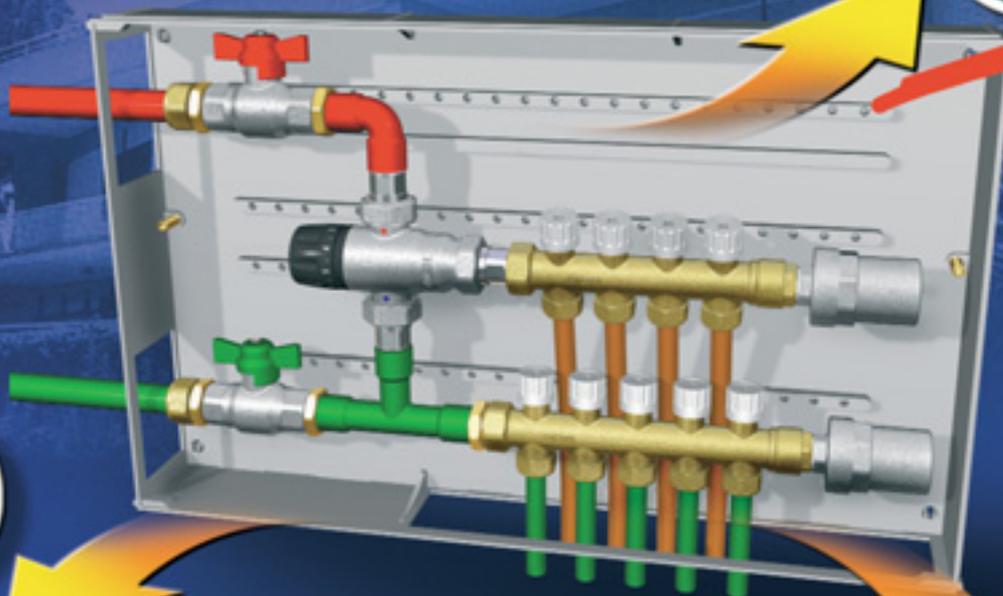


Hidráulica

A expansão da água
Os golpes de aríete
O perigo Legionella



CALEFFI



CALEFFI Lda

Componentes Hidrotérmicos

Sede:

Urbanização das Austrálias,
lote 17, Milheirós
Apartado 1214
4471-909 Maia Codex
Tel: 229619410
Fax: 229619420
caleffi.sede@caleffi.pt

Filial:

Centro Empresarial de Talaíde
Armazém. 01
Limites do Casal do
Penedo de Talaíde
2785-601 - São Domingos de Rana
Tel: 214227190
Fax: 214227199
caleffi.filial@caleffi.pt

www.caleffi.pt

Sumário

- 3 A expansão da água, os golpes de aríete e o perigo legionella nas instalações autónomas
- 4 A expansão da água nas instalações térmicas
Aspectos teóricos
- 6 Instalações abertas
- 7 Instalações fechadas sem meios de expansão
- 8 Instalações fechadas com meios de expansão
- 9 Vasos de expansão de membrana nas instalações de aquecimento
- 10 Vasos de expansão de membrana nas instalações hidro-sanitárias
- 11 Método de cálculo considerando a acumulação e as redes de distribuição
- 12 Método de cálculo considerando apenas a acumulação
- 14 Aspectos aparentemente estranhos inerentes à expansão da água nas instalações hidro-sanitárias
- 16 Os golpes de aríete nas instalações térmicas
- 17 Efeitos negativos dos golpes de aríete
Possíveis soluções
- 18 Amortecedores de golpes de aríete por cima das colunas montantes
- 19 Amortecedores de golpes de aríete nos colectores de distribuição
- 20 O perigo legionella nas instalações autónomas
- 24 Grupos de segurança para termoacumulador
- 26 Amortecedor de golpe de aríete série 525
- 27 Escolha correcta das misturadoras termostáticas anti-queimadura

