

BOMBA DE CIRCULACIÓN DO FLUIDO SECUNDARIO TEMPER -40

Contido

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	OBXETIVO.....	3
3.	FLUIDO A BOMBEAR: TEMPER -40	3
3.1.	Expansión Termal do Temper.....	4
3.2.	Cálculo do vaso de expansión do fluido secundario.....	4
3.3.	Propiedades Termiais.....	4
3.4.	Especificacións Técnicas.....	6
3.5.	Inhibidor de Corrosión	7
3.6.	Compatibilidade de Materiais.....	9
3.7.	Información Ecolóxica.....	9
3.8.	Manipulado e Seguridade.....	10
4.	ANÁLISE E CONTROL FLUÍDOS SECUNDARIOS	10
5.	CÁLCULO DO CAUDAL DE BOMBEO	11
6.	BOMBEO DUN FLUIDO VISCOSO	12
7.	CARACTERÍSTICAS DA BOMBA EVOSTA.....	17
7.1.	Datos Técnicos.....	18
7.2.	Datos Hidráulicos	18
7.3.	Manexo da Bomba	19
7.4.	. Descrición da proba.....	22
7.5.	Preparación da práctica:.....	22
8.	Exercicios relacionados con esta unidade de traballo	23
9.	Módulos vencellados con esta unidade de traballo	24
10.	ANEXO I: BOMBA GRUNDFOS SELECCIONADA	26

1. INTRODUCCIÓN

Sen perder de vista a finalidade do proxecto de innovación que estamos a desenrolar, no cal imos empregar un fluído refrixerante como é o R-290 nunha cámara de conxelación, que polas súas características imos manter confinado na sala de máquinas. Isto obríganos o emprego dun fluído secundario que soporte os requisitos de impulsión o interior da cámara. O fluído seleccionado é o Temper -40, cuxas características daremos mais adiante.

Coma tódolos fluídos cando os enfréamos presentan dúas características:

- Presentan risco de conxelación, o que imposibilita o seu bombeo, entre outros problemas.
- Aumenta considerablemente a súa viscosidade e densidade, o que dificulta o seu bombeo.

Imos determinar a interacción destes parámetros no dimensionado e selección da bomba.

2. OBXETIVO

Coma obxectivo temos a determinación do caudal de bombeo, para o cal imos partir das características do fluído a bombear e dos datos da cámara de conxelación.

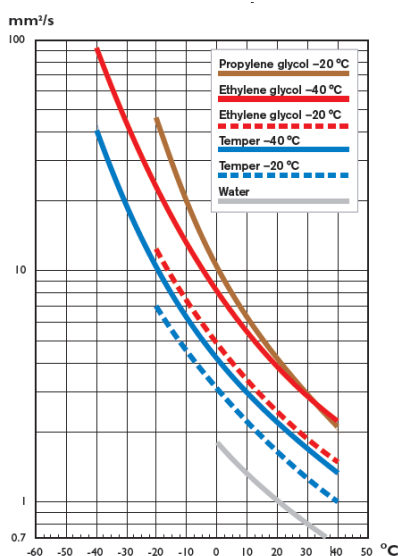
A partir destes datos faremos o dimensionado e selección da bomba de impulsión do fluído secundario.

3. FLUIDO A BOMBLEAR: TEMPER -40

Temper é un fluído secundario cuxas propiedades termais e ambientais atópanse na mestura óptima de sales orgánicos, que lle confiren unha baixa viscosidade. Isto á súa vez reduce o consumo total de enerxía e faíno ideal para a Refrixeración Industrial e a Industria Alimentaria. Temper incorpora un avanzado paquete de inhibición orgánica para asegurar unha protección anticorrosión óptima.

Temper é un fluído cun ton de incoloro a amarelado, e está libre de nitritos, boratos, fosfatos, molibdatos e silicatos. Para asegurar a alta calidade do produto, Temper sempre se fornece listo para usar, e está dispoñible en seis versións diferentes con puntos de conxelación que van de -10°C a -60°C.

Viscosidade Cinemática Temper vs Glicol



3.1. Expansión Termal do Temper

Hai moitas maneiras diferentes de calcular a expansión térmica.

Nalgúns casos utilízase o concepto de coeficiente de expansión; desafortunadamente hai varias formas, temperaturas de referencia diferentes, entre outras cousas, para calcular o coeficiente de expansión, o cal depende da temperatura.

Polo xeral, necesitamos saber canto se expande en volume un determinado líquido co aumento da temperatura. Os fluídos sempre se expanden con temperaturas máis altas e por tanto diminúen en densidade.

A continuación descríbese un método para calcular a relación entre temperatura e volume para un certo intervalo de temperatura.

Nota! Elix a densidade para a versión correcta do Temper®.

$D(T_0)$ = Densidade do Fluído a temperatura máis baixa, T_0 .

$D(T_1)$ = Densidade do Fluído a temperatura máis alta, T_1 .

V = Volume Total do Sistema.

ΔV = Expansión do Fluído, en Volume.

$\Delta V = V [D(T_0) - D(T_1)] / D(T_1)$ litros.

3.2. Cálculo do vaso de expansión do fluído secundario.

Para o cálculo do vaso imos empregar os datos do Temper -40 seguintes:

- Densidade do Fluído a temperatura máis baixa, $-25^\circ\text{C}=1224 \text{ kg/m}^3$.
- Densidade do Fluído a temperatura máis alta, $-20^\circ\text{C}=1222 \text{ kg/m}^3$.
- Volume Total do Sistema= 40 l.

$$\Delta V = V \cdot \frac{D(-25^\circ\text{C}) - D(-20^\circ\text{C})}{D(-20^\circ\text{C})} = 40 \text{ l} \cdot \frac{1224 \text{ Kg/m}^3 - 1222 \text{ Kg/m}^3}{1222 \text{ Kg/m}^3} = 0,065 \text{ l}.$$

Vemos logo que a expansión do Temper -40 e moi reducida.

3.3. Propiedades Termiais

Punto de congelación °C	T. °C	Densidad ³ kg/m	Calor Específico kJ/kg.K	Cond.Termal W/m.K	Viscosidad Dinámica mPa.s	Viscosidad ² Cinemática, mm /s
0 Agua	30	996	4,178	0,614	0,80	0,80
	20	998	4,182	0,598	1,00	1,00
	10	1000	4,192	0,580	1,31	1,31
	0	1000	4,217	0,562	1,79	1,79
-10	30	1084	3,590	0,559	1,16	1,07
	20	1086	3,577	0,544	1,45	1,33
	10	1088	3,561	0,529	1,95	1,80
	0	1090	3,542	0,514	2,80	2,57
	-10	1092	3,520	0,499	4,12	3,77
	30	1139	3,337	0,521	1,46	1,28

CIFP Valentín Paz Andrade (2019)

-20	20	1142	3,315	0,508	1,80	1,58
	10	1145	3,290	0,494	2,40	2,09
	0	1147	3,263	0,481	3,41	2,97
	-10	1149	3,233	0,467	5,14	4,48
	-20	1151	3,200	0,454	8,11	7,05
-30	30	1174	3,140	0,498	1,74	1,48
	20	1177	3,124	0,486	2,10	1,79
	10	1181	3,102	0,473	2,76	2,34
	0	1184	3,075	0,460	3,96	3,34
	-10	1187	3,042	0,448	6,14	5,17
	-20	1190	3,004	0,435	10,10	8,49
	-30	1192	2,961	0,423	17,32	14,53
-40	30	1203	3,011	0,476	2,05	1,70
	20	1207	3,008	0,465	2,71	2,24
	10	1211	2,997	0,454	3,65	3,01
	0	1215	2,978	0,443	5,10	4,20
	-10	1218	2,951	0,432	7,64	6,27
	-20	1222	2,917	0,421	12,67	10,37
	-30	1225	2,875	0,410	23,96	19,56
	-40	1227	2,825	0,399	51,53	41,99
-55	30	1235	2,886	0,456	2,02	1,64
	20	1240	2,876	0,445	2,96	2,39
	10	1245	2,860	0,435	4,36	3,50
	0	1250	2,840	0,426	6,48	5,18
	-10	1254	2,814	0,417	9,88	7,87
	-20	1259	2,784	0,408	16,05	12,75
	-30	1262	2,749	0,400	29,84	23,63
	-40	1266	2,708	0,392	68,94	54,47
	-50	1268	2,663	0,385	201,47	158,87
	-55	1269	2,639	0,381	368,63	290,47

3.4. Especificaciones Técnicas

Temper -10	
Apariencia	Líquido amarillo pálido
Punto de Ebullición	$\approx +109\text{ }^{\circ}\text{C}$
Punto de Congelación	$< -10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Densidad (+20 $^{\circ}\text{C}$)	1079 - 1092 kg/m ³
pH (+20 $^{\circ}\text{C}$):	8,5 $\pm$ 0,5
Viscosidad Dinámica (+20 $^{\circ}\text{C}$)	Ca. 1,45 mPa s (cP)
Viscosidad Cinemática (+20 $^{\circ}\text{C}$)	Ca. 1,33 mm ² /s (cSt)
Calor Específico (+20 $^{\circ}\text{C}$)	Ca. 3,577 kJ/kg K
Conductividad Termal (+20 $^{\circ}\text{C}$)	Ca. 0,544 W/m K

Temper -20	
Apariencia	Líquido amarillo pálido
Punto de Ebullición	$\approx +109\text{ }^{\circ}\text{C}$
Punto de Congelación	$< -20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Densidad (+20 $^{\circ}\text{C}$)	1138-1146 kg/m ³
pH (+20 $^{\circ}\text{C}$):	8,5 $\pm$ 0,5
Viscosidad Dinámica (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 1,80 mPa s (cP)
Viscosidad Cinemática (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 1,58 mm ² /s (cSt)
Calor Específico (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 3,315 kJ/kg K
Conductividad Termal (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 0,508 W/m K

Temper -25	
Apariencia	Líquido amarillo pálido
Punto de Ebullición	$\approx +109\text{ }^{\circ}\text{C}$
Punto de Congelación	$< -25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Densidad (+20 $^{\circ}\text{C}$)	1159 - 1163 kg/m ³
pH (+20 $^{\circ}\text{C}$):	8,5 $\pm$ 0,5
Viscosidad Dinámica (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 1,90 mPa s (cP)
Viscosidad Cinemática (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 1,64 mm ² /s (cSt)
Calor Específico (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 3,20 kJ/kg K
Conductividad Termal (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 0,497 W/m K

