal.

Las carcasas de varias etapas y los tornillos de unión de fijación son colocados dentro de una cobertura de placa. Las carcasas de succión y de descarga tienen bridas dirigidas hacia arriba. Los pies de la bomba se colocan en línea de centro del eje para evitar la influencia de dilataciones térmicas.

### 10.1 Montaje del conjunto y ambiente de trabajo

Las bombas y los motores, incluso otros accesorios, en la mayoría de los casos se colocan sobre una base única y dentro de recintos cerrados.

Para bombas de agua fría colocadas al aire libre es posible, durante el período de bajas temperaturas, colocar entre la carcasa de la bomba y la base, una espiral de calentamiento (figura 17).

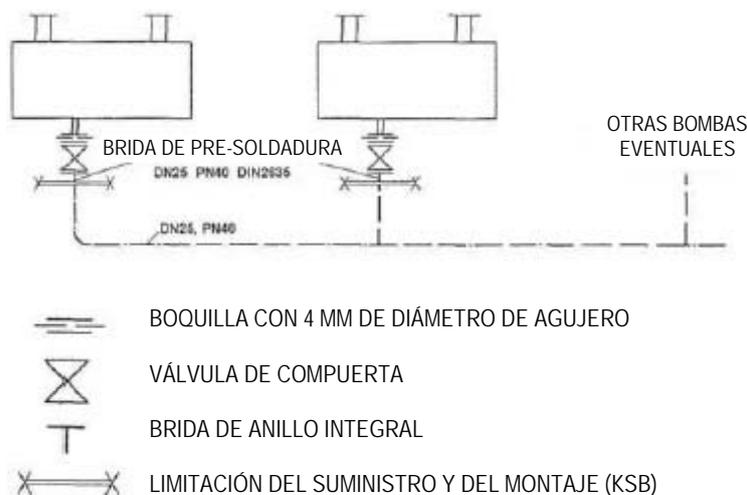


Figura 17 – Colocación de las bombas para agua fría al aire libre

Para bombas de agua caliente es posible precalentar la bomba por el flujo de la bomba operando (ver figura 17).

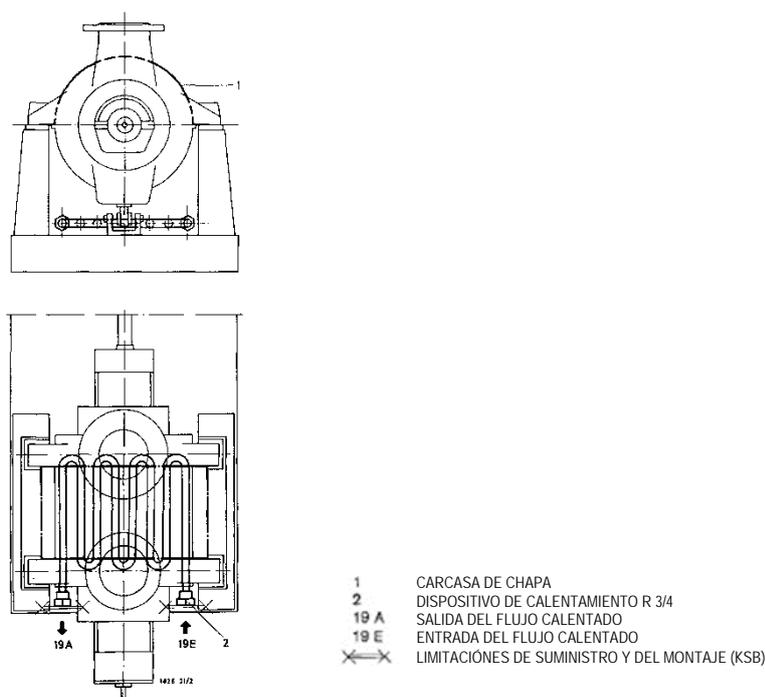


Figura 18 – Bomba con dispositivo de calentamiento

### 10.2 Carcasa

Las bombas HDB tienen cuerpos de succión, etapas y empaquetadura dispuestas radialmente al eje.

Las carcasas son unidas metal-metal (sin utilizar juntas de sellado) para evitar fugas.

Dentro de las carcasas de las etapas y de la carcasa de presión se colocan difusores. En la carcasa de succión y en las carcasas de etapas se colocan anillos de desgaste.

Las clases de presión estandarizadas son conforme a la norma ANSI, pudiendo ser aplicadas otras normas bajo consulta.

Tamaño de la Bomba	Carcasa de succión	Carcasa de presión
40	ANSI B16.5 - 300 # RF	ANSI B16.5 - 900 # RF ANSI B16.5 - 1500 # RF
50		
65		
80	ANSI B16.5 - 150 # RF	
100	ANSI B16.5 - 300 # RF	
125		
150		

Tabla 2 – Presión nominal de las bridas conforme norma ANSI.

Conexiones de las bridas, ver sección Medidas.

### 10.3 Rodetes

Las bombas HDB tienen rodetes radiales con sentido de dirección horario, de succión única. Los rodetes se fijan al eje por medio de chavetas, siendo que las distancias entre los rodetes se mantienen con casquillo distanciador de etapas y casquillos distanciadores en el lado de succión y en el lado de descarga.

### 10.4 Eje

Confeccionados en una pieza única en diferentes materiales, los ejes están protegidos por casquillos protectores y distanciadores según la combinación especificada. Se presenta en la combinación "estándar" en las regiones de los cojinetes y fijación de los rodetes, y tratamiento superficial del cromado.

La resistencia mecánica del eje depende del material del eje y del acoplamiento.

Nota: No se aplica para este tipo de bomba, acoplamientos que no permitan fluctuación axial (Ej.: Steelflex de la "Falk"), en virtud del desplazamiento axial del conjunto rotatorio debido a la puesta en marcha.

### 10.5 Cojinetes y Tipos de Lubricación

#### 10.5.1 Cojinetes

Los cojinetes de las bombas HDB no necesitan equilibrar fuerzas axiales porque las mismas son equilibradas por el conjunto de equilibrio hidráulico.

Para tamaños de los cojinetes y cantidad de aceite en las carcasas de los cojinetes, ver tablas 1, 3, 4 y 5.

Como la temperatura máxima de los cojinetes se considera 45°C por arriba de la temperatura ambiente, entonces no debe sobrepasar 80°C.

En las aplicaciones con temperaturas ambiente mayores que 45°C y temperatura del agua bombeada de 150°C hasta 200°C es necesario el refrigeración de la carcasa del cojinete en el caso de cojinetes deslizantes, ver figura 20.

Este refrigeración no es necesario si la lubricación de los cojinetes se realiza con aceite sobre presión. La holgura en los cojinetes deslizantes es aproximadamente 0,001 x Ø eje.

Tamaño de la Bomba	Cojinetes deslizantes Ø int. x long. (mm)	Volumen de aceite por cojinete (l)
40 y 50	35 x 50	0,4
65	45 x 60	0,4
80	45 x 60	0,4
100	50 x 60	0,5
125	65 x 75	0,7
150	75 x 85	1,3

Tabla 3 – Bombas con cojinetes radiales de deslizamiento y lubricación por anillo de lubricación, sin dispositivo de empuje axial.

Tamaño de la Bomba	Cojinetes deslizantes Ø int. x long. (mm)	Flujo de aceite para lubricación a presión del cojinete radial (l/s)	Cant. adicional de aceite cuando es utilizado un dispositivo empuje axial (l/s)
40 e 50	35 x 50	0,033	0,10
65	45 x 60	0,050	0,10
80	45 x 60	0,050	0,10
100	50 x 60	0,066	0,133
125	65 x 75	0,100	0,166
150	75 x 85	0,133	0,166

Tabla 4 – Bombas con cojinetes radiales de deslizamiento y lubricación a presión.

Tamaño de a Bomba	Dispositivo de equilibrio del empuje axial en ejecución con cojinetes de rodamiento:	
	Rulemanes de esferas de contacto angular	Dispositivo de equilibrio del empuje axial en ejecución con cojinetes de rodamiento (l)
40 y 50	3309-C 3	0,2
65	3310-C 3	0,4
80		
100		
125		
150		

Tabla 5 – Bombas con cojinetes radiales de deslizamiento y dispositivo de equilibrio del empuje axial con rodamiento

En el caso de aplicación al aire libre los cojinetes son protegidos adicionalmente por anillos de fieltro para evitar la entrada de polvo. El nivel de aceite se controla constantemente por un regulador del nivel de aceite.

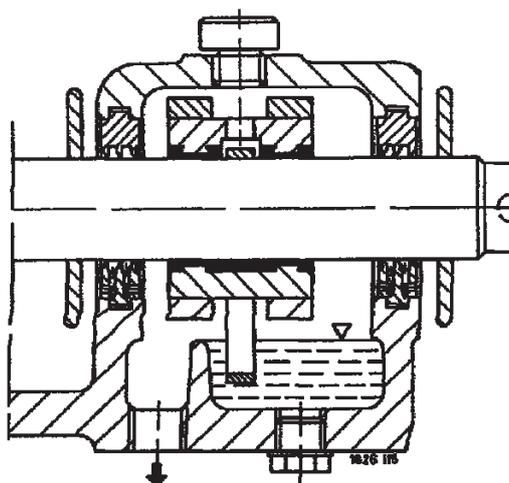


Figura 19 – Junta de los cojinetes deslizantes para colocación de los accesorios al aire libre (se refiere a la ejecución normal)

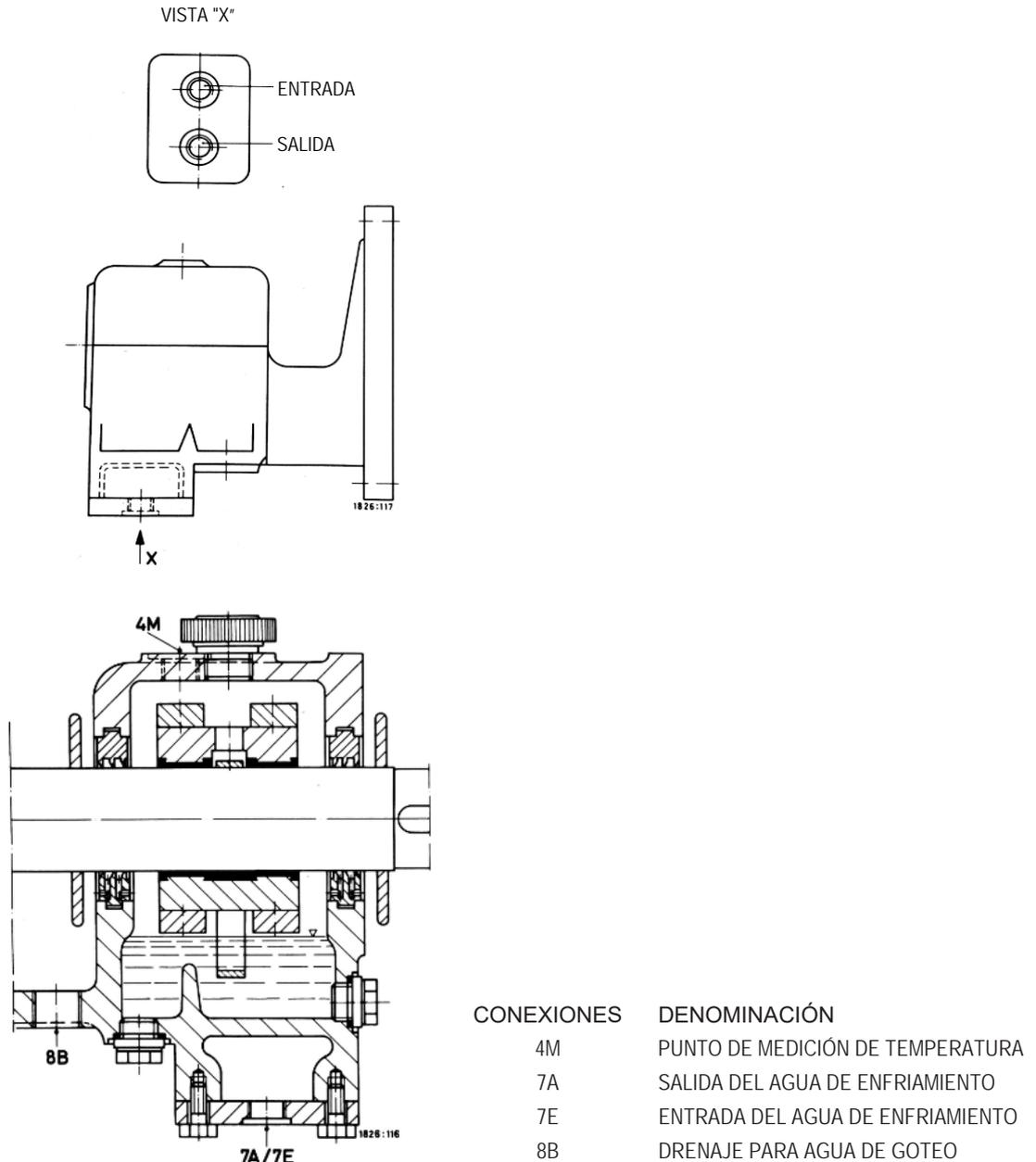


Figura 20 – Refrigeración del carcasa del cojinete

### 10.5.2 Dispositivo para equilibrio del empuje axial

A velocidad bajo 50% de la rotación nominal, con presiones de descarga por bajo el 25% de la presión en el punto de operación o bajo 15 bar, el dispositivo de equilibrio del empuje hidráulico axial (conjunto disco y contra disco de descarga) no tiene prácticamente efecto, es decir, el disco y el contra disco de descarga tendrían contacto metálico. Para evitar el desgaste de estas piezas es necesario delimitar la velocidad de la bomba en caso de regulación automática, en una velocidad mínima. Cuando la bomba es puesta en marcha y parada, inevitablemente cruzando las fajas de velocidad arriba mencionadas (por ejemplo: más de una vez al día en el caso de motor eléctrico y en el caso de turbo-bomba cuando la turbina funciona a largo plazo a baja velocidad) se recomienda utilizar el dispositivo para equilibrio del empuje axial.