A EXPANSÃO DA ÁGUA, OS GOLPES DE ARÍETE E O PERIGO LEGIONELLA NAS INSTALAÇÕES AUTÓNOMAS

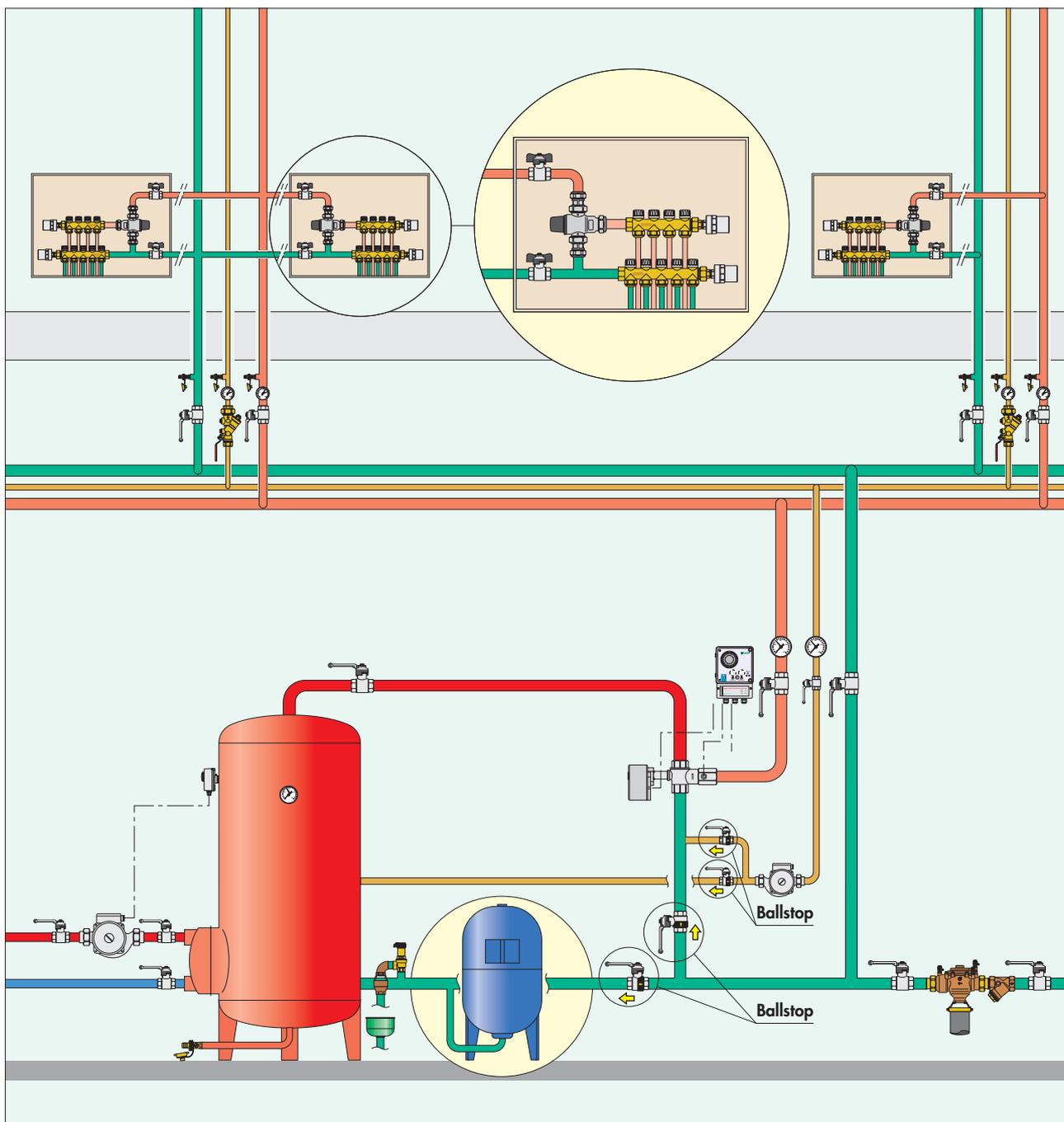
Eng^{os}. Marco e Mario Doninelli do gabinete S.T.C.

São três os tópicos que iremos abordar neste número da Hidráulica.