Temper -30	
Apariencia	Líquido amarillo pálido
Punto de Ebullición	$\approx +109\text{ }^{\circ}\text{C}$
Punto de Congelación	$< -30\text{ }^{\circ}\text{C}$
Densidad (+20 $^{\circ}\text{C}$)	1173 - 1183 kg/m ³
pH (+20 $^{\circ}\text{C}$):	8,5 $\pm$ 0,5
Viscosidad Dinámica (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 2,10 mPa s (cP)
Viscosidad Cinemática (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 1,79 mm ² /s (cSt)
Calor Específico (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 3,12 kJ/kg K
Conductividad Termal (+20 $^{\circ}\text{C}$)	ca. 0,486 W/m K

Temper -40	
Apariencia	Líquido amarillo pálido
Punto de Ebullición	$\approx +109\text{ }^{\circ}\text{C}$
Punto de Congelación	$< -40\text{ }^{\circ}\text{C}$
Densidad (+20 $^{\circ}\text{C}$)	1204 - 1213 kg/m ³

Temper -55	
Apariencia	Líquido amarillo pálido
Punto de Ebullición	$\approx +109\text{ }^{\circ}\text{C}$
Punto de Congelación	$< -55\text{ }^{\circ}\text{C}$
Densidad (+20 $^{\circ}\text{C}$)	1239 - 1242 kg/m ³

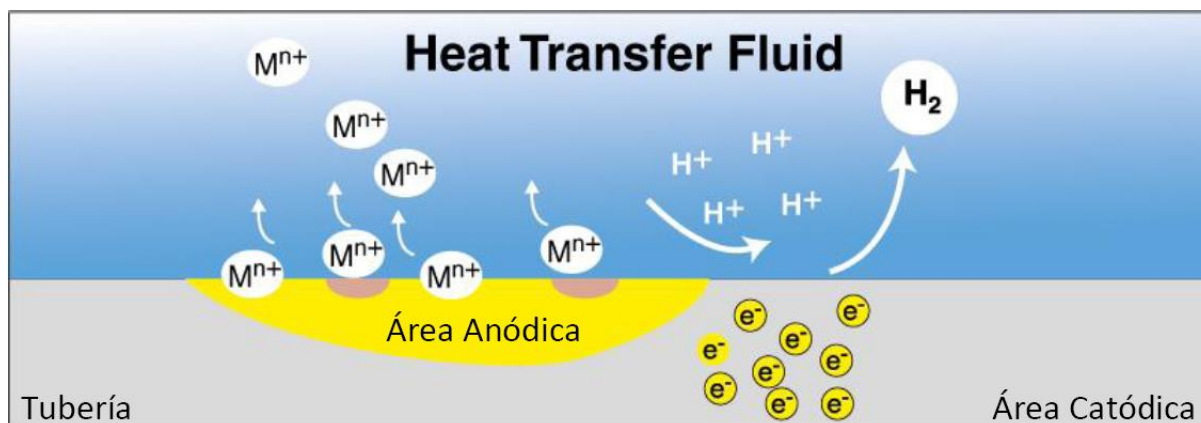
pH (+20 °C):	8,5 ± 0,5
Viscosidad Dinámica (+20 °C)	ca. 2,71 mPa s (cP)
Viscosidad Cinemática (+20 °C)	ca. 2,24 mm² /s (cSt)
Calor Específico (+20 °C)	ca. 3,01 kJ/kg K
Conductividad Termal (+20 °C)	ca. 0,465 W/m K

pH (+20 °C):	8,5 ± 0,5
Viscosidad Dinámica (+20 °C)	ca. 2,96 mPa s (cP)
Viscosidad Cinemática (+20 °C)	ca. 2,39 mm² /s (cSt)
Calor Específico (+20 °C)	ca. 2,88 kJ/kg K
Conductividad Termal (+20 °C)	ca. 0,445 W/m K

3.5. Inhibidor de Corrosión

Corrosión

A corrosión necesita diferencias de potencial eléctrico entre un ou dous metais diferentes e un electrolito, é dicir, un líquido que pode distribuír carga eléctrica (electróns) coma se aprecia na seguinte figura:



Corrosión galvánica

A corrosión a través de diferencias de potencial eléctrico entre varios metais nobres denomínase normalmente corrosión galvánica. A corrosión tamén pode verse no material cun só metal debido, por exemplo, a gradientes de concentración no electrolito / fluído ou impurezas na estrutura química do metal, etc.

Estadio Previo á Corrosión

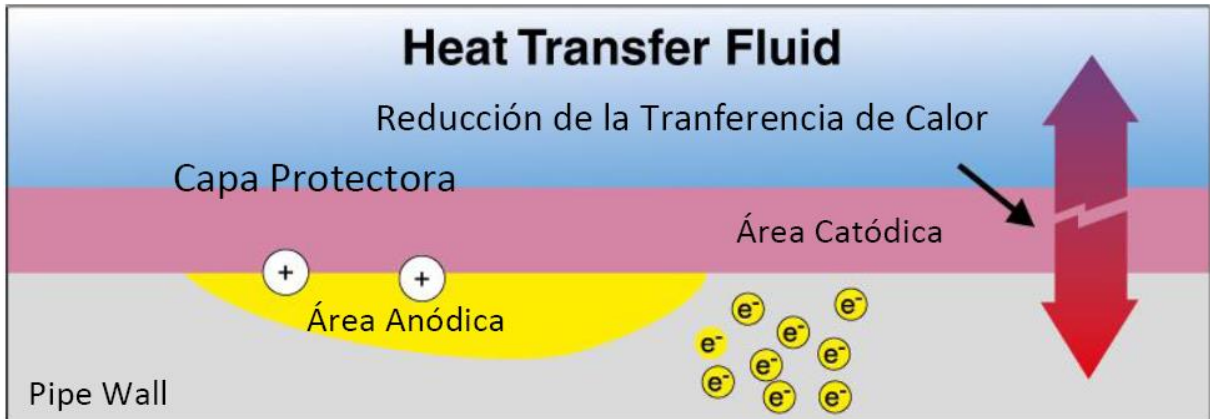
O sistema podería atoparse nun estadio previo á corrosión cando os electróns na área catódica ou os átomos de metal que se cargaron positivamente aínda non deixaron a superficie metálica. Este desvío de potencial eléctrico está a ocorrer todo o tempo en condutores eléctricos tales como metais. As desviacións créanse todo o tempo para ser, a maioría das veces, reducidas sen ningunha corrosión.

Protección contra a Corrosión

Tradicionalmente, protéxense os metais usando metais de Ánodo Galvánico, p.e., cinc, ou engadindo inhibidores de corrosión. Os inhibidores de corrosión tradicionais crean unha capa protectora, que funciona mecanicamente, e evita o transporte de electróns e ións metálicos ao electrolito. Esta tecnoloxía é boa a condición de que a capa protectora estea intacta, pero pola influencia mecánica e

o arrastre do fluído dita capa pódese danar. A capa protectora non só impide o transporte de electróns e ións metálicos, senón tamén evita a transferencia de calor.

Desta forma, hai que renovar o inhibidor de forma habitual para manter a protección contra a corrosión, construíndo novas películas protectoras non só nas áreas danadas, senón en todo o sistema e por tanto reducen a transferencia de calor aínda máis.

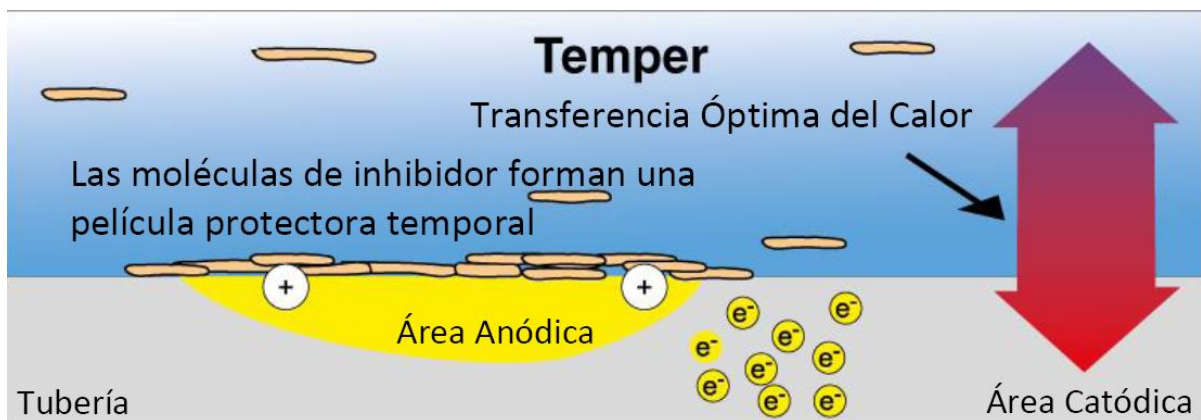


Capa protectora

Para analizar o estado do sistema en termos de corrosión hai que inspeccionar todas as partes do mesmo para poder asegurar que a capa protectora é suficiente. Isto é extremadamente difícil, se non imposible, toma moito tempo e por tanto é moi custoso.

O paquete de inhibidor de corrosión Temper® adhírese sobre as superficies de metal polo axuste eléctrico xa no estadio previo á corrosión (véxase arriba "Estadio previo á Corrosión"), creando unha capa protectora local temporal e moi fina. O inhibidor de corrosión Temper® crea localmente, e só cando é necesario, películas protectoras cun espesor mínimo (monomolecular), o que permite unha transferencia de calor óptima.

Máis tarde, cando se reduce a desviación eléctrica, os inhibidores de corrosión Temper® regresan ao fluído sen consumirse, pero están listos para actuar no seguinte desvío (Estadio previo da corrosión) que se produza. Os inhibidores de corrosión Temper® son selectivos químicamente a metais de construción e non son interferidos por outros ións ou metais non metálicos tales por exemplo potasio. O inhibidor de corrosión Temper® non contén compoñentes perigosos para o medio ambiente.



Inhibidor de corrosión Temper

Analizar o estado do sistema en termos de corrosión é moi fácil cando se usa Temper®. Dado que os inhibidores de corrosión Temper® están disoltos no fluído, pódese analizar facilmente a súa concentración para decidir se o sistema está ben ou non.