La función de este dispositivo es evitar el contacto metálico entre el disco y el contra disco de descarga, así como efectuar el equilibrio del bajo empuje hidráulico axial que ocurre a bajas velocidades.

Dependiendo del tamaño de la bomba y de la velocidad, diferenciamos dos tipos de ejecución para los dispositivos de compensación, es decir, ejecución con rodamientos (figuras 21 y 22) y con cojinetes de segmentos (figuras 23 y 24). Para cojinetes deslizantes con lubricación a presión se debe utilizar el dispositivo según las figuras 23 y 24. Estas ejecuciones necesitan aceite a presión con consumo conforme tabla 8.

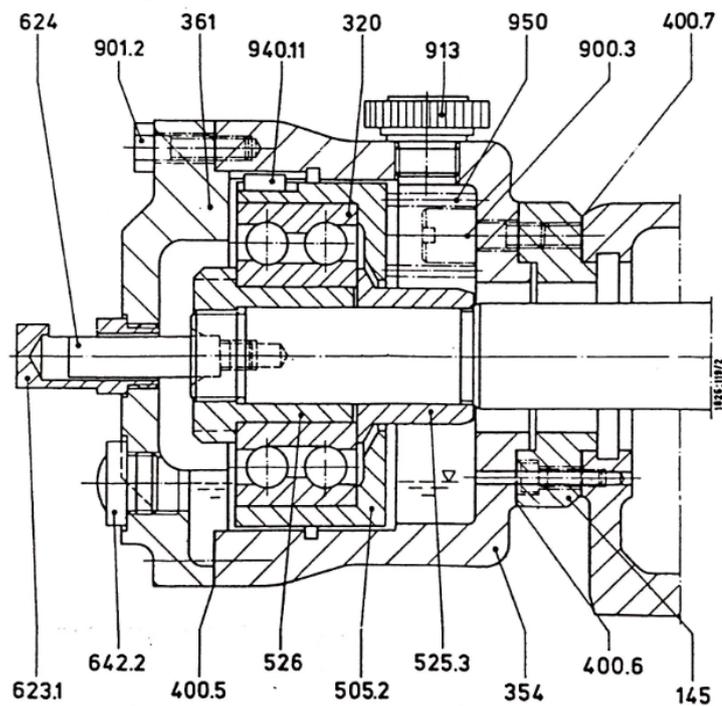


Figura 21 – Dispositivo de compensación del empuje axial en ejecución con rodamientos para bombas con cojinetes deslizantes, para tamaños 40 hasta 100

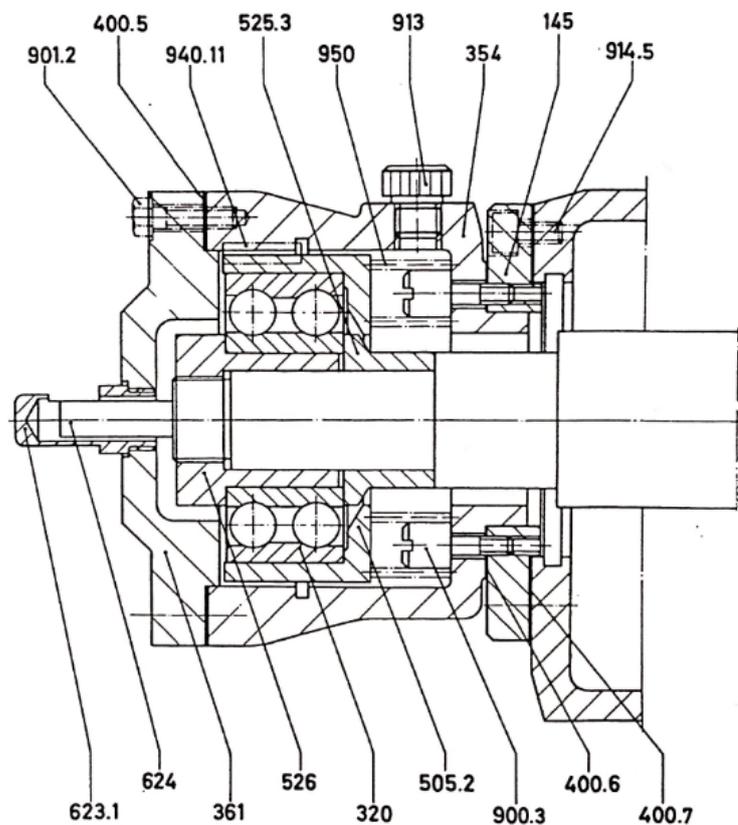


Figura 22 – Dispositivo de compensación del empuje axial en ejecución con rodamientos, para bombas con cojinetes deslizantes, para tamaños 125 y 150

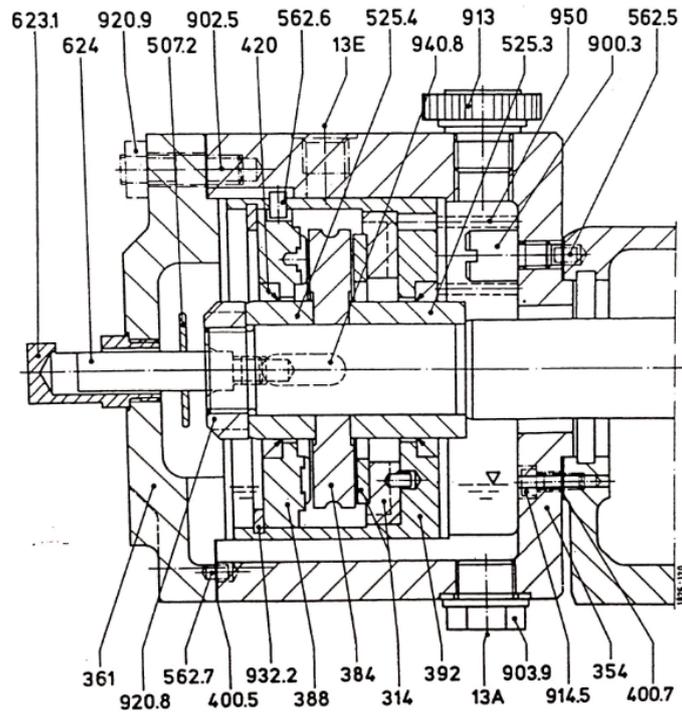


Fig. 23 – Dispositivo de compensación del empuje axial con aceite a presión para bombas con cojinetes deslizantes para tamaños 40 hasta 100

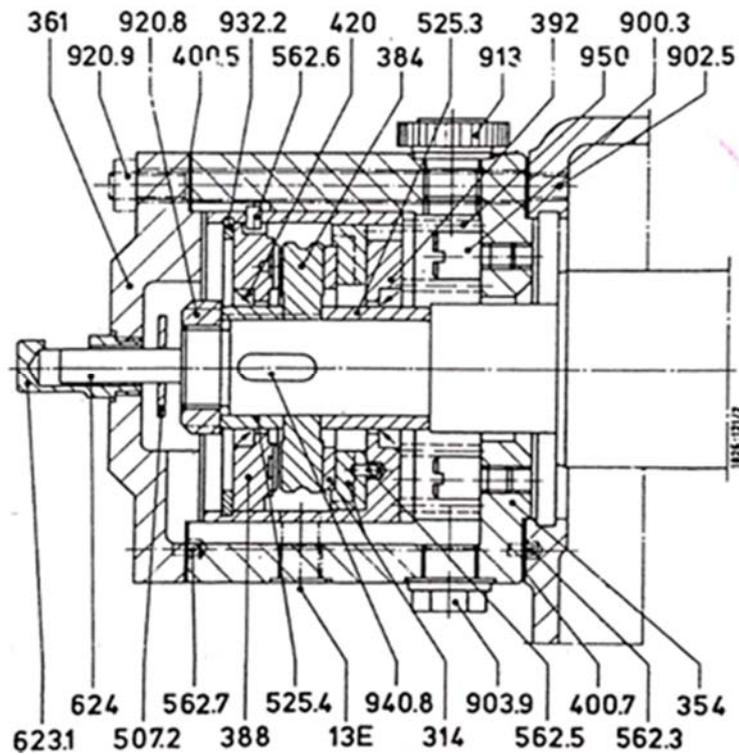


Fig. 24 – Dispositivo de compensación del empuje axial con aceite a presión para bombas con cojinetes deslizantes para tamaños 125 y 150

Cant. piezas p/ bomba	Pieza nº	Denominación	Dispositivo de compensación del empuje axial	
			Ejecución con rodamiento	Ejecución con cojinetes de segmento
			Fig. 21 e 22 Material	Fig. 23 e 24 Material
1	145	Pieza de unión	SAE 1045	-
1	314	Cojinete axial	-	St/Lg Sn 80
1	320	Rodamiento	Aço	-
1	354	Carcasa del cojinete axial	A48CI30	A48CI35
1	361	Tapa de cojinete lado no accionado	A48CI30	A48CI35
1	384	Plato del cojinete axial	-	AISI 420
1	388	Plato del contracojinete axial	-	St/Lg Sn 80
1	392	Porta-segmentos	-	SAE 1045
1	400.5 <sup>1)</sup>	Junta plana	Pap. Hidrául.	Pap. Hidrául.
1	400.6	Junta plana	Pap. Hidrául.	-
1	400.7	Junta plana	Pap. Hidrául.	Pap. Hidrául.
2	420	Anillo del junta del eje	-	Aço/NB
1	505.2	Anillo con reborde	AISI 420	-
1	507.2	Anillo difusor	-	AISI 316
1	525.3	Casquillo distanciador	AISI 420	AISI 420
1	525.4	Casquillo distanciador	-	AISI 420
1	526	Casquillo de centrage	Acero	-
1	562.5	Pasador cilíndrico	-	SAE 1045
1	562.6	Pasador cilíndrico	-	SAE 1045
1	562.7	Pasador cilíndrico	-	SAE 1045
1	623.1	Indicador para posición del conjunto rotatorio	Latón	Latón
1	624	Perno para control de desgaste	SAE1020	SAE1020
1	642.2	Visor del nivel de aceite	Latón/Vidrio	-
1	913	Dispositivo de desaireación	Aluminio	Aluminio
8	900.3	Tornillo	SAE 1045	SAE 1045
8	901.2	Tornillo hexagonal	SAE 1045	-
4	902.5	Espárrago	-	SAE 1045
1	903.9	Tornillo de cierre	-	ACERO
8	914.5	Tornillo de hexágono interno	SAE 1045	SAE 1045
4	920.8	Tuerca	-	SAE 1045
4	920.9	Tuerca	-	SAE 1045
1	932.2	Anillo de seguridad	-	Acero Muelle
1	940.8	Chaveta	-	SAE 1045
1	940.11	Chaveta	SAE 1045	-
1 juego	950	Muelle	Acero Muelle	Acero Muelle

- 1) Para los cojinetes de segmento de presión 2 piezas  
 Piezas de repuesto recomendadas

- 13A Salida de aceite  
 13E Entrada de aceite

Tabla 6 – Lista de materiales del dispositivo de compensación del empuje hidráulico axial

### 10.5.3 Tipos de lubricación

#### 10.5.3.1 Ejecución con cojinetes deslizantes = lubricación con anillo de lubricación o lubricación a presión

En el caso de instalaciones con aceite a presión, se recomienda realizar el cambio de aceite cada 8000 horas de operación en un máximo de dos años. Para lubricación con cojinete de deslizamiento y anillo de lubricación se recomienda el primer cambio después de 500h de operación y las demás después de 8000h en no más de un año.