Os dois primeiros, a **expansão da água e os golpes de aríete**, são assuntos geralmente conhecidos.

Todavia, apresentam aspectos, sobretudo práticos, que merecem muita atenção.

O terceiro assunto, por sua vez, propõe reflexões e propostas sobre o **perigo Legionella no caso específico das instalações autónomas**. Na prática é um apêndice do último número da Hidráulica inteiramente dedicado ao problema *Legionella*.



A EXPANSÃO DA ÁGUA NAS INSTALAÇÕES TÉRMICAS

Em seguida examinaremos os principais aspectos (de ordem teórica, normativa e prática) relativos à **expansão da água nas instalações térmicas**, ou seja, relativos ao facto de que água, como quase todas as substâncias presentes na natureza, se aquecida aumenta o seu volume.

ASPECTOS TEÓRICOS

Se forem livres de se expandirem, os líquidos variam o seu volume segundo a seguinte lei:

$$E = V_0 \cdot k \cdot (t - t_0) \quad (1)$$

em que:

E = volume de expansão, l

V_0 = volume à temperatura inicial, l

k = coeficiente de expansão do líquido

t = temperatura final

t_0 = temperatura inicial

isto é, variam o seu volume de modo linear em relação à **variação da temperatura e ao valor do coeficiente de expansão**: coeficiente que depende do tipo de líquido; há um coeficiente específico para o álcool, outro para a gasolina, e ainda um outro para o gasóleo.

A água, por sua vez, **comporta-se de modo diferente**, e particularmente **em relação aos outros líquidos, apresenta duas particularidades**:

a primeira diz respeito ao facto de a água nem sempre variar o seu volume de modo linear relativamente às variações de temperatura;

por sua vez, **a segunda** é relativa ao facto da **água apresentar um volume mínimo a cerca de 4°C** (mais exactamente 3,98°C). Por isso, a água dilata-se não apenas entre 4°C e 100°C, mas também entre 0°C e 4°C, **a água pode dilatar-se não apenas se aquecida, mas também se arrefecida**.

Por isso, a relação (1) utilizada para os outros líquidos, para a água não é a correcta.

Para a água é necessário uma fórmula adequada, e a que melhor se adapta às nossas exigências, é a seguinte:

$$E = V_0 \cdot (e - e_0) \quad (2)$$

em que:

E = volume de expansão, l

V_0 = volume à temperatura inicial, l

e = coeficiente de expansão da água à temperatura final

e_0 = coeficiente de expansão da água à temperatura inicial

Na tabela que se segue são indicados **os valores dos coeficientes de expansão da água**.

Coeficientes de expansão da água relativamente a T=4°C

T	e	T	e
0°C	0,0001	5°C	0,0000
10°C	0,0003	15°C	0,0009
20°C	0,0018	25°C	0,0030
30°C	0,0043	35°C	0,0058
40°C	0,0078	45°C	0,0098
50°C	0,0121	55°C	0,0145
60°C	0,0170	65°C	0,0198
70°C	0,0227	75°C	0,0258
80°C	0,0290	85°C	0,0324
90°C	0,0359	95°C	0,0396
100°C	0,0434		

Com a fórmula (2) também se pode calcular como **a água varia em percentagem o seu volume** quando varia a temperatura.

Algumas dessas variações encontram-se abaixo indicadas e servem para nos dar uma ideia, suficientemente precisa e fácil de recordar, das grandezas normalmente utilizadas com a expansão da água.

Percentagens de expansão da água relativamente ao volume mínimo: T = 4°C

T	e %	T	e %
0°C	0,01%	5°C	0,00%
10°C	0,03%	15°C	0,09%
20°C	0,18%	25°C	0,30%
30°C	0,43%	35°C	0,58%
40°C	0,78%	45°C	0,98%
50°C	1,21%	55°C	1,45%
60°C	1,70%	65°C	1,98%
70°C	2,27%	75°C	2,58%
80°C	2,90%	85°C	3,24%
90°C	3,59%	95°C	3,96%
100°C	4,34%		

Exemplo de cálculo:

Determinar o volume de expansão da água, considerando como condições iniciais:

$$V_0 = 1.000 \text{ l}$$

$$t_0 = 10^\circ\text{C}$$

e como temperaturas finais: $t = 60^\circ\text{C}$ e $t = 90^\circ\text{C}$.