Se o nivel de inhibidor está por encima do nivel mínimo designado, a cantidade para protexer o sistema é suficiente. Dado que o inhibidor é eléctricamente selectivo desde o punto de vista químico, ningún estado previo pode "escapar", sendo detectado e protexido polos inhibidores.

Se o nivel de inhibidor diminúe, o cal pode ocorrer se o sistema non se limpou antes do seu enchido, ou se o sistema contiña elementos de corrosión desde o principio ou por influencia externa a través de fugas de partículas estrañas, sempre poderemos engadir Inhibidor concentrado até alcanzar o nivel apropiado.

3.6. Compatibilidade de Materiais

A maioría dos materiais comunmente utilizados en Sistemas Secundarios son compatibles con Temper: cobre, bronce, latón (alta calidade: deszincado), aceiro ao carbono (non recomendado por enriba de 30°C), aceiro inoxidable, ferro fundido, plásticos (ABS, PE). Os materiais plásticos deben ser adecuados para as temperaturas mínimas e máximas do sistema.

As altas temperaturas implican un maior risco de corrosión: por tanto, a selección de materiais debe ter en conta a temperatura de funcionamento dentro do sistema. Canto maior sexa a temperatura, mellor será a calidade dos materiais. Non se recomenda utilizar aceiro galvanizado xunto con Temper.

3.7. Información Ecolóxica

Temper® é un Fluído Caloportador amigable co medio ambiente, sometido a grandes test ecolóxicos. O produto é biodegradable, non tóxico, non reactivo e non inflamable.

Biodegradabilidade

A biodegradabilidade aeróbica de Temper® hase testado no laboratorio de probas Cenox AB en Suecia. Temper é biodegradable, segundo o método OECD 301A.

Biodegradabilidade	OECD 301 A	97 % de degradación despois de 7 días 99 % de degradación despois de 28 días	Degradación Biolóxica Sinxela
--------------------	------------	---	-------------------------------

A proba implica estimar continuamente a cantidade restante de DOC (Carbono Orgánico Disolto). Dacordo coas directrices da EOCD para probar sustancias químicas, considérase que un composto de proba é facilmente biodegradable se a perda de DOC é superior ao 70% nun prazo de 28 días. O valor de paso debe alcanzarse nunha xanela de 10 días dentro do período de 28 días da proba. Para o composto de ensaio Temper® até un 97% de DOC consómese despois de 7 días. Así, o criterio é alcanzado e Temper® pode ser considerado como facilmente biodegradable.

Toxicidade Organismos Mariños

Os efectos tóxicos en organismos mariños foron probados no laboratorio de probas Toxicon AB en Suecia. Temper® non presenta toxicidade aguda para a bacteria Vibro Fisheri, segundo o método Microtox.

Toxicidad Aguda Bacteria	Microtox Método	Ligeramente Tóxico Día 0 Sin Efectos Tóxicos tras 28 días	Sin Toxicidad Aguda
--------------------------	-----------------	--	---------------------

O método Microtox implica unha análise da capacidade de emisión de luz de bacterias bioluminiscentes en solución do composto de ensaio. Ensáianse dúas solucións coa mesma concentración de partida. Unha solución próbase o día 0 e a outra se proba despois de 28 días de biodegradabilidade aerobia. A capacidade de emisión de luz das bacterias expostas estímase en series con tempos de exposición de 5, 15 e 30 minutos. Calcúlase a relación entre a concentración do composto de ensaio e a resposta. A continuación, calcúlanse as concentracións nunha redución do 20% da emisión de luz (EC20) respectivamente 50% de redución (EC50). Segundo os resultados das probas Temper (0,7% v / v) é lixeiramente tóxico para a bacteria *Vibrio fischeri* día 0. Despois de 28 días de biodegradabilidade non se mostran efectos tóxicos.

Toxicidade Troita Arco Iris

Analizáronse os efectos tóxicos na troita arco iris no laboratorio de ensaio Toxicon AB. Temper® non é considerado como tóxico agudo, segundo o método OCDE TG nº 203, "Fish, Acute Test"

Toxicidad Aguda Trucha Arco Iris	OECD TG no 203	LC50/96h 13900 mg/l	Sin Toxicidad Aguda
----------------------------------	----------------	---------------------	---------------------

O método consiste na exposición da troita arco iris a unha solución de Temper® en diversas concentracións. LC50 produciuse á concentración 1,2% v / v despois de 24 h respectivamente 1,1% v / v despois de 96 h. (1,1% v / v = 13900 mg / l).

Acumulación en Organismos Vivos

Temper non contén compoñentes coa capacidade de acumularse en organismos vivos.

Efecto Fertilizante

Temper® contén Potasio, que traballa como un fertilizante natural.

Avaliación do Ciclo de Vida do Temper

A avaliación do ciclo de vida (LCA) é un método internacional para avaliar as cargas ambientais asociadas co ciclo de vida dun produto. Realizouse un estudo para describir e cuantificar sistematicamente o impacto ambiental total en diferentes fases do ciclo de vida de Temper®. O resultado da análise mostra que Temper® ten un impacto ambiental moi baixo.

Estabilidade

Temper® é estable, non inflamable e non explosivo.

3.8. Manipulado e Seguridade

Temper® considérase como non perigoso para o medio ambiente e se se dilúe pode ser vertido no sistema de rede de sumidoiros, despois de consultar ás autoridades locais.

Temper é estable, non combustible e non explosivo, por tanto o produto é fácil e seguro de manexar. Temper® pode, do mesmo xeito que calquera outra solución salina, ser irritante en contacto cos ollos, por tanto usar protección ocular adecuada. O contacto prolongado coa pel pode irritar, recoméndanse luvas protectoras.

4. ANÁLISE E CONTROL FLUÍDOS SECUNDARIOS

Un control periódico do sistema e dos parámetros do fluído permitiríanos detectar potenciais problemas antes de que se agraven, e alargará a vida útil da instalación. Os parámetros xerais a controlar serían:

Densidade: o parámetro da densidade daranos o punto de conxelación de calquera fluído, xa sexa unha Auga Glicolada ou un Temper. Calquera variación da densidade do fluído sobre os parámetros iniciais indicaranos que algo ocorre no sistema (entrada de auga ou contaminación co refrigerante primario).

TEMPER		MPG			MEG		
Densidad	Congelación °C	%	Densidad	Congelación °C	%	Densidad	Congelación °C
1.090	-10,7	25	1.024	-10,0	25	1.037	-12,0
1.120	-16,0	30	1.028	-13,0	30	1.045	-15,0
1.140	-19,6	35	1.032	-17,0	35	1.052	-20,0
1.150	-22,2	40	1.036	-21,0	40	1.059	-25,0
1.160	-25,2	45	1.039	-27,0	45	1.066	-30,0
1.180	-31,0	50	1.042	-33,0	50	1.073	-37,0
1.210	-40,9	55	1.045	-42,0	55	1.080	-44,0
1.240	-55,0	60	1.048	-50,0	60	1.086	-50,0

Densidade de Fluidos (Muestreos a 20°C)

pH: mide a acidez nun líquido, onde o pH baixo significa fluído ácido e un pH alto indícanos que o fluído é básico. Un pH absolutamente neutro tería un valor de 7: un valor de entre 8 e 9 é beneficioso para a maioría de metais, e é o valor que se recomenda manter no sistema.

Calidade da auga: no caso de augas engadidas a Glicol, a dureza da mesma é a medida de calcio e magnesio disoltos: estes dous elementos están normalmente presentes na auga de rede, polo que se recomenda o uso de augas desmineralizadas e desionizadas.

O Calcio e o Magnesio poden formar depósitos nas superficies metálicas, o que dará como resultado unha redución da transferencia de calor, así como un incremento do risco de que compoñentes do sistema se poidan bloquear (válvulas, intercambiadores de calor, etc).

Concentración de Metais: a presenza de metais no fluído é un síntoma inequívoco de corrosión no sistema. Alteracións no pH son síntoma de que poida haber metais disoltos, o que obrigaría a unha análise en laboratorio.

As partículas de Hierro poden causar erosión e corrosión, así mesmo o Cobre é particularmente sensible a estas partículas. O Hierro, así mesmo, pode ser o catalizador do incremento da corrosión do sistema.

No caso do Cobre, Zinc e Latón, a corrosión pode ocorrer ao non utilizar Latón de alta calidade, con proceso de Deszincado previo (DZR). As partículas de Cobre, Zinc e Latón poden causar depósitos e bloqueos do sistema.

5. CÁLCULO DO CAUDAL DE BOMBEO

Para o cálculo do caudal de bombeo, partimos dos datos da instalación frigorífica:

Potencia frigorífica da instalación: 1,5 Kw.

Fluído secundario empregado: Temper 40.

Temperatura entrada o evaporador: -20°C.

Temperatura saída do evaporador: -25°C.

Datos del fluido secundario:

		-20°C	-25°C *	-30°C
Densidade	[kg/m ³]	1222	1223	1225
Calor específico	[Kj/Kg°C]	2,917	2,896	2,875
Conductividade termal	[w/m K]	0,421	0,416	0,410
Viscosidade dinámica	[mPa.s]	12,67	18,41	23,96
Viscosidade cinemática	[mm ² /s]	10,37	15,03	19,56

Traballando cunha diferenza de temperatura entre a impulsión e o retorno do evaporador de 5K, necesitaría un caudal de bombeo de:

$$P = C_e \cdot M \cdot \Delta T$$

$$M = \frac{1,5 \text{ Kw}}{2,917 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \cdot 5^\circ\text{C} \cdot 1222 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 0,3029 \text{ m}^3/\text{h}$$

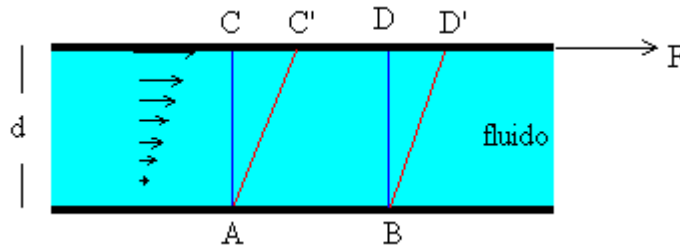
Se reducimos a diferenza de temperatura entre a impulsión e o retorno do evaporador a 2K, o caudal de bombeo necesario sería de:

$$M = \frac{1,5 \text{ Kw}}{2,917 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \cdot 2^\circ\text{C} \cdot 1222 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 0,7574 \text{ m}^3/\text{h}$$

6. BOMBEO DUN FLUIDO VISCOSO

Viscosidade

En termos moi simples, a viscosidade é a resistencia que exerce un fluído a ser deformado. Esa resistencia maniféstase como unha forza de fricción entre o fluído e aquilo que está a tratar de deformalo.