Para la unidad de lubricación a presión, el control de aceite en el depósito o el control del filtro debe ser hecho mensualmente.

La figura 25 y la tabla 7 muestran el tamaño y la posición de las conexiones en la carcasa del cojinete deslizante.

En caso de accionamiento por turbina de vapor, la alimentación de aceite va a ser ejecutada normalmente por la instalación de aceite a presión de la turbina.

En el caso de accionamiento directo por motor eléctrico, se debe instalar una unidad de aceite a presión en separado con construcción en bloque que consiste de depósito de aceite y sobre éste, colocada una bomba de engranaje accionada por motor eléctrico, con más un enfriador y un filtro de aceite, tuberías internas, presostatos, accesorios e instrumentaciones. La instalación de aceite a presión está conectada eléctricamente de forma que luego después el motor de la bomba de aceite es puesta en marcha, el presostato acciona el motor principal de accionamiento de la bomba.

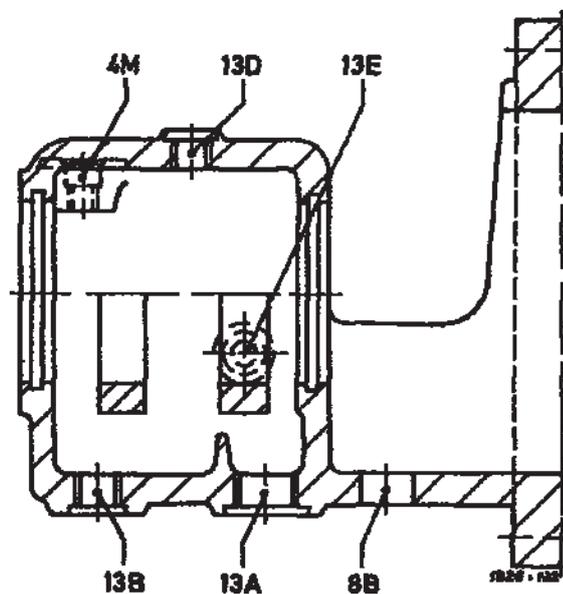


Figura 25 – Conexiones

Tamaño de la Bomba	Aceite			Conexión p/ control de temperatura 4M	Tapa de desaireación 13D	Salida de goteo 8B
	Entrada 13E	Salida 13A	Drenaje 13B			
40	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
50	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
65	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
80	R 1/4"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
100	R 3/8"	R 3/4"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
125	R 3/8"	R 1"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 1/2"
150	R 3/8"	R 1"	R 1/2"	R 3/8"	R 1/2"	R 3/4"

Tabla 7 – Conexiones para lubricación con aceite a presión en la carcasa de los cojinetes deslizantes

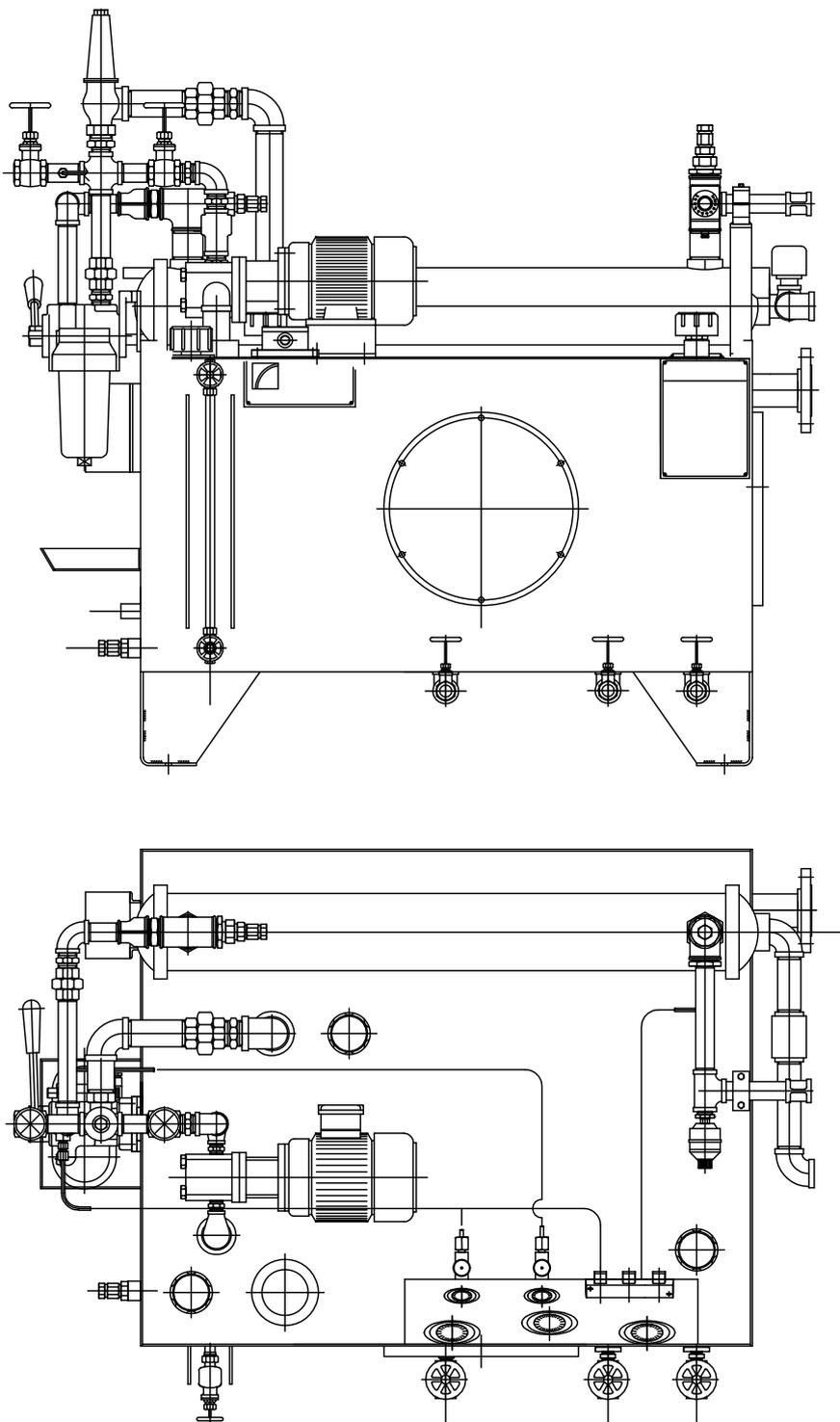


Figura 26 – Unidad de lubricación a presión (ejemplo)

Tamaño de la Bomba	Distribución de aceite con flujo de la bomba en l/s	
	Sin dispositivo de compensación del empuje hidráulico	Con dispositivo de compensación del empuje hidráulico
40, 50, 65 y 80	0,083	0,166
100, 125 e 150	0,166	0,333

Tabla 8 – Distribución del aceite en relación al tamaño y ejecución de la bomba

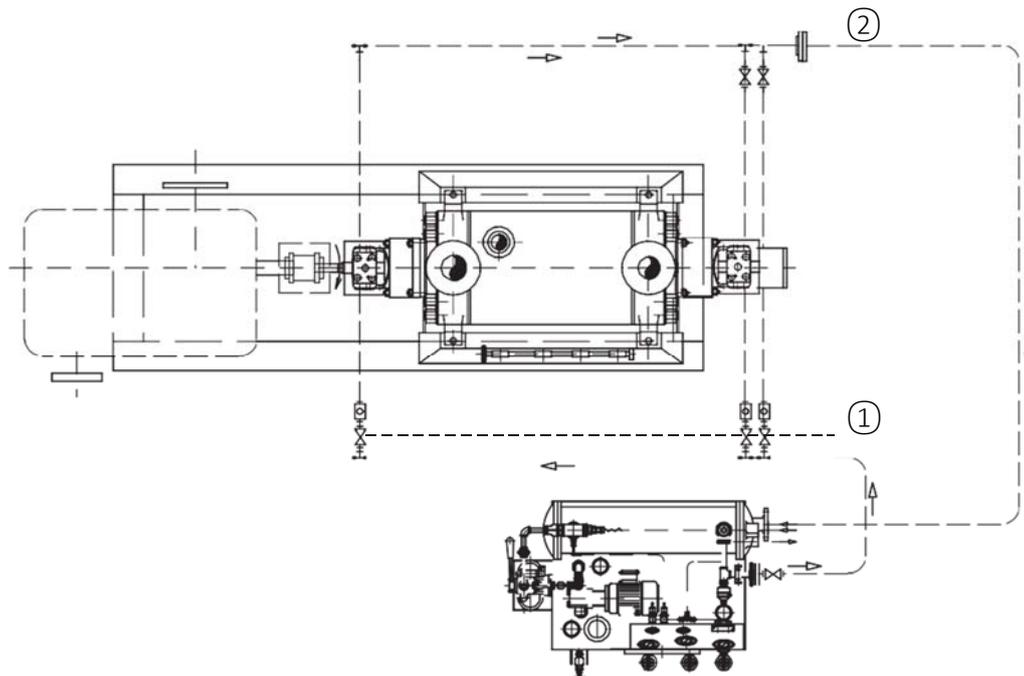


Figura 27 – Unidad de lubricación a presión al lado de la bomba sólo para alimentación de la bomba

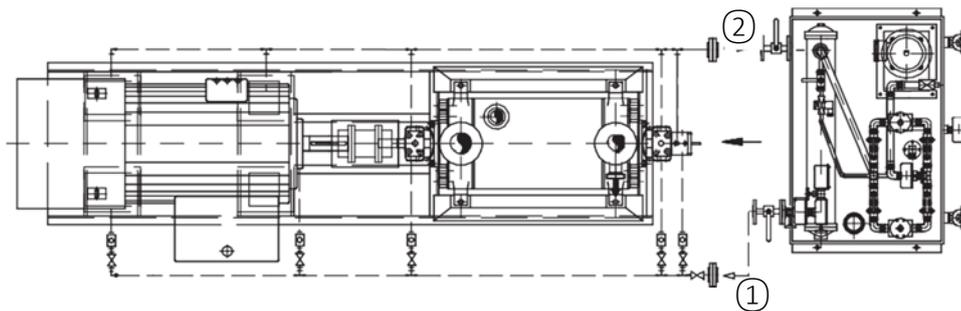


Figura 28 – Unidad de lubricación a presión detrás de la bomba para alimentación de la bomba o eventualmente del reductor o motor

Tamaño de la Bomba	p/ consumo máximo de aceite	conexiones para tubería de aceite PN 6 ①	conexiones para tubería de retorno de aceite PN ②
40 y 50	0,133 l/s	R 3/4"	R 2"
65 y 80	0,150 l/s	R 3/4"	R 2"
100	0,200 l/s	R 1"	R 2"
125	0,266 l/s	R 1"	R 2"
150	0,300 l/s	R 1"	R 2"

G) Los números 1 y 2 se refieren a las posiciones de las figuras 29 y 30.

Tabla 9 – Tubería de aceite

## 10.6 Sellos del eje

### 10.6.1 Empaquetadura

El material estándar de la empaquetadura para aplicación con agua caliente es PTFE con grafito. El número de anillos es 4 por lado de sello.

La fuga en la empaquetadura debe ser aproximadamente 10 hasta 20 ml/min, dependiendo de la condición de los sellos.