Todos os fluídos teñen algo de viscosidade, os líquidos moito máis que os gases.

- A diminución do caudal e a altura é despreciable por baixo de 43 centistokes,
- A potencia aumenta a partir de 4,3 centistokes,
- NPSH requirido aproximadamente aumenta cos mesmos coeficientes que a altura,
- Os gráficos deben usarse sen extrapolar,
- Non son válidos para bombas de fluxo mixto ou hélice, tampouco para fluídos non uniformes,
- Pode aplicarse para bombas multicelulares, A súa exactitude vese afectada as perdas adicionais entre etapas ou fases,

Cando o líquido que temos que bombear é viscoso requírese de maior enerxía para facelo circular pola bomba e o sistema de canos, porque a fricción é moito maior.

Como consecuencia disto teremos:

- Redución na altura total.
- Redución no caudal
- Redución da eficiencia.
- Aumento da potencia consumida.
- Aumento de esforzos mecánicos.

Non existe forma teórica que permita realizar estas correccións, por iso recórrase á experimentación, reflectindo en gráficos os datos obtidos e deducindo dos mesmos os valores a empregar, por atopar, a priori, o comportamento dunha bomba centrífuga traballando con líquidos de natureza diferente á auga.

Os fabricantes de bombas centrífugas fan seus ensaios con auga limpa a 20°C, ($\rho = 1 \text{ Kg/dm}^3$; $\nu = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$) por tanto as curvas que nos proporcionan son válidas para esa condición, ou para un fluído cuxa viscosidade e peso específico sexan moi similares á da auga a 20°C

Para saber cal será o comportamento dunha bomba cun líquido viscoso o Hydraulic Institute desenvolveu un método gráfico baseado en experiencias de laboratorio.

Moitos fabricantes de bombas dixitalizaron este método para incorporalo aos seus programas de selección.

O método é moi bo e as correccións calculadas son unha boa aproximación á realidade,.

O método do Hydraulic Institute propón tomar os datos coñecidos para auga (curva de rendemento) e aplicarles uns factores de corrección por viscosidade que se obteñen dun gráfico.

Definamos a nomenclatura:

H_a Altura con auga

Q_a = Caudal con auga

HPa = Potencia con auga

fH = Factor de corrección da altura por viscosidade

fQ = Factor de corrección do caudal por viscosidade

f_q = Factor de corrección da eficiencia por viscosidade

H_v = Altura corrixida por viscosidade.

Debemos ter en conta as seguintes limitacións:

Caudal con auga:

Se a bomba ten un impulsor de dobre succión débese considerar a metade do caudal da bomba, é dicir, o caudal por ollo.

Altura con auga:

Se a bomba ten máis dunha etapa, débese considerar a altura por etapa.

Viscosidade do fluído:

As correccións están feitas para líquidos newtonianos', cuxa viscosidade non se modifica pola axitación do fluído.

Límite de viscosidade:

Hai diversos criterios en canto á máxima viscosidade admisible nunha bomba centrífuga.

Hai quen falan dunha viscosidade cinemática máxima de 1000 cts, o que non é do todo certo porque hai bombas traballando até con 3000 cts, pero son bombas bastante grandes traballando a baixa velocidade, o que fai que o efecto da viscosidade sexa moito menor que nunha bomba pequena funcionando a 3000 rpm.

Factores de corrección:

$$\begin{aligned}H_v &= H_a \cdot f_h \\Q_v &= Q_a \cdot f_q \\HP_v &= HP_a \cdot \frac{f_h \cdot f_q}{f_n}\end{aligned}$$

Vexamos un exemplo: Supoñamos que temos unha bomba que con auga ten as seguintes condicións operativas:

Q_a = 150 m³/h

H_a = 30 m

HP_a = 25 HP

Pero ímola a utilizar cun fluído que ten unha viscosidade cinemática de 200 centistokes.

Utilizando o gráfico (móstrase a continuación) obtemos o tres factores de corrección:

f_q = 0,63 Factor de corrección de eficiencia

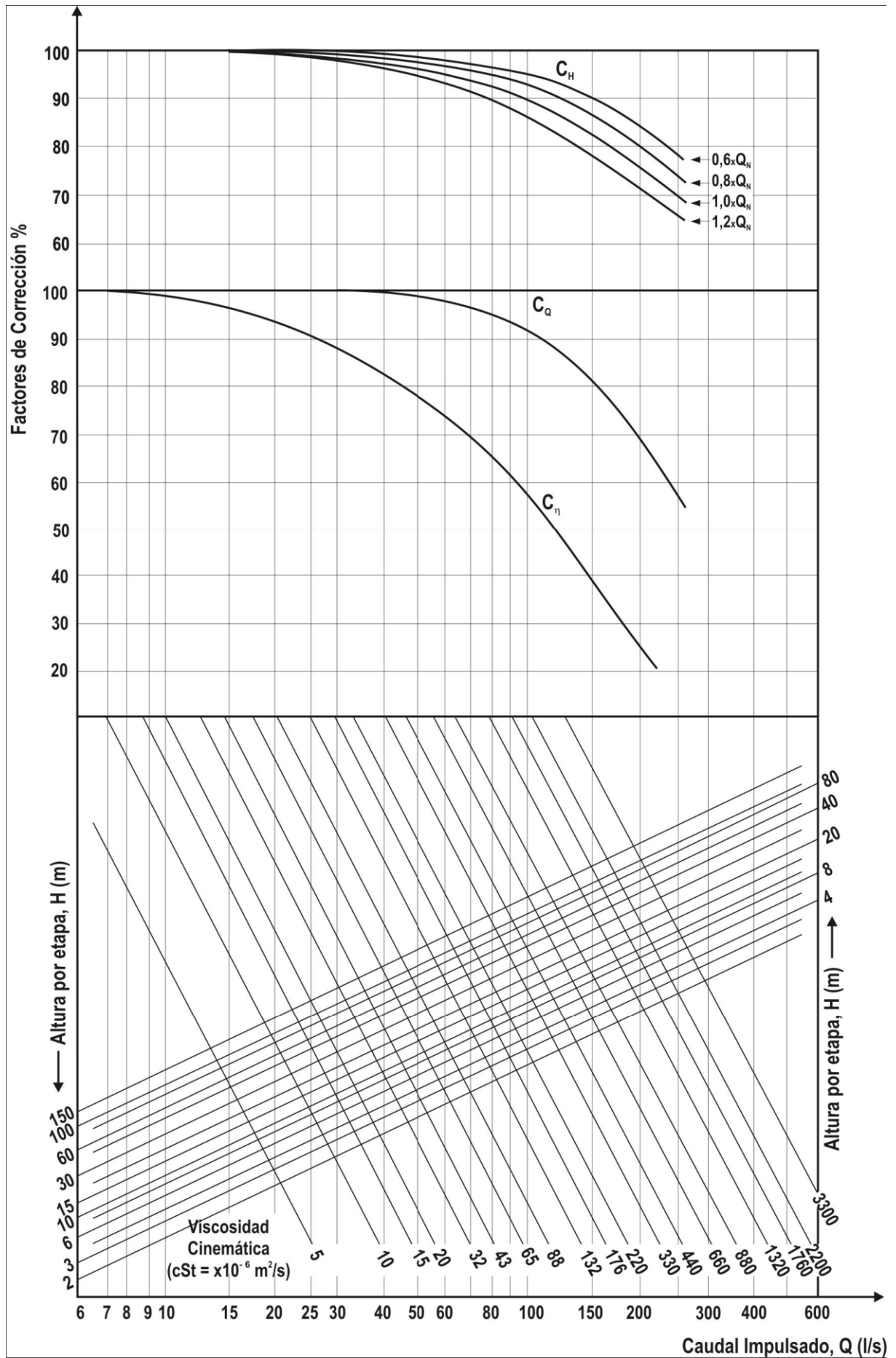
fQ = 0,95 Factor de corrección de caudal

fH = 0,95 Factor de corrección de altura.

$$H_v = H_a \cdot f_h = 30 \text{ m} \cdot 0,95 = 28,5 \text{ m}.$$

$$Q_v = Q_a \cdot f_q = 150 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 0,95 = 142,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$HP_v = HP_a \cdot \frac{f_h \cdot f_q}{f_n} = 25 \text{ HP} \cdot 0,95 \cdot \frac{0,95}{0,63} = 35,81 \text{ HP}$$



7. CARACTERÍSTICAS DA BOMBA EVOSTA

Bomba electrónica de baixo consumo enerxético para a circulación de auga quente en todo tipo de instalacións domésticas de calefacción.

Ao motor síncrono de imáns permanentes e ao vareador de frecuencia, a gama de circuladores serie EVOSTA asegura unha elevada eficiencia en todas as aplicacións, obtendo importantes resultados en termos de aforro enerxético.

Por todo isto, o circulador EVOSTA, está en liña coa normativa europea ErP 2009/125/CE (antes EuP) incluídos os novos requisitos que entraron en vigor no 2015 ($EEL \leq 0,23$).

O circulador incorpora un dispositivo electrónico capaz de detectar as variacións requiridas polo sistema e adapta automaticamente o rendemento do circulador, asegurando sempre a máxima eficiencia co mínimo consumo enerxético.

O circulador EVOSTA constrúíuse para a substitución dos antigos circuladores de tres velocidades, ten as dimensións que a serie VA, e pode cubrir as prestacións de dita gama, xa que un único modelo cumpre alturas de elevación de 4, 5 e 6 metros. Diseñado para simplificar o traballo do usuario, dispón dun único botón de configuración secuencial dun tapón para realizar a purga da instalación e para acceder ao eixo do motor e libéralo fronte a posibles bloqueos.