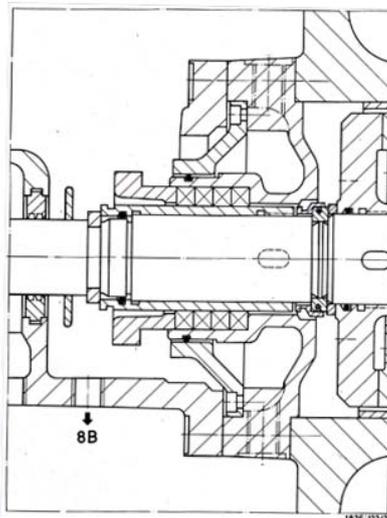


Figura 29 – Ejecución estándar con empaquetadura (a partir de -5°C hasta 150°C)

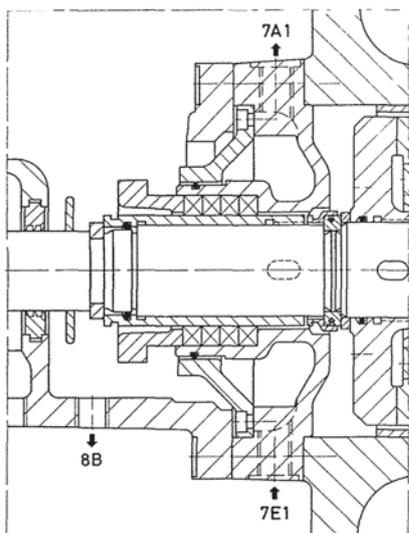


Figura 30 – Ejecución estándar con empaquetadura (105°C hasta 150°C)

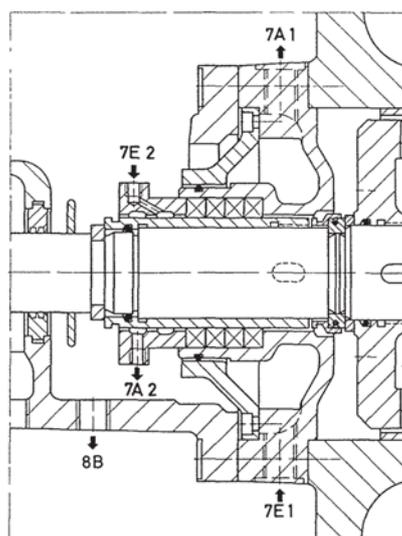


Figura 31 – Ejecución de empaquetadura con refrigeración para temperaturas  $\geq 150^\circ\text{C}$

Tamaño de la Bomba	Cámara de sellado dimensiones (mm)	Anillos de empaquetadura		Longitud	
		Cantidad	∅ mm	por anillo (mm)	total (mm)
40 y 50	∅ 45/ 65 x 45	4	10	180	720
65 y 80	∅ 66/ 90 x 50	4	12	250	1000
100	∅ 70/ 95 x 50	4	12	265	1060
125	∅ 91/ 115 x 53	4	12	330	1320
150	∅ 101/ 125 x 53	4	12	365	1460

Tabla 10 – Cámara para empaquetadura y dimensiones de la empaquetadura

## Pérdidas por fricción por la empaquetadura

Para determinar la potencia de aceleración deben considerarse las pérdidas por la empaquetadura de acuerdo con la figura 32.

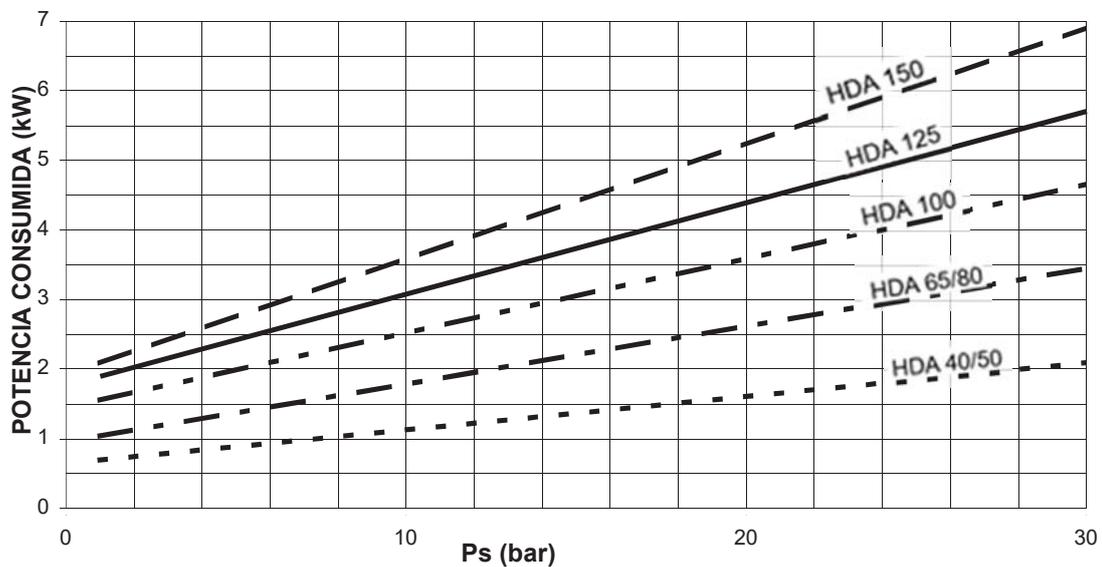


Figura 32 – Pérdidas de potencia por la empaquetadura (p/ bomba)

Atención: Para otras rotaciones, las pérdidas se calculan proporcionalmente a la rotación.

### 10.6.2 Sello Mecánico

La aplicación del sellado por sello mecánico y su plan de sellado debe ser definido de común acuerdo entre cliente, KSB y el proveedor del sello.

Como referencia, la tabla siguiente indica algunas aplicaciones usuales:

Líquido bombeado	Temperatura	Plan de sellado	Tipo de sello
Agua	165°C	23	EU5--VV
Agua	122°C	02	01-H75G115 BdB
Agua	140°C	54	J.C. SB2A

Tabla 11

## 10.7 Refrigeración

### 10.7.1 Sellado por empaquetadura

Para refrigeración se debe utilizar agua limpia que no contenga sólidos que puedan con el transcurrir del tiempo obstruir la tubería, por ejemplo, condensado.

Subtítulo:



#### Sistema abierto

Tamaño de la bomba	Válvula de bloqueo 1) rosca interna	Recipiente de colecta 2) de agua servida
40	R1"	R1"
50	R1"	R1"
65	R1¼"	R1"
80	R1¼"	R2"
100	R1¼"	R2"
125	R1½"	R3"
150	R1½"	R3"

#### Sistema cerrado

Tamaño de la bomba	Válvula de bloqueo 1) rosca interna	Recipiente de colecta 2) de agua servida
40	R1"	R1"
50	R1"	R1"
65	R1¼"	R1"
80	R1¼"	R1"
100	R1¼"	R1"
125	R1½"	R1"
150	R1½"	R1"

Tabla 12 – Conexiones para refrigeración

### 10.7.1.1 Temperatura del líquido bombeado entre 105°C hasta 150°C

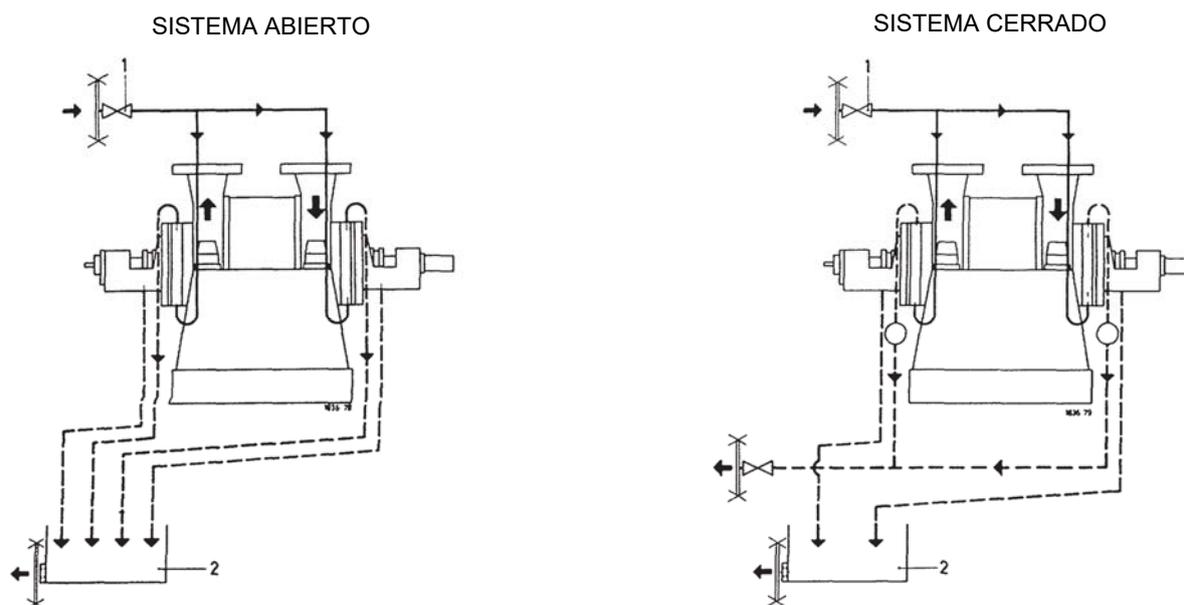


Figura 33 – Refrigeración de la carcasa de la empaquetadura

## 10.7.2 Sellado por sello mecánico

La refrigeración necesaria y adecuada debe ser definida entre cliente, KSB y el proveedor del sello. Como referencia, presentamos los siguientes esquemas de refrigeración:

### 10.7.2.1 Con circulación y sin resfriador (-5°C hasta +70°C)

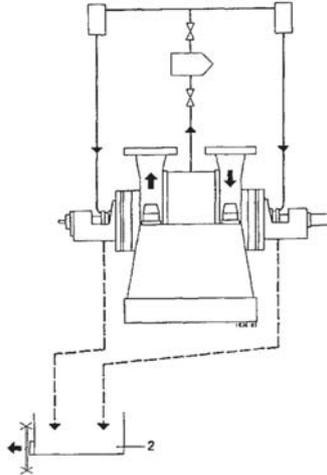


Figura 34 – Refrigeración con extracción intermedia y circulación a los sellos mecánicos

### 10.7.2.2 Sin circulación y con refrigeración de la cámara de sellado (70°C hasta 120°C)

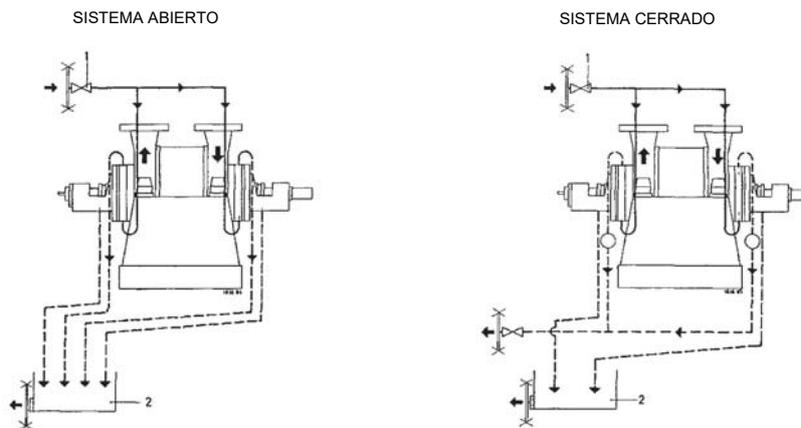


Figura 35

### 10.7.2.3 Con refrigeración de las cámaras de sellado y sellos mecánicos en paralelo (121°C hasta 180°C)

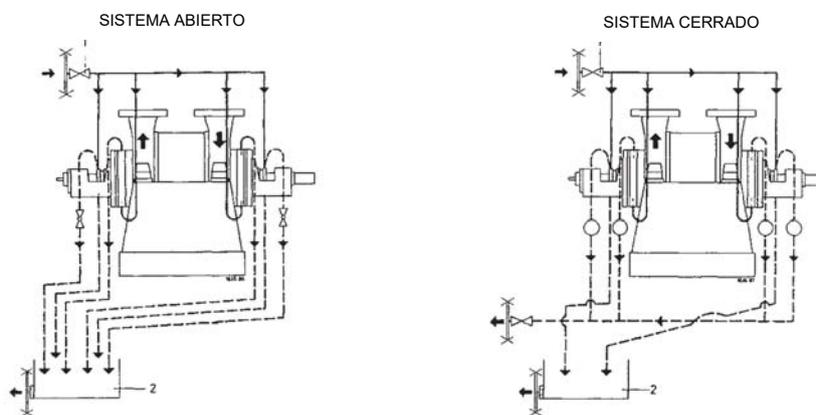


Figura 36

10.7.2.4 Para una temperatura ambiente > 45°C y una temperatura del líquido bombeado > 150°C hasta 180°C es necesario una refrigeración adicional de las carcasas de cojinete (ver figura 37).

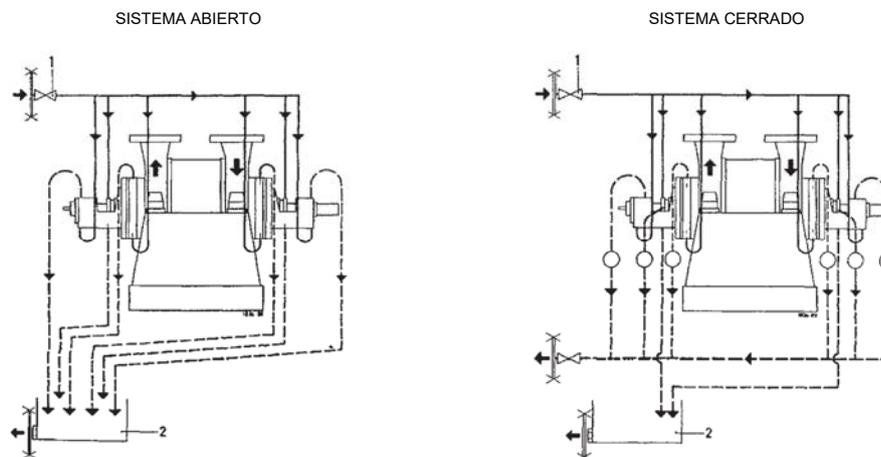


Figura 37

10.7.2.5 Con circulación para un intercambiador de calor para cada sello mecánico y refrigeración de la cámara de sellado en las condiciones de temperatura:

p/ HDB 40 hasta 100, T = 181°C hasta 230°C, ver figura 38

p/ HDB 125 y 150, T = 181°C hasta 200°C, ver figura 38

Para la temperatura ambiente > 45°C es necesario refrigeración adicional de las carcasas de cojinete, ver figura 39.

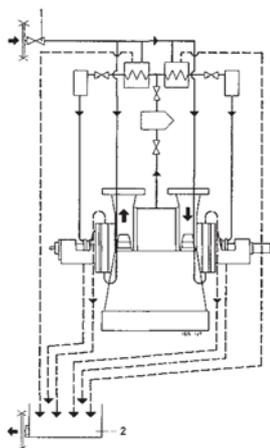


Figura 38

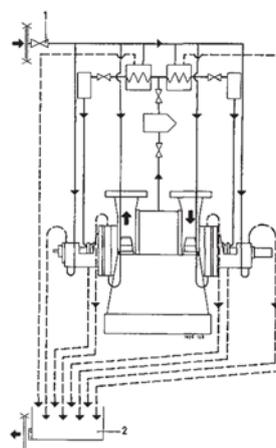


Figura 39

El flujo necesario del agua de refrigeración se puede tomar en la figura 40. En este diagrama se supone un calentamiento del líquido de refrigeración de un  $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ . Cuando esta supuesta diferencia de temperatura  $\Delta t$  cambia, en este caso se puede alterar la cantidad del líquido de refrigeración por la fórmula:

$$\frac{10 \cdot Q}{\Delta t} = \text{cantidad de líquido de refrigeración efectivo}$$

La temperatura del líquido de refrigeración en la salida no puede sobrepasar los 50°C. Los valores dentro de los diagramas deben tener un aumento de aproximadamente 10% para el refrigeración de las prensaestopas. Añadir el 10% para el refrigeración del cojinete.

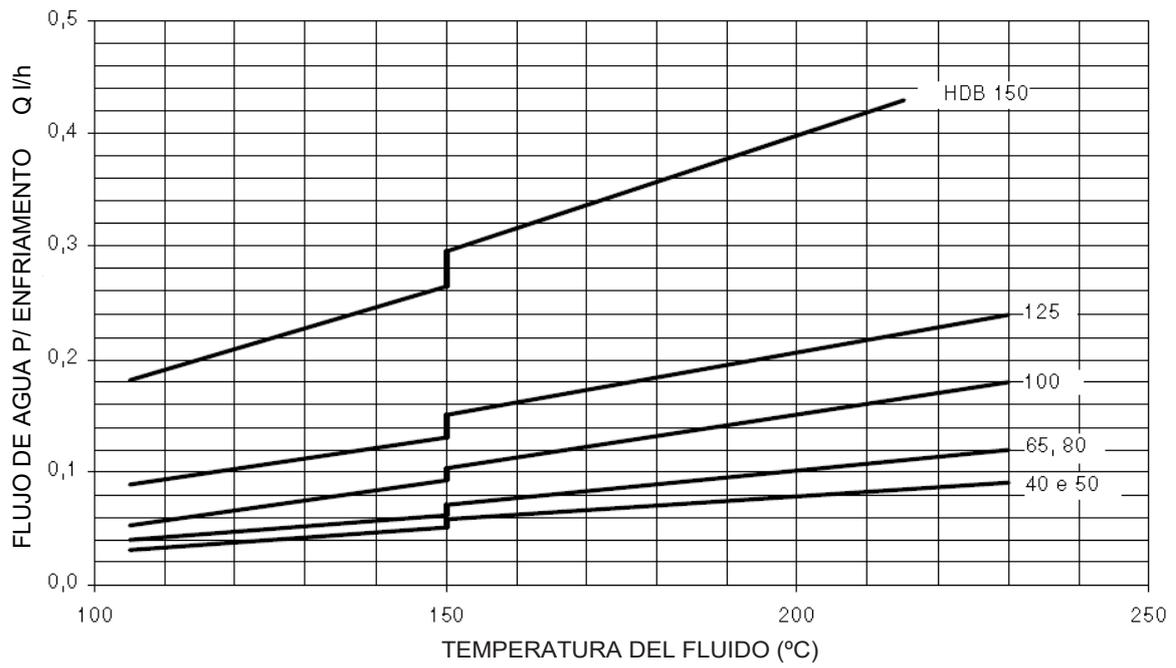


Figura 40 – Líquido de refrigeración

### 10.8 Cámara de calentamiento

Carcasa de la empaquetadura, ejecución con agua caliente

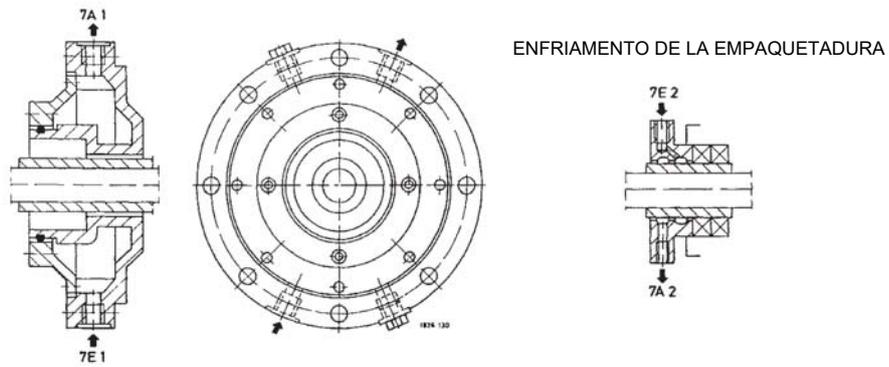


Figura 41

### 10.9 Inercia

En la figura 42 se demuestra la curva de momentos de inercia durante la puesta en marcha contra una válvula cerrada. El momento de inercia de la puesta en marcha va a ser aproximadamente 10% del momento nominal

A – puesta en marcha hasta la rotación máxima

B – válvula abriendo

C – válvula abierta

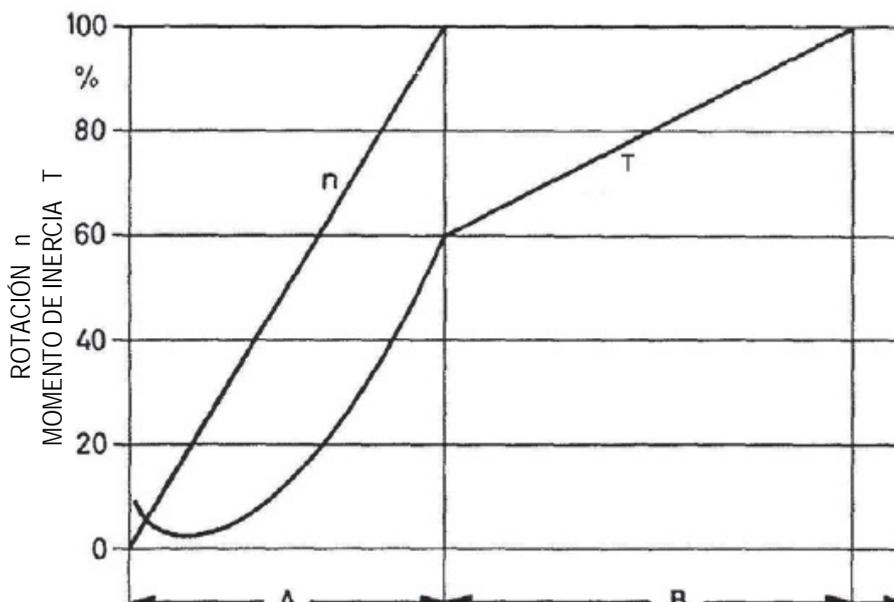


Figura 42 – Curva del momento de inercia durante la puesta en marcha

### 10.10 Accionamiento

La transmisión puede ser directa por el acoplamiento flexible, o indirecta por reductor y el acoplamiento flexible conectado al motor eléctrico, turbina de vapor o motor a combustión interna. La reserva de potencia debe ser 15% para potencias de hasta 50 kW y del 10% para potencias mayores.

### 10.11 Acoplamientos

Normalmente para las bombas HDB se deben utilizar acoplamientos con espaciadores. Con esto se evita que durante la verificación, por ejemplo del cojinete o casquillo de protección del eje, la bomba o la máquina de accionamiento deban ser desmontadas de la base.

Tamaño de la Bomba	Longitud del espaciador
40	140
50	
65	
80	180
100	
125	
150	250

Tabla 13 – Longitud mínima necesaria para el espaciador

#### 10.11.1 Protección del acoplamiento

La protección del acoplamiento depende del tamaño del acoplamiento y debe ser fijada sobre la base.

#### 10.11.2 Bases

De construcción robusta, normalmente diseñadas para soportar la bomba y el respectivo accionador en el mismo "skid". Son desarrolladas para cada suministro.

## 11. Materiales

Las combinaciones estandarizadas de materiales se pueden obtener en la tabla 15 de acuerdo con el tipo de líquido a bombear.

### 11.7 Directrices para la elección de materiales para las bombas de alimentación de caldera

#### 11.7.1 Reglas Generales

##### - Limitación de presión

Sobre la presión de 100 bar en punto de trabajo se debe utilizar básicamente material de acero cromo fundido para carcasas y piezas internas (combinación 02).

##### - Límites de velocidad

Hasta  $n = 3600$  rpm (para HDB 125 y 150 hasta 3000 rpm). Para rotaciones mayores se utilizará la combinación de material 04.

##### - Agua para alimentación de caldera

El agua deberá estar libre de sólidos abrasivos.

##### - Valor del pH

Agua para alimentación de calderas con valores de pH entre 7,0 y 10,5 (referente a 20°C).

##### - Temperatura del agua de alimentación

Hasta un máximo de 230°C.

##### - Preparación del agua

Es diferenciada entre:

- desalinización total: aguas desmineralizadas de alimentación de calderas.

- desalinización parcial: agua de caldera (preparada con poca dureza residual, contenido de cloro máximo 150ppm, contenido de sulfato máximo 100ppm).

Obs: Bombas de alimentación para usinas nucleares serán básicamente en acero cromado fundido.

##### - Contenido de oxígeno

El contenido de oxígeno debe ser de no más de 0,03 ppm O<sub>2</sub>; para operación continua de 0,02 ppm O<sub>2</sub>, no pudiendo sobrepasar estos valores.

Es necesario considerar precisamente los valores de limitación mencionados para O<sub>2</sub>, para todas las condiciones de operación antes de la entrada de la bomba (puesta en marcha y parada). Los contenidos de oxígeno mayores son más corrosivos, especialmente para agua de alimentación con desalinizaciones parciales.

Oxígeno disuelto contenido máximo		< 0,02 ppm (poco tiempo ≤ 0,03 ppm)	< 0,03 ppm (poco tiempo ≤ 0,04 ppm)	
Preparación		desalinización parcial	desalinización total	
		Tamaños 40 hasta 150	Tamaños 40 hasta 100	Tamaños 125 y 150
pH para 20°C	≥ 9,3	01	01	01
	≥ 8,5		01	01 o 02
	≥ 7,0			

Tabla 14 - Selección de material, basado en la concentración de oxígeno disuelto.

Atención: Para un tipo de operación desfavorable (intermitente, con alta variación de frecuencia, etc.) o cuando no se controlan el contenido de oxígeno y el valor de pH debido a la ausencia de equipo/instrumentos, o falta de supervisión del personal, debe elegirse la combinación de material superior.