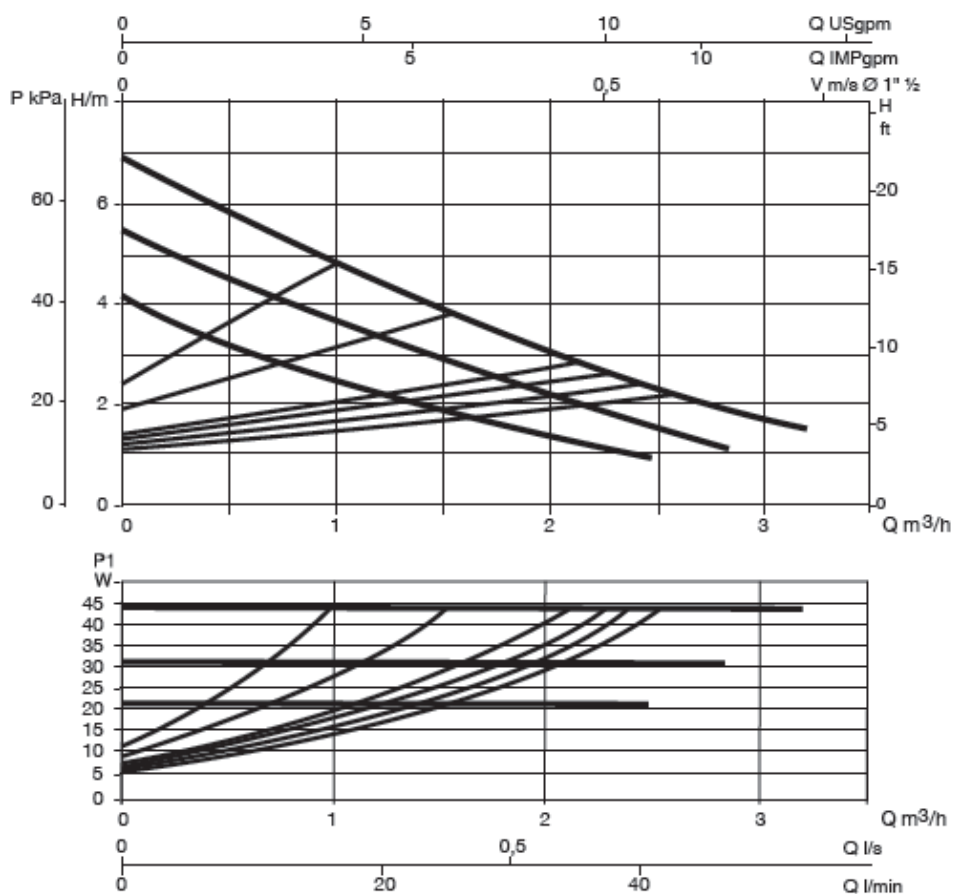
- Rango de funcionamento: 0,4 - 3,3 m³/h con altura de elevación hasta 6,9 m.
- Rango de temperatura do líquido: de +2°C a +95°C.
- Presión de traballo: 10 bar (1000 kPa).
- Grado de protección: IP 44.
- Clase de illamento: F.
- Instalación: co eixo de motor en posición horizontal.
- Tensión de alimentación de serie: monofásica 1x230 V~ 50/60 Hz.
- O circulador non é apto para bombear líquidos inflamables ou perigosos.
- Líquido bombeado: Limpo, libre de sustancias sólidas e aceites minerais, non viscoso, químicamente neutro, con características similares á auga (glicol máx. 30%).

7.1. Datos Técnicos

MODELO	DISTANCIA ENTRE EJES mm	CONEXIÓN RACOR BOMBA	RACOR - BAJO PEDIDO		DATOS ELÉCTRICOS					PRESIÓN MÍNIMA DE AGUA
			ESTÁNDAR	ESPECIAL	ALIMENTACIÓN 50 Hz	P W		In A		
EVOSTA 40-70/130	130	1"½	1" F	¾" F 1¼" M	1x230V	MÍN. MÁX.	6 44	MÍN. MÁX.	0,08 0,38	T° + 90°C m.c.a. 10
EVOSTA 40-70/130 1/2"	130	1"	½" F	-	1x230V	MÍN. MÁX.	6 44	MÍN. MÁX.	0,08 0,39	T° + 90°C m.c.a. 10
EVOSTA 40-70/180	180	1"½	1" F	¾" F 1¼" M	1x230V	MÍN. MÁX.	6 44	MÍN. MÁX.	0,08 0,38	T° + 90°C m.c.a. 10

7.2. Datos Hidráulicos

MODELO	VELOCIDAD	Q m³/h l/min	0 0	0,6 10	1,2 20	1,8 30	2,4 40	3 50
EVOSTA 40-70	V1	H (m)	4,14	2,98	2,16	1,57	0,99	
	V2		5,44	4,3	3,32	2,42	1,61	
	V3		6,88	5,5	4,42	3,35	2,41	1,71



As curvas de prestação están basadas en valores de viscosidad cinemática = 1 mm²/s e densidade igual a 1000 kg/m³. Tolerancia das curvas según ISO9906. Frecuencia de funcionamento: 50 Hz

7.3. Manexo da Bomba

PN MAX 1,0 MPa (10 bar)

FT

Temperatura acqua
Température de l'eau
Water Temperature
Wassertemperatur
Temperatura del agua
Vattentemperatur
Veden lämpötila
Temperatura vode
Θερμοκρασία νερού
Temperatura wody
Температура на водата

AT

Temperatura ambiente
Température ambiante
Ambient Temperature
Raumtemperatur
Temperatura ambiente
Omgivningstemperatur
Ympäristön lämpötila
Sobna temperatura
Θερμοκρασία χώρου
Temperatura otoczenia
Температура на околната среда

EVOSTA
EVOSTA DPC

FT C°	AT C°
95	40
70	45

P MIN (90°C) 0,1 MPa (1 bar)

0°

Correct installation: Vertical (thumbs up) and Horizontal (thumbs up).

Incorrect installation: Inverted (thumbs down) and Horizontal (thumbs down).

EVOSTA

1

2

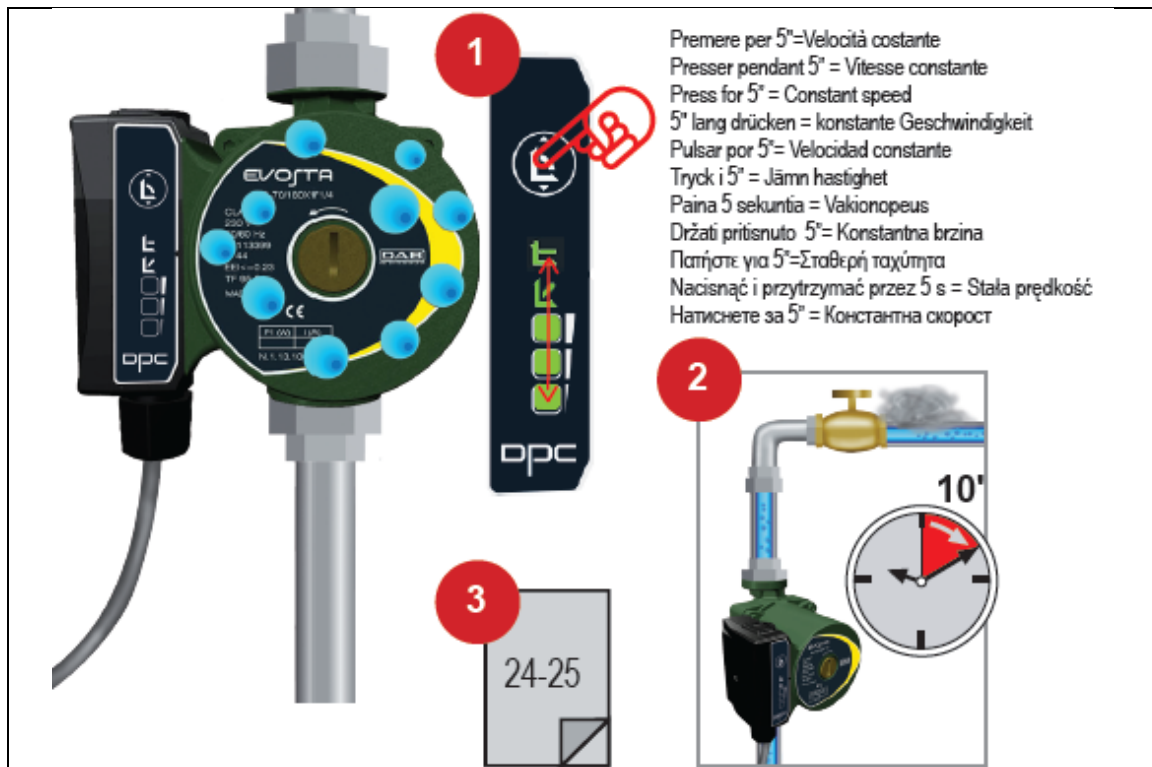
3

24-25

10'

Curva fissa - Courbe fixe - Fixed curve
Feste Kennlinien Curva fija - Fast kurva -
Kinteää käyrää - Fiksna krivulja - Σταθερή
καμπύλη - Wykres stały - Фиксирана
крива

Para unha purga rápida configure a bomba na velocidade 3 durante 10'.

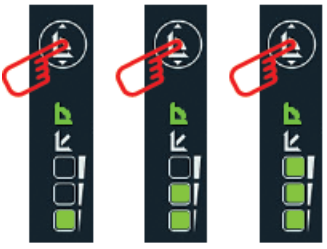
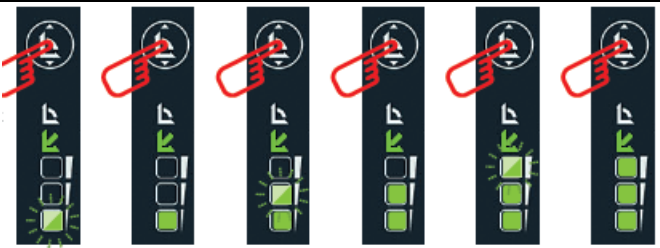
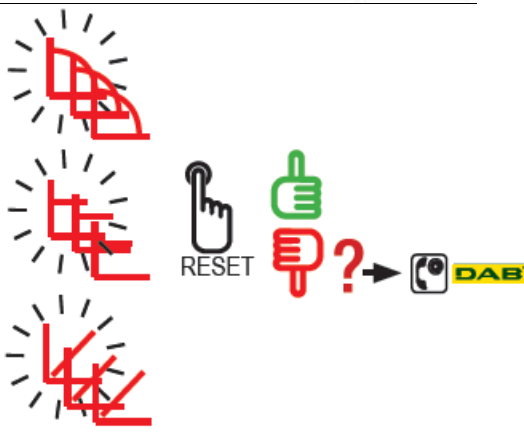


Para unha purga rápida configure a bomba na velocidade 3 durante 10'.