Dimensión:

1 ppm (parte por millón) = 1 mg/l (para densidad = 1)

##### - Tipo de operación

Operación intermitente (muchas puestas en marcha), con parada durante el fin de semana (peligro de enriquecimiento de oxígeno dentro de las instalaciones con desgasificación térmica) y cuando la unidad va a operar muchas veces con carga parcial, en estos casos existe el peligro de una erosión-corrosión.

Operación continua y con bomba de repuesto disponible para entrar en operación inmediatamente (aprox. 1 vez al mes) es el tipo de operación preferible.

Para el puesta en marcha en instalaciones nuevas, las bombas de alimentación deben ser protegidas contra la corrosión de paradas (perturbaciones de operación durante el puesta en marcha, posibilitan la entrada de oxígeno en todo circuito).

**12. Combinaciones de Materiales**

Pieza	Denominación	Cant	01	02
106	Carcasa de succión	1	A216 WCB	A743 CA6NM
107	Carcasa de presión	1	A216 WCB	A743 CA6NM
108.1	Carcasa de etapa	S-1	A216 WCB	A743 CA6NM
165	Tapa Cámara de refrigeración	2	A748CF8M	A743 CA6NM
171.1	Difusor	S-1	A748CF8M	A743 CA6NM
171.2	Difusor de la última etapa	1	A743 CF8M	A743 CA6NM
210	Eje 1)	1	SAE 1045/ cromo duro	AISI 6F3/ cromo duro
230	Rodete	S-1	A743 CF8M	A743 CA6NM
231	Rodete de succión	1	A743 CF8M	A743 CA6NM
400.1	Junta plana	1	Klingersil	Klingersil
400.2	Junta plana	2	Klingersil	Klingersil
411.3	Anillo de junta	2	Cu	Cu
412.1	Anillo "O"	S	Viton70	Viton70
412.2	Anillo "O"	1	Viton70	Viton70
412.3	Anillo "O"	2	Viton70	Viton70
412.4	Anillo "O"	2	NB80	NB80
412.5	Anillo "O"	2	Viton70	Viton70
451	Carcasa de prensaestopas	2	A216 WCB	A743 CA6NM
452.1	Brida de prensaestopas s / refrigeración	2	G-CUSN10N	G-CUSN10N
461	Cordón para empaquetadura	2	Teflon con Grafito	
501	Anillo bipartido	1	AISI 420	AISI 420
502.1	Anillo de desgaste / etapa succión	1	AISI 420	RWA 350
502.2	Anillo de desgaste	S-1	AISI 420	RWA 350
504.1	Anillo distanciador	1	AISI 420	AISI 420
505.1	Anillo con reborde	1	AISI 420	AISI 420
507.1	Anillo difusor	2	AISI 316	AISI 316
512	Anillo de protección	1	AISI 316	AISI 420
521	Casquillo de etapa	S-1	AISI 420	
524.1	Casquillo protector del eje / lado succión	1	AISI 420	AISI 420
524.2	Casquillo protector del eje / lado presión	1	AISI 420	AISI 420
525.1 <sup>2)</sup>	Casquillo distanciador / lado succión	1	AISI 420	1.4024.09
525.2	Casquillo distanciador / lado presión	1	AISI 420	1.4024.09
550.1	Disco	16	SAE 1045	SAE4140
601	Disco de descarga	1	1.4024.09	1.4024.09
602	Contra disco de descarga	1	RWA 350	RWA 350
680	Capa de protección	1	SAE1020	SAE1020
702	Tubería p/ línea de equilibrio	1	Acero	Acero
902.1	Espárrago	16	SAE 1045	SAE 1045
902.2	Espárrago	4	AISI 316	AISI 316
905	Tornillo de unión	8	SAE4140	1.6772 (Monix 3K)
914.1	Tornillo Allen	8	AISI 316	AISI 316
920.1	Tuerca	16	1.7709.05	1.7709.05
920.2	Tuerca	16	SAE1020/6	A194 GR.2H
920.3	Tuerca	4	AISI 304	AISI 304
932.3	Anillo de seguridad	2	Acero resorte	Acero resorte

1) = Verificar P/n. Se fuera necesario utilizar otro material

= Piezas de recambio recomendadas

S = nº de etapas

2) = No se aplica p/ tamaños 125 y 150

Tabla 15 – Combinación de materiales

### 12.7 Holguras

Las indicaciones sobre rendimiento y altura manométrica referentes a las curvas características se refieren a una holgura entre rodete y el anillo de desgaste igual a 0,3 mm (combinación de material 01).

Los anillos de desgaste en acero cromado (combinación de material 02) requieren un aumento de la holgura a 0,4 mm, y reducción del rendimiento ( $\eta$ ):

- HDB 40 hasta 80: 2 puntos
- HDB 100 hasta 150: 1 punto

### 13. Fuerzas y Momentos

Las fuerzas y los momentos de la tubería no deben sobrecargar la bomba mecánicamente. Cuando sea necesario, en casos específicos, hacer un pre-cálculo para todas las fuerzas y momentos, así como sus combinaciones admisibles, que deberán cumplir la siguiente fórmula:

$$\sqrt{(3F_x)^2 + (F_y)^2 + (3F_z)^2} + \frac{0,3}{D} \sqrt{(1,3M_x)^2 + (2M_y)^2 + (2M_z)^2} \begin{cases} \leq 400.000.D \text{ (DN} \leq 80) \\ \leq 320.000.D \text{ (DN} \geq 100) \end{cases}$$

Dimensiones: F en N

M en Nm

D en m

Obs: Fuerzas y momentos pueden cargar simultáneamente la brida de succión y la brida de presión.

Tamaño	40	50	65	80	100	125	150
<b>brida de succión</b>							
<b>F<sub>x</sub></b>	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
<b>F<sub>y</sub></b>	2500	4000	7000	10000	14000	16000	17000
<b>F<sub>z</sub></b>	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
<b>M<sub>x</sub></b>	750	1200	1500	2000	5000	6000	6000
<b>M<sub>y</sub></b>	750	1200	1200	1200	1500	2500	3000
<b>M<sub>z</sub></b>	750	1200	1500	1800	2400	3500	4000
<b>brida de recalque</b>							
<b>F<sub>x</sub></b>	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
<b>F<sub>y</sub></b>	2000	2500	4000	7000	10000	14000	16000
<b>F<sub>z</sub></b>	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
<b>M<sub>x</sub></b>	500	750	1200	1500	2000	5000	6000
<b>M<sub>y</sub></b>	500	750	1200	1200	1200	1500	2500
<b>M<sub>z</sub></b>	500	750	1200	1500	1800	2400	3500

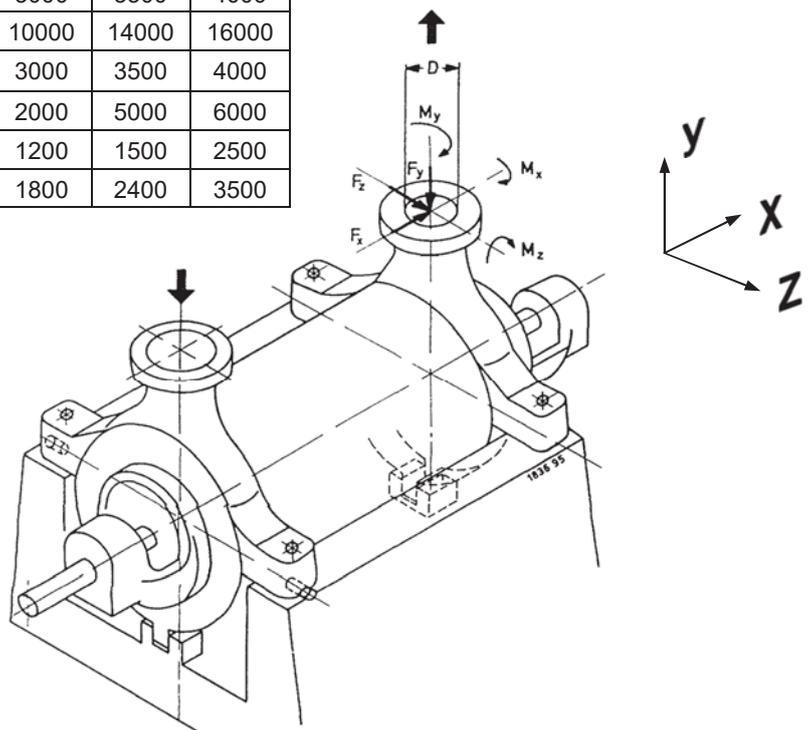


Figura 43 – Fuerzas y Momentos en las bridas de la bomba

La letra F indica la dirección de carga de las fuerzas y la letra M la dirección de carga de los momentos, la letra D el diámetro de las bridas de succión y de presión.

No es recomendable la fijación de la bomba después del calentamiento de las conexiones y tuberías, pues puede causar vibraciones y alto desgaste de la bomba y acoplamiento. El posicionamiento y la fijación con los pernos de la bomba y sus accesorios sólo se puede hacer en estado frío y como se muestra en la figura 44.

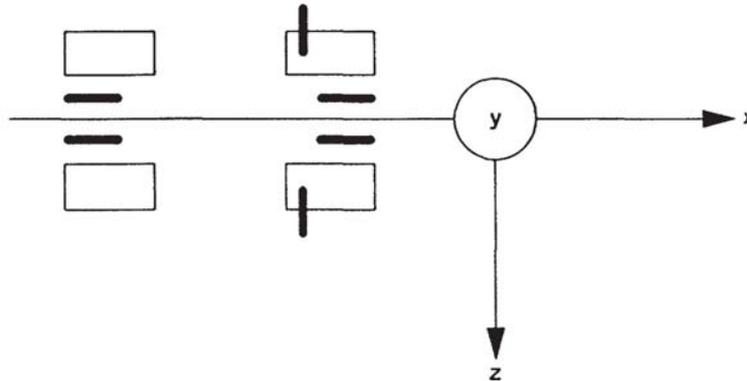


Figura 44 – Fijación de la bomba a la base a través de pernos

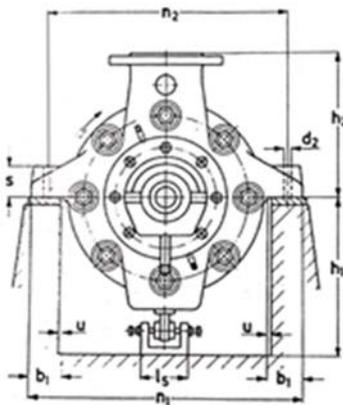
### 13.1. Posición del centro de gravedad

La posición del centro de gravedad de la bomba está aproximadamente a la mitad de la bomba.

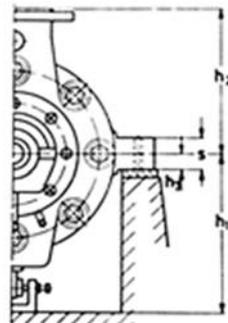
## 14. Piezas de repuesto

En la tabla de combinación de materiales se indican las piezas de recambio recomendadas.

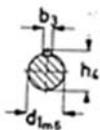
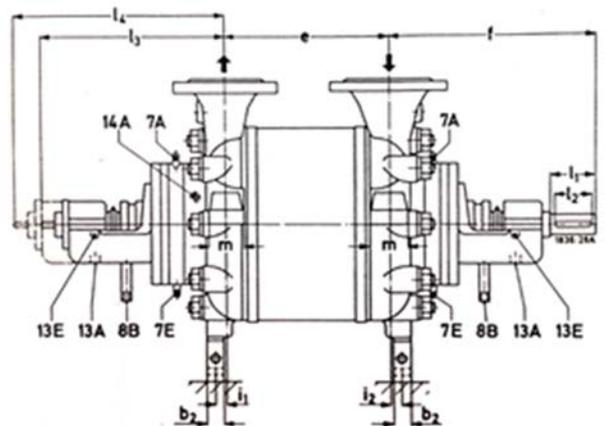
## 15. Dimensiones



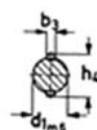
Tamaños 40 a 100



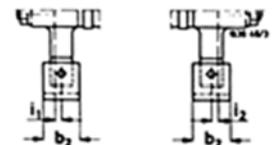
Tamaños 125 y 150



Ejecución con una chaveta  
Tamaños 40 a 100



Ejecución con dos chaveta  
Tamaños 125 y 150



Tamaños 125 y 150

Figura 45

medidas en mm

Tamaño de la bomba	Brida de Succión	Brida de presión	Medidas de la bomba																					
			e (para cada número de etapas)																	f	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	
DN <sub>1</sub>	DN <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
40	50	40	65	40	23	--	--	283	331	379	427	475	523	571	619	667	715	763	811	859	400	275	275	--
50	65	50	70	40	23	--	256	308	360	412	464	516	568	620	672	724	776	828	--	--	405	305	315	--
65	80	65	75	40	26	--	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	--	--	460	340	350	--
80	100	80	80	40	26	--	315	380	445	510	575	640	705	770	835	900	--	--	--	--	465	375	400	--
80	125	80	80	40	26	--	345	410	475	540	605	670	735	800	865	930	--	--	--	--	495	375	400	--
100	125	100	110	40	33	--	364	434	504	574	644	714	784	854	--	--	--	--	--	--	510	425	465	--
100	150	100	110	40	33	--	364	434	504	574	644	714	784	854	--	--	--	--	--	--	510	425	465	--
125	150	125	110	40	36	405	510	615	720	825	930	1035	1140	--	--	--	--	--	--	--	615	415	525	35
150	200	150	125	40	36	470	595	720	845	970	1095	--	--	--	--	--	--	--	--	--	645	460	575	40

Tabla 16

Tamaño de la bomba	Dimensiones										Punta del eje				Conexiones						
	i <sub>1</sub>	i <sub>2</sub>	i <sub>3</sub>	i <sub>4</sub> <sup>1)</sup>	i <sub>5</sub>	m	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	s	u	b <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>	m <sub>6</sub>	h <sub>4</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	Refrigeración caja de empaquetadura	Drenaje de la caja de empaquetadura	Salida de la línea de equilibrio	Aceite a presión	
																		7A/7E	8B	14A	entrada
40	12	16	375	484	130	65	480	410	60	5	10	34	37,3	80	70		R3/8	R1/2	R1/2	R1/4	R3/4
50	10	17	380	489	130	65	540	470	60	5	10	34	37,3	80	70		R3/8	R1/2	R3/4	R1/4	R3/4
65	22	27	435	611	130	70	600	520	70	5	12	44	47,1	110	90		R1/2	R1/2	R3/4	R1/4	R3/4
80	25	35	460	636	130	75	660	580	70	5	12	44	47,1	110	90		R1/2	R1/2	R1	R1/4	R3/4
80	25	35	460	636	130	75	660	580	70	5	12	44	47,1	110	90		R1/2	R1/2	R1	R1/4	R3/4
100	40	45	475	654	130	100	800	700	80	5	14	48	51,5	120	110		R1/2	R1/2	R1	R3/8	R3/4
100	40	45	475	654	130	100	800	700	80	5	14	48	51,5	120	110		R1/2	R1/2	R1	R3/8	R3/4
125	25	25	495	650	130	105	920	850	70	5	18	64	72	140	130		R3/4	R1/2	R1	R3/8	R1
150	25	25	530	695	130	110	1060	950	80	5	20	74	83	140	130		R3/4	R3/4	R1 1/4	R3/8	R1

1) Con dispositivo de compensación del empuje axial

Tabla 17

16. Cortes transversales y Lista de Piezas

16.1 Tamaños 40 y 50

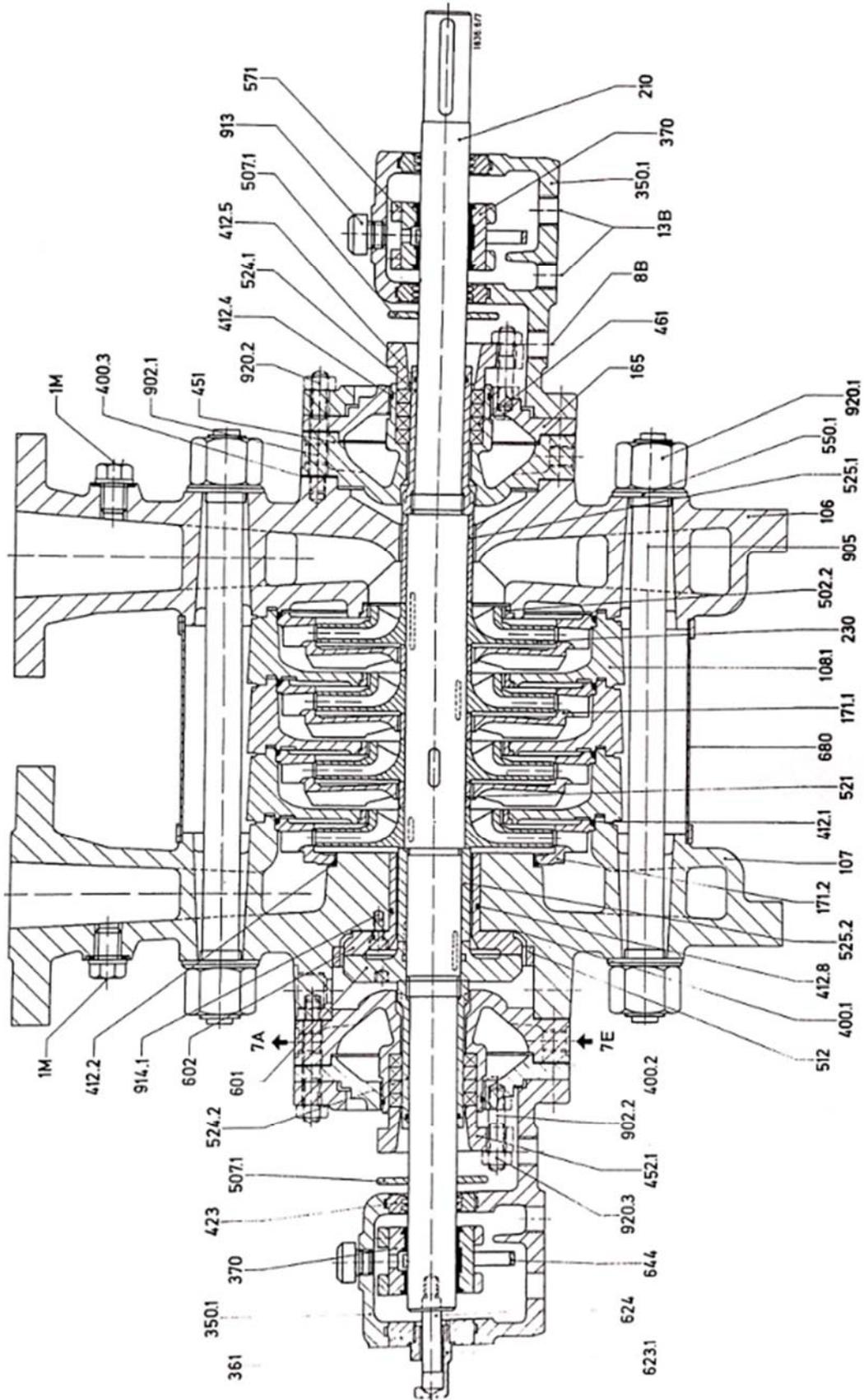


Figura 46





<u>Pieza nº</u>	<u>Denominación</u>	<u>Pieza nº</u>	<u>Denominación</u>
106	carcasa de succión	52-1	casquillo de fijación
107	carcasa de presión	524.1	casquillo protector del eje
108.1	carcasa de etapa	524.2	casquillo protector del eje
108.2	carcasa de etapa con derivación	525.1	casquillo distanciador lado succión ①
108.3	carcasa de etapa con derivación	525.2	casquillo distanciador lado presión
165	cubierta de la capa de refrigeración	541	casquillo de etapa
171.1	difusor	54-1	casquillo etapa ciego
171.2	difusor de la última etapa	550.1	arandela
210	eje	550.2	arandela
230	rodete	560.2	pasador cónico
231	rodete 1º etapa ③	562.3	perno cilíndrico
322	cojinete de rodamiento con rodillos	562.4	perno cilíndrico
350.1	carcasa del cojinete	562.11	perno cilíndrico
360	tapa de cojinete	571	abrazadera
361	tapa de cojinete lado no accionado	601	disco de descarga
370.1	cojinete	602	contra disco de descarga
370.2	cojinete	623.1	indicador para posición del conjunto rotatorio
370	cojinete ①	624	perno para control de desgaste
400.1	junta plana	638	regulador del nivel de aceite
400.2	junta plana	644	anillo de lubricación
400.3	junta plana ①	680	cubierta
412.1	junta tórica ①	731.8	conector
412.2	junta tórica	901.2	tornillo hexagonal de la tapa de cojinete
412.3	junta tórica	902.1	espárrago
412.4	junta tórica	902.2	espárrago
412.5	junta tórica	903.3	tapón roscado
412.8	junta tórica	903.6	tapón roscado
412.9	junta tórica ③	905	tornillo de unión
422.1	anillo de filtro	913	tapa de desaireación
423	anillo de labirinto	914.1	tornillo Allen
451	carcasa del prensaestopas	914.2	tornillo Allen
452.1	prensaestopas	920.1	tuerca hexagonal
461	empaquetadura	920.2	tuerca hexagonal
500.1	anillo	920.3	tuerca hexagonal
500.2	Anillo	920.6	tuerca hexagonal
501	anillo bipartido ②	921.1	tuerca del eje ②
502.1	anillo de desgaste de la carcasa ③	921.2	tuerca del eje ②
502.2	anillo de desgaste de la carcasa	932.3	anillo de seguridad
503.1	anillo de desgaste para rodete ③	940.1	chaveta para acoplamiento
503.2	anillo de desgaste para rodete	940.2	chaveta para rodete
504.1	anillo distanciador ②	940.3	chaveta para rodete 1º etapa
505.1	anillo con reborde ②	940.4	chaveta para rodete última etapa
507.1	anillo difusor	940.5	chaveta para disco de descarga
512	anillo desgaste para conjunto disco y contra disco de descarga ①	940.6	chaveta p/ casquillo protector eje lado succión
521	casquillo distanciador de etapa	940.7	chaveta p/ casquillo protector eje lado presión
1M	conexión para manómetro		
6B	drenaje de la bomba		
7A	salida del líquido de refrigeración / cuerpo de la empaquetadura		
7E	entrada del líquido de refrigeración / cuerpo de la empaquetadura		
8A	drenaje de la carcasa del cojinete		
13B	salida de aceite		
14A	salida del líquido de equilibrio hidráulico		
4M	conexión para medidor de temperatura		

subtítulo:

- ① tamaños 40 hasta 100
- ② tamaños 65 hasta 150
- ③ tamaños 125 y 150

**16.4 Accesorios especiales**
**16.4.1 Etapa ciega**

En el caso de operación futura con presión más alta que la primera etapa, uno o más rodets serán sustituidos por casquillos de etapa y casquillos distanciadores. Para la etapa siguiente, los rodets necesarios se suministran junto con la bomba.

PIEZA N°	DENOMINACIÓN
525.5	CASQUILLO DISTANCIADOR
54-1	CASQUILLO DE ETAPA

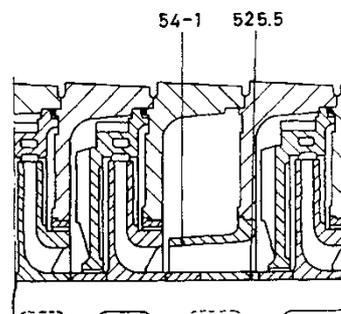


Figura 49 – Etapa ciega

**16.4.2 Carcasa de etapa con derivación**

Cuando se necesita en paralelo a la presión final de la bomba una presión más baja (por ejemplo, para inyección dentro de un calefactor intermedio), en este caso se pueden suministrar las carcasas de etapa con una conexión de derivación.

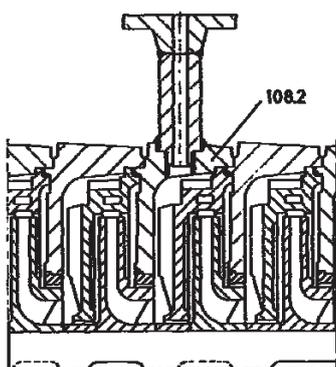


Figura 50 – Carcasa de etapa con derivación atornillada y soldada

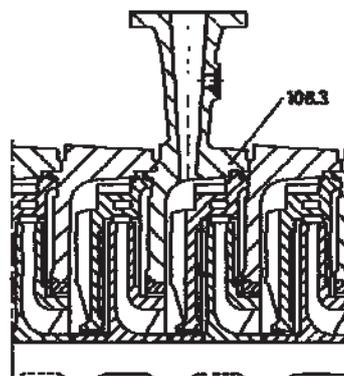


Figura 51 – Carcasa de derivación fundida

Tamaño de la Bomba	Derivación atornillada y soldada		Derivación fundida	
	DN	Caudal parcial máximo Q (l/s)	DN	Caudal parcial máximo Q (l/s)
40	15	1,4	40	10
50	15	1,4	50	15,5
65	25	4	65	26
	25	4	80	40
80	-	-	40	10
	25	4	100	60
100	-	-	40	10
	25	4	50	15,5
125	25	4	50	15,5
150	25	4	50	15,5

Tabla 18 – Datos técnicos para las figuras 50 y 51

### 16.4.2.1 Combinación de los materiales para derivaciones atornilladas y soldadas

HDB	Carcasa de etapa (material)	Derivación (material)
40 hasta 150	A216 WCB	SAE 1020
	A743 CA6NM	AISI 420

Tabla 19 – Materiales para carcasa de etapa con derivación

### 16.4.3 Bomba de engranaje acoplada al eje de la bomba

La bomba de engranaje se aplica en bombas con dispositivo de compensación del empuje axial y lubricación a presión. Se acciona a través de un juego de engranajes acoplado directamente al eje principal de la bomba. Su objetivo es proporcionar aceite presurizado a los cojinetes de la bomba principal, sin la necesidad de uso continuo de la unidad hidráulica, ahorrando energía y garantizando la lubricación adecuada.