O circulador non require ningún tipo de mantemento. Ao comezar a tempada invernal, comprobar que o eixo do motor non estea bloqueado.

A bomba intenta poñerse en marcha novamente utilizando algoritmos para conseguir o desbloqueo automático. De non lograrlo, interven unha alarma. Neste caso o usuario deberá rearrancar la bomba manualmente presionando o pulsador on/off.

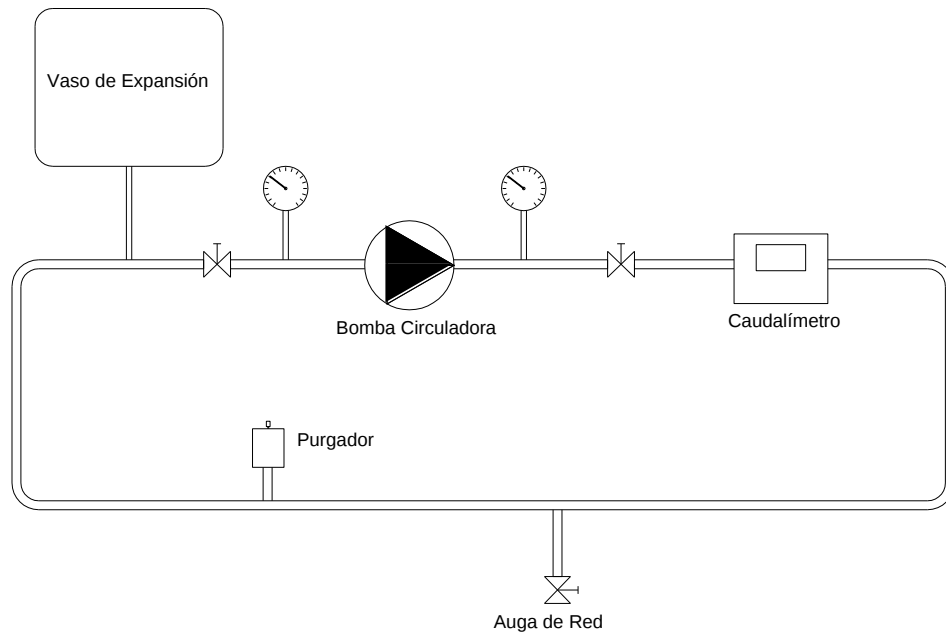
 Quentamento por chan		 CS1 CS2 CS3 Usar curva fixa ou presión proporcional.
 Radiadores		 PP1 PP2 PP3 PP4 PP5 PP6 Usar presión proporcional
 ALARM! ALARM!		
 RESET ? DAB	Solicitar asistencia	
	2 Destellos: Circulador bloqueado / pérdida de control en la fase.	
	3 Destellos: Problemas en el microprocesador o de cortocircuito interior	

7.4. . Descrición da proba.

Para comprobar que a bomba circuladora traballa coa presión diferencial, se fixo una pequena proba simulando as perdas de carga do circuíto.

Para elo se dispuxo dunha bomba circuladora electrónica con regulación diferencial, dous manómetros (un antes e outro despois da bomba circuladora), un vaso de expansión, un contador de quilocalorías (que fai de caudalímetro), chaves de corte e racorería con tubaxes flexibles.

O esquema da proba é o seguinte:



7.5. Preparación da práctica:

Para a preparación da práctica se prepara nun circuíto cerrado unha bomba circuradora (neste caso a EVOSTA V1), poñemos duas chaves en serie para poder simular as perdas de carga e un cualímetro para medir o caudal, ademais poñemos un vaso de expansión para que nos absorba a presión da auga coas perdas de carga e tamén poder manter a presión de auga de circulación para que traballe nas propias condicións de traballo, e por último un purgador para eliminar o aire na instalación durante o enchido da instalación.

Para comezar a proba, o primeiro pasamos a encher de auga o circuíto con auga de red e purgando o aire no circuíto de auga (ata 1,5 kg/cm²) e comprobar que non perdía por ningúnha parte da racorería, logo se arrancou a bomba con as dúas válvulas abertas para a correcta circulación da auga, e comprobamos o caudal xunto coas presións da aspiración e descarga da bomba.



Caudal de 0,688 m ³ /h	Presión aspiración Bomba 1,35bar	Presión aspiración bomba 1,65bar
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Despois se cerra ¼ de volta na válvula de aspiración simulando a perda de carga dos radiadores (entendendo que se abren máis radiadores na instalación), e o resultado é o seguinte:

		
Caudal de 0,658 m ³ /h	Presión aspiración Bomba 1,3bar	Presión aspiración bomba 1,7bar

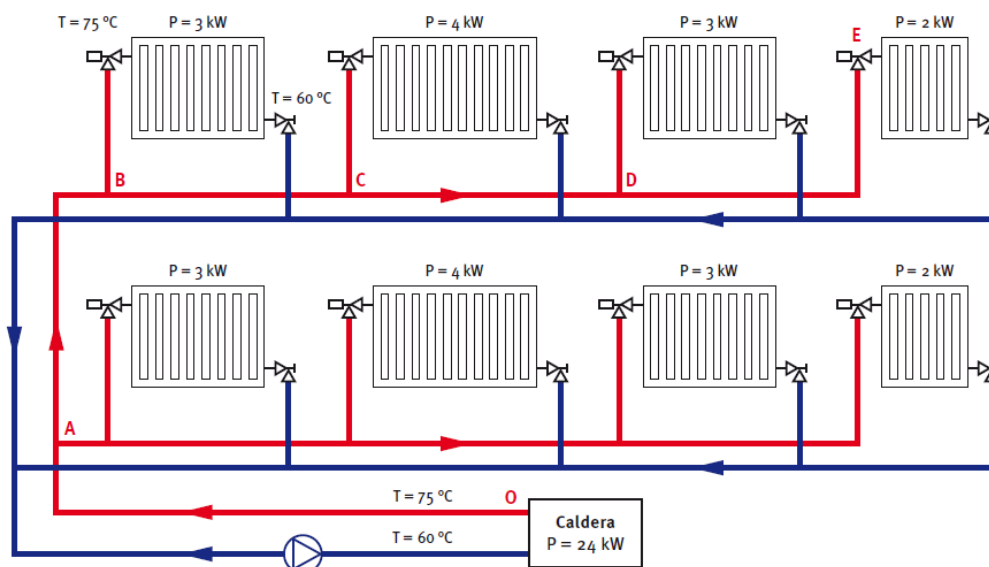
Como podemos comprobar, esta bomba é de presión diferencial e pode manter dentro de un marxen a diferenza de presións de $\pm 0,3$ bar. Seguidamente voltamos a pechar outro ¼ de volta, quedando pechada a metade da válvula, e o resultado é o seguinte:

		
Caudal de 0,601 m ³ /h	Presión aspiración Bomba 1,3bar	Presión aspiración bomba 1,7bar

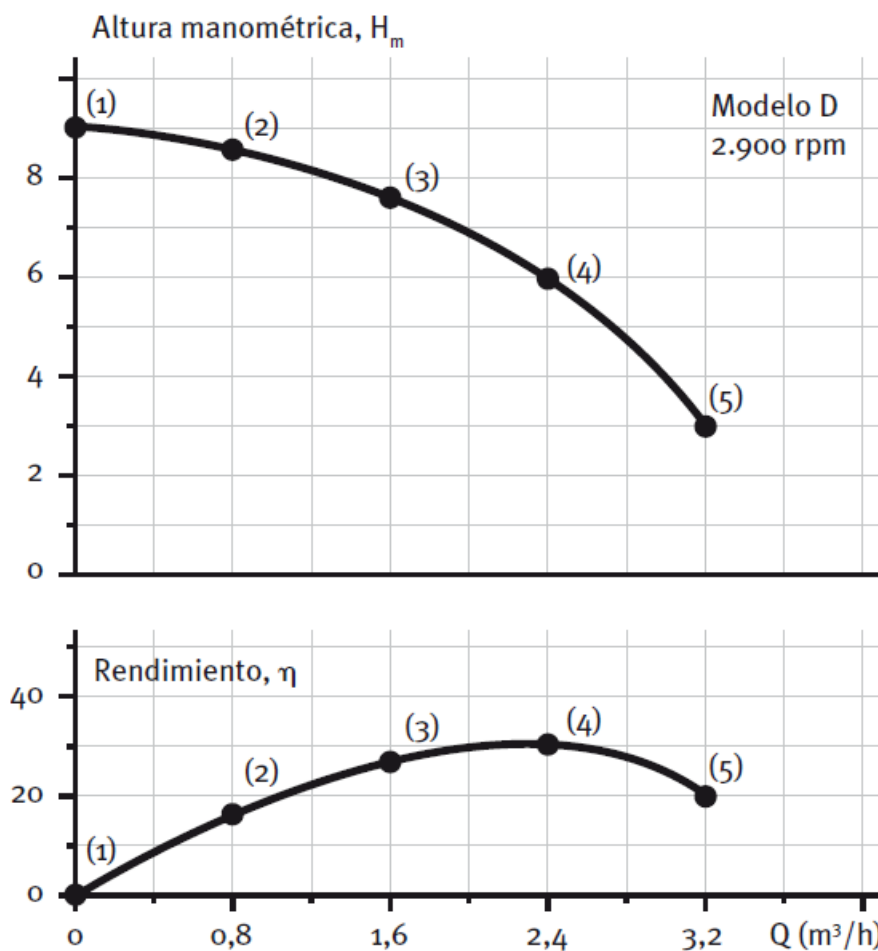
Como vemos volvemos a ter a mesma diferenza de presións de $\pm 0,3$ bar, polo tanto este tipo de bomba van a conseguir manter as presións debido as perdas de carga de forma constante. Con isto sacamos un mellor punto de traballo da bomba e un mellor rendemento da instalación.