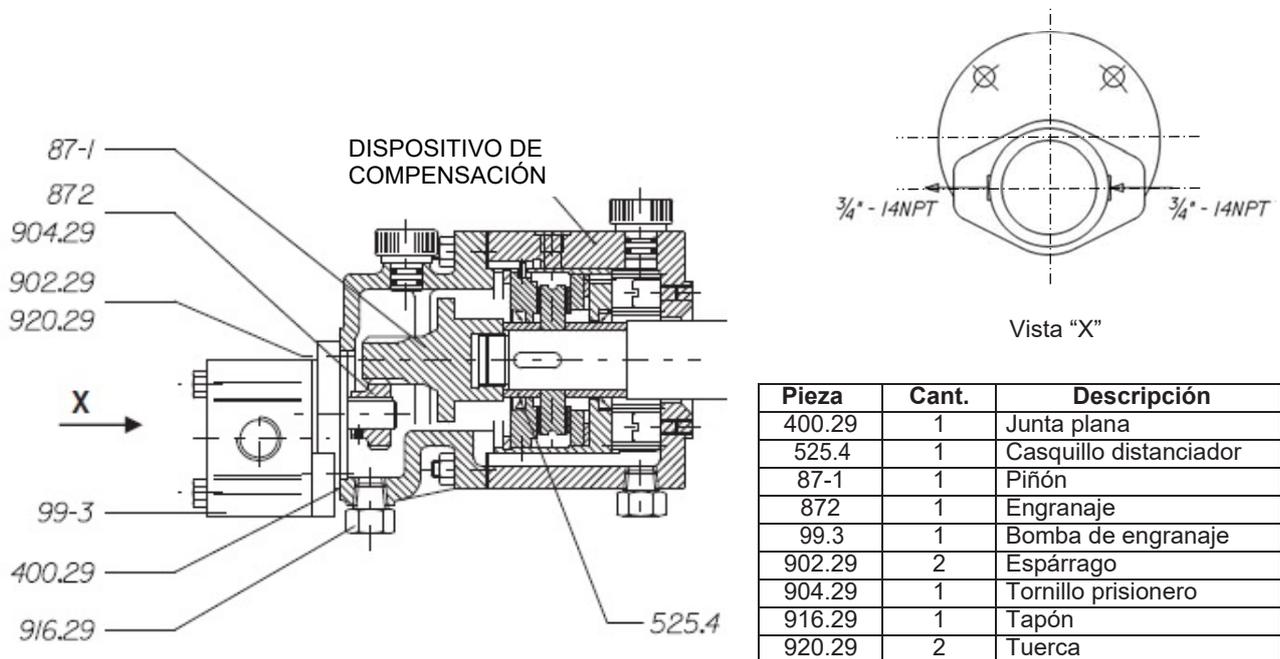


Figura 52 – Bomba de engranaje

Pieza	Cant.	Descripción
400.29	1	Junta plana
525.4	1	Casquillo distanciador
87-1	1	Piñón
872	1	Engranaje
99.3	1	Bomba de engranaje
902.29	2	Espárrago
904.29	1	Tornillo prisionero
916.29	1	Tapón
920.29	2	Tuerca

Tabla 20 – Piezas de la bomba de engranaje

### 16.4.4 Instalación de la válvula de caudal mínimo

El caudal mínimo puede ser mantenido por la instalación de una válvula de caudal mínimo en la línea de descarga. La selección de esta válvula debe realizarse caso por caso.

### 16.4.5 Filtros

Los filtros son frecuentemente necesarios para proteger la bomba de materiales extraños en la instalación y para proteger las holguras entre componentes estacionarios y rotativos de la bomba contra la contaminación.

Un filtro es particularmente importante si los estanques y las tuberías no han sido suficientemente decapados o soplados totalmente durante la puesta en marcha de nuevas instalaciones. Además, los residuos de soldadura, carcassas o impurezas similares a menudo aparecen después de un cierto período de operación, y pueden reaparecer después del mantenimiento o la reparación.

Los filtros se pueden instalar en la tubería de succión, en posición horizontal o vertical, preferentemente lo más cerca posible de la boquilla de la bomba.

Es aconsejable instalar filtros temporales dentro de la tubería de alimentación.

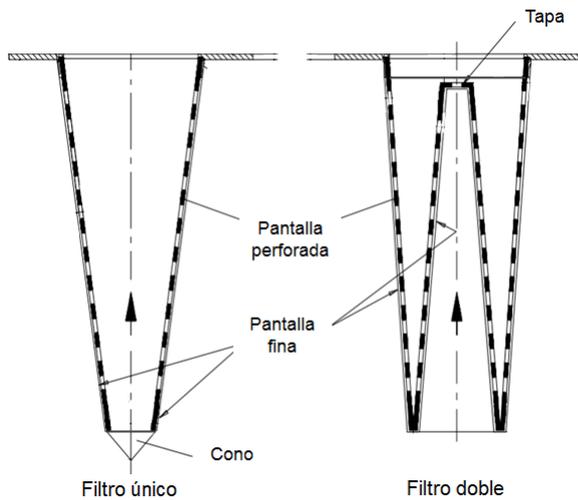


Figura 53 – Filtro Único y Doble

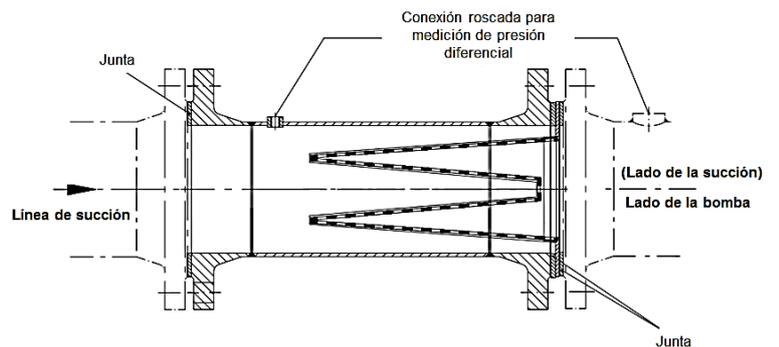


Figura 54 – Ejemplo de instalación horizontal

Para el monitoreo de la presión diferencial, suministre una conexión roscada en las tuberías arriba y abajo del cuerpo del filtro de succión.

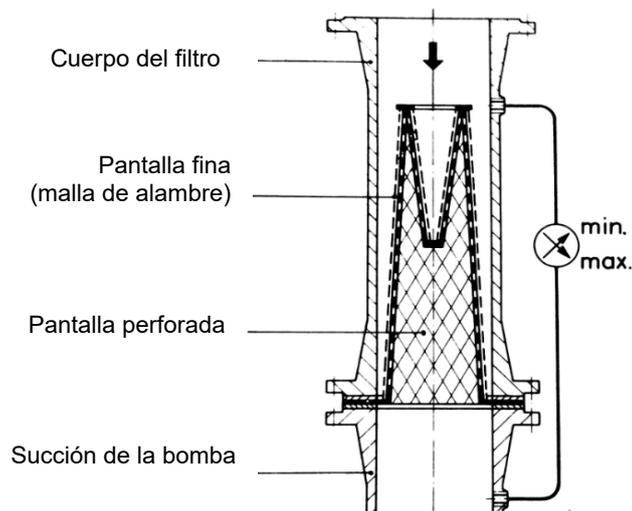


Figura 55 – Filtro de succión con monitoreo

## 16.4.6 Dispositivos

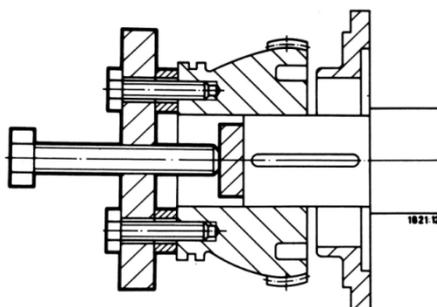


Figura 56 – Dispositivo para sacar acoplamiento

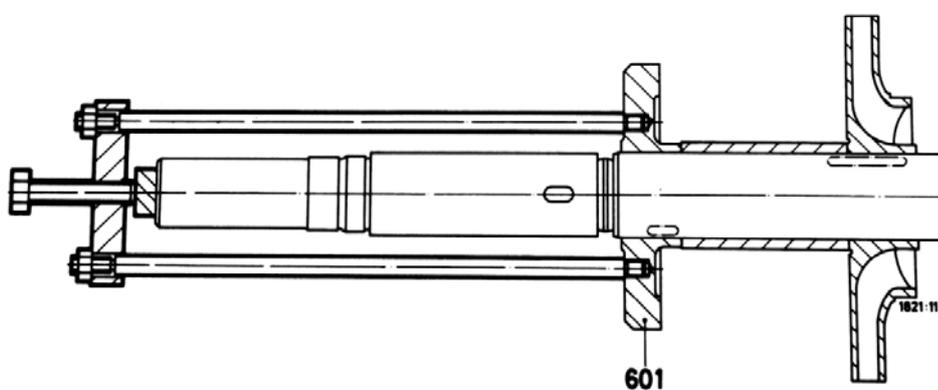
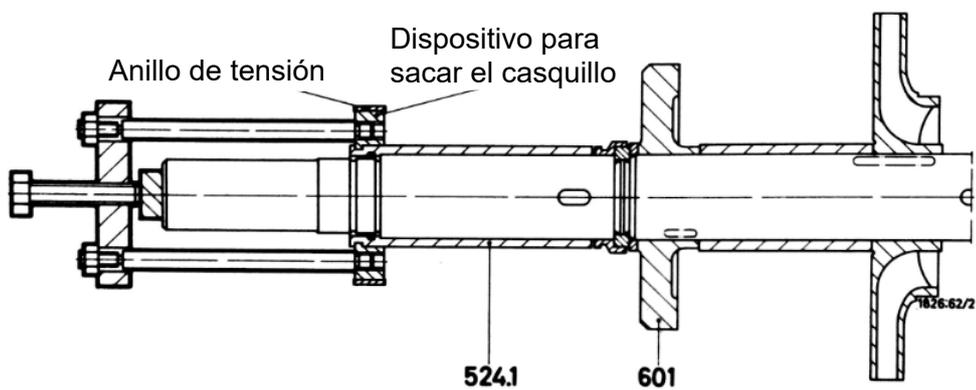


Figura 57 – Dispositivo para sacar el disco de descarga hidráulico



<u>Pieza nº</u>	<u>Denominación</u>
524.1	Casquillo de protección del eje
601	Disco de descarga

Figura 57 – Dispositivo para tirar casquillo de protección del eje

**16.4.7 Herramientas**

Tamaño de la Bomba	Llave de estrella (N 85) DN	Llave anillo (N 89) DN	Llave Allen (DIN 911)	Llave estrella (ZN 7444)	Alicate para anillos de seguridad (DIN 5254)
40	46	41	6	41	--
50	46	46	6	46	--
65	--	50	6 y 8	50	--
80	--	60	6 y 8	60	--
100	--	70	6 y 10	70	--
125	--	80	8 y 10	80	A40 y C40
150	--	90	8 y 14	90	A40 y C40

**17. Curvas características**

Ver catálogo de curvas características A1826.4P.



16/05/2018

A1836.0ES/0

**KSB Brasil Ltda.**

Rua José Rabello Portella, 400

Várzea Paulista SP 13220-540

Brasil <http://www.ksb.com.br>

Tel.: +55 11 4596 8500

**SAK – KSB Servicio de atención al cliente KSB**

e-mail: [sak@ksb.com](mailto:sak@ksb.com)