8. Exercicios relacionados con esta unidade de traballo

- 1.- Debuxar un sistema de calefacción cunha caldeira con bomba independente e cunha agulla hidráulica.
- 2.- Calcular o caudal de auga que debe impulsar a bomba da instalación de calefacción doméstica da figura.



3.- Unha bomba circuladora xira a 2.900 rpm cando a frecuencia é de 50 Hz. Determinar a súa curva de funcionamento si se varía a súa frecuencia a 40 Hz. Se dispón das curvas de altura manométrica, rendemento e potencia en función do caudal.



9. Módulos vencellados con esta unidade de traballo

Ciclo superior de mantemento de instalacións térmicas e de fluídos

0121-Equipos e instalacións térmicas

0134-Configuración de Instalacións térmicas e de fluídos

0135-Mantemento de instalacións frigoríficas e de climatización

Ciclo superior de desenvolvemento de proxectos de instalacións térmicas e de fluídos

0121-Equipos e instalacións térmicas

0126-Configuración de instalacións frigoríficas

0126-Configuración de instalacións frigoríficas

Ciclo superior en eficiencia enerxética e enerxía solar térmica

0121-Equipos e instalacións térmicas

0349-Eficiencia enerxética de instalacións

Ciclo medio instalacións frigoríficas e de climatización

0036- Máquinas e equipamentos térmicos

0039- Configuración de instalacións de frío e climatización.

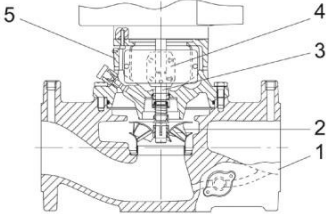
0040- Montaxe e mantemento de equipamentos de refrixeración comercial.

0041- Montaxe e mantemento de instalacións frigoríficas industriais.

Ciclo medio de produción de calor

0036- Máquinas e equipamentos térmicos

10. ANEXO I: BOMBA GRUNDFOS SELECCIONADA

GRUNDFOS		Empresa: CIFP Valentín Paz Andrade Creado Por: Joaquín Teléfono:
Proyecto: Proxecto: Cámara frigorífica de conxelación ecolóxica baseada en hidrocarburos Código:		Datos: 11/03/2019 Cliente: Nº Cliente: Contacto:
Contar	Descripción	
1	TP 32-150/2 A-F-A-BQQE  Código: Bajo pedido Bomba de una etapa, acoplamiento cerrado y voluta con puertos de aspiración y descarga en línea de idéntico diámetro. El diseño de la bomba incluye un sistema de extracción superior que facilita el desmontaje del cabezal motor (el motor, el cabezal de la bomba y el impulsor) con fines de mantenimiento o reparación sin necesidad de desconectar las tuberías de la carcasa de la bomba. La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado. La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado. El cierre mecánico satisface los requisitos establecidos por la norma EN 12756. La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de bridas DIN de PN 6/10 (normas EN 1092-2 e ISO 7005-2). La bomba está equipada con un motor asíncrono refrigerado por ventilador. Más información acerca del producto Bomba La carcasa y el cabezal de la bomba están tratados por cataforesis para mejorar su resistencia a la corrosión. El tratamiento por cataforesis incluye: 1) Limpieza basada en agentes alcalinos. 2) Pretratamiento con revestimiento de fosfato de zinc. 3) Tratamiento por cataforesis catódica (epoxi). 4) Secado de la capa de pintura a 200-250 °C.  1: Carcasa de la bomba 2: Impulsor 3: Eje 4: Acoplamiento 5: Cabezal de bomba La carcasa de la bomba está dotada de un anillo de collar de acero inoxidable/PTFE sustituible que minimiza la cantidad de líquido que se transfiere desde el lado de descarga del impulsor hasta el lado de aspiración. El impulsor se encuentra fijado por medio de un casquillo cónico con tuerca. La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado con transmisión de par a través del muelle y alrededor del fuelle. El fuelle evita que el cierre desgaste el eje e impide que el movimiento axial se vea obstaculizado por la presencia de depósitos en el eje. Cierre primario: - Material del anillo del cierre giratorio: carburo de silicio (SiC) - Material del asiento estacionario: carburo de silicio (SiC)	

Impresión del WinCAPS Grundfos [2019.01.000]

2/10

GRUNDFOS 	Empresa: CIFP Valentín Paz Andrade Creado Por: Joaquín Teléfono:
Proyecto: Proxecto: Cámara frigorífica de conxelación ecolóxica baseada en hidrocarburos Código:	Datos: 11/03/2019 Cliente: Nº Cliente: Contacto:

Esta combinación de materiales se usa en casos en los que es preciso conferir al equipo una mayor resistencia a la corrosión. La elevada dureza de esta combinación de materiales proporciona una magnífica resistencia contra las partículas abrasivas.

Material del cierre secundario: EPDM (caucho de etileno-propileno)
 El EPDM posee una excelente resistencia al agua caliente. El EPDM no es apto para el uso con aceites minerales.

La circulación de líquido a través del conducto del tornillo de purga de aire garantiza la lubricación y la refrigeración del cierre mecánico.
 Las bridas poseen orificios roscados para la instalación de manómetros.

El soporte del motor forma la conexión entre la carcasa de la bomba y el motor, y está equipado con un tornillo de purga de aire manual que permite purgar la carcasa de la bomba y la cámara del cierre mecánico. El cierre entre el soporte del motor y la carcasa de la bomba es una junta tórica.

La parte central del soporte del motor está provista de cubiertas que protegen el eje y el acoplamiento. El motor y el eje de la bomba se encuentran conectados por medio de un acoplamiento de carcasa.

Motor
 El motor es totalmente cerrado, cuenta con refrigeración por ventilador y sus principales dimensiones se ajustan a las normas IEC y DIN. Las tolerancias eléctricas satisfacen los requisitos establecidos por la norma IEC 60034.

El motor está montado con una brida dotada de orificios roscados (FT).
 Designación de montaje del motor según la norma IEC 60034-7: IM B 14, IM V 18 (Código I)/IM 3601, IM 3611 (Código II).

El nivel de eficiencia del motor de acuerdo con la norma IEC 60034-30-1 es IE3.
 El motor no incorpora funciones de protección y debe conectarse a un disyuntor protector para motor que sea posible restablecer manualmente. El disyuntor protector para motor debe configurarse en función de la corriente nominal del motor (I_{1/1}).

Datos técnicos

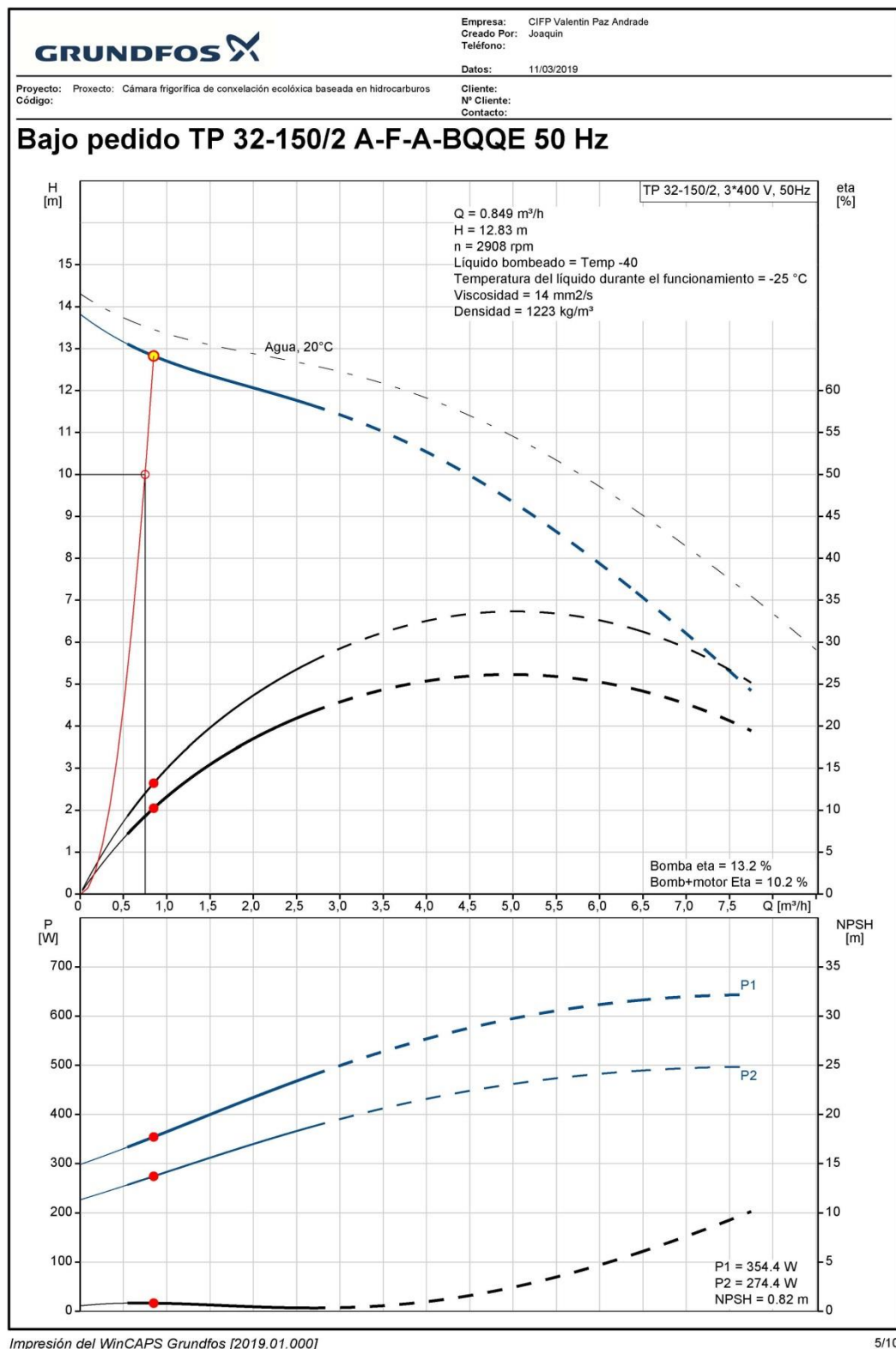
Líquido:
 Líquido bombeado: Temp -40
 Rango de temperatura del líquido: -25 .. 120 °C
 Temperatura del líquido durante el funcionamiento: -25 °C
 Densidad: 1223 kg/m³
 Viscosidad cinemática: 14 mm²/s

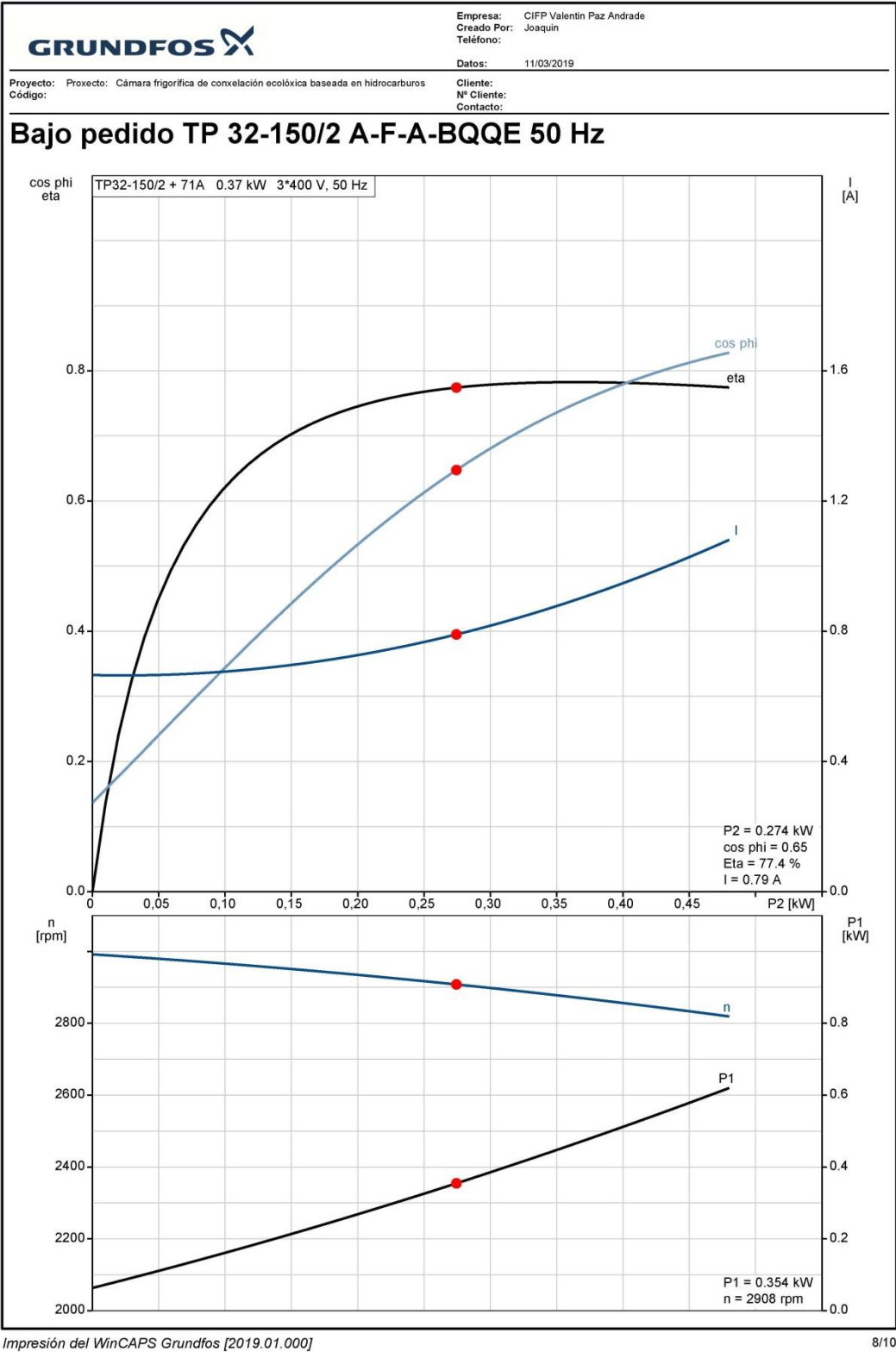
Técnico:
 Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba: 2865 rpm
 Caudal real calculado: 0.849 m³/h
 Altura resultante de la bomba: 12.83 m
 Diámetro real del impulsor: 111 mm
 Cierre primario: BQQE
 Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B

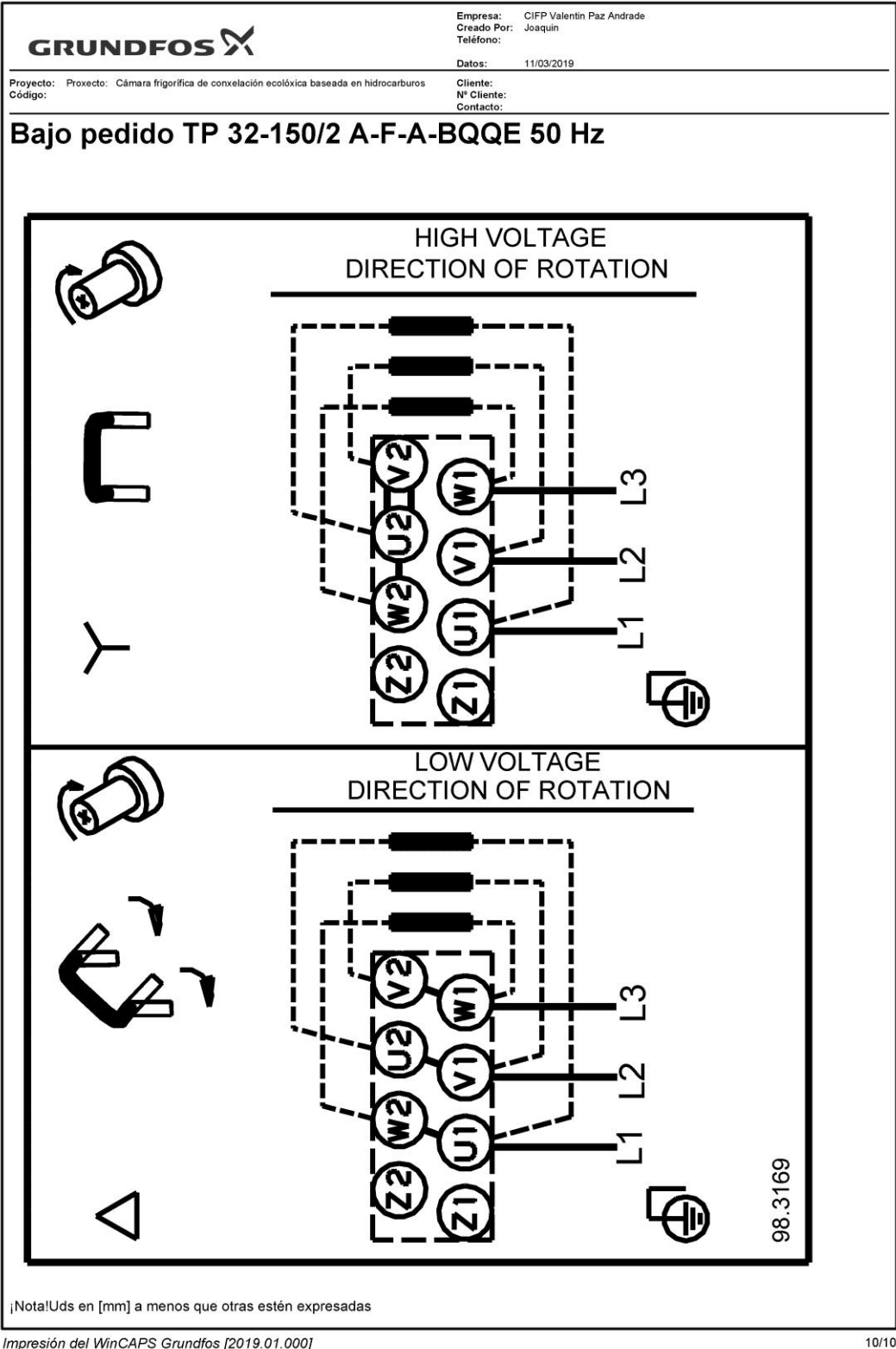
Materiales:
 Carcasa de la bomba: Hierro fundido
 EN-JL1040
 ASTM A48-40 B
 Impulsor: Acero inoxidable
 DIN W.-Nr. 1.4301
 AISI 304

Instalación:
 Rango de temperaturas ambientes: -30 .. 40 °C
 Presión de trabajo máxima: 10 bar
 Normativa de brida: DIN

		Empresa: CIFP Valentín Paz Andrade Creado Por: Joaquín Teléfono:
		Datos: 11/03/2019 Cliente: Nº Cliente: Contacto:
Proyecto: Proyecto: Cámara frigorífica de congelación ecológica basada en hidrocarburos Código:		
Contar	Descripción	
	Conexión de tubería: DN 32 Entrada de bomba: DN 32 Salida de bomba: DN 32 Presión nominal: PN 6/10 Longitud puerto a puerto: 280 mm Tamaño de la brida del motor: FT85 Datos eléctricos: Tipo de motor: 71A Clase eficiencia IE: IE3 Potencia nominal - P2: 0.37 kW Potencia (P2) requerida por la bomba: 0.37 kW Frecuencia de red: 50 Hz Tensión nominal: 3 x 220-240D/380-415Y V Intensidad nominal: 1.74/1.00 A Intensidad de arranque: 490-530 % Cos phi - factor de potencia: 0.80-0.70 Velocidad nominal: 2850-2880 rpm Eficiencia: IE3 73.8% Eficiencia del motor a carga total: 73.8 % Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 79.0 % Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 75.5 % Número de polos: 2 Grado de protección (IEC 34-5): 55 Dust/Jetting Clase de aislamiento (IEC 85): F Otros: Índice eficiencia mínima, MEI ≥: 0.64 Estado ErP: Prod. independiente (directiva EuP) Peso neto: 23.7 kg Peso bruto: 27.2 kg Volumen de transporte: 0.06 m³ VVS danés n.º: 381811150 NRF noruego n.º: 9043521 País de origen.: HU Tarifa personalizada n.º: 84137051	







98.3169

[Nota!Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

Impresión del WinCAPS Grundfos [2019.01.000]

10/10