Com base na fórmula (2) e no valor dos coeficientes de expansão da água indicados na tabela ao lado, resulta:

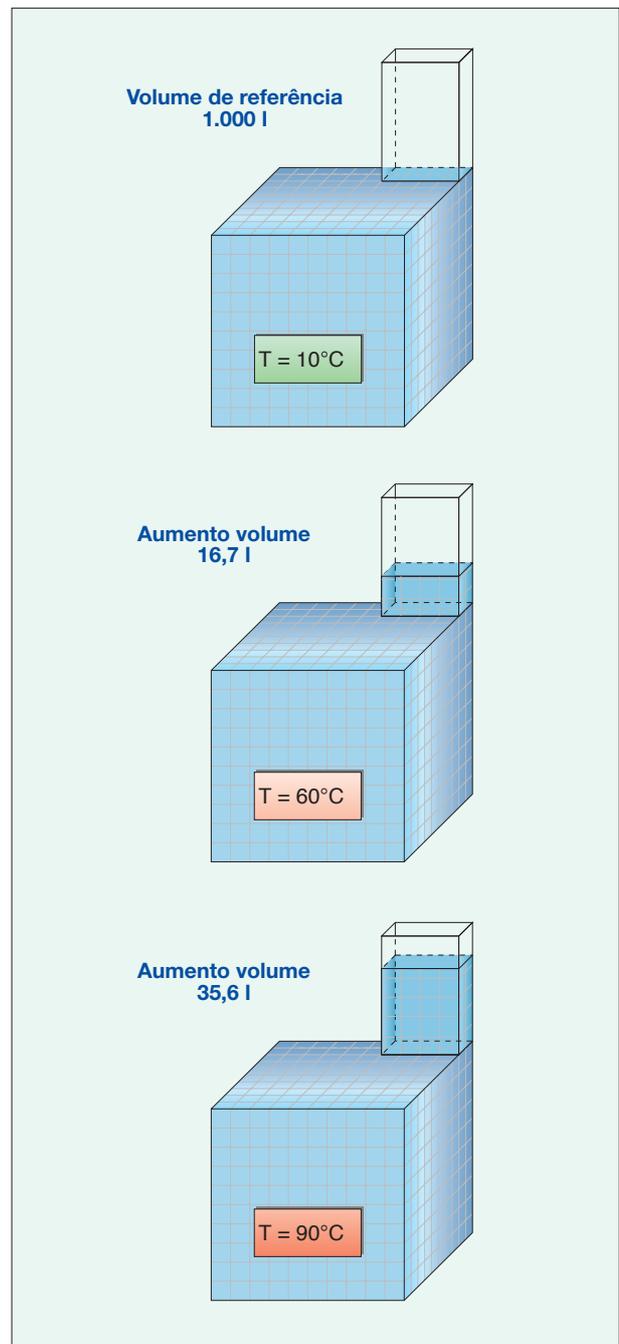
- **Cálculo do volume de expansão para $t = 60^\circ\text{C}$**

$$E = 1.000 \cdot (0,0170 - 0,0003) = 16,7 \text{ l}$$

- **Cálculo do volume de expansão para $t = 90^\circ\text{C}$**

$$E = 1.000 \cdot (0,0359 - 0,0003) = 35,6 \text{ l}$$

O desenho indicado na coluna da direita representa os valores do exercício desenvolvido e serve para nos dar uma ideia (desta vez gráfica) de como cresce o volume da água quando aumenta a temperatura.



De seguida, iremos analisar os problemas ligados à expansão da água, examinando separadamente:

1. as instalações abertas,
2. as instalações fechadas sem meios de expansão,
3. as instalações fechadas com meios de expansão.

INSTALAÇÕES ABERTAS

São instalações em que a água se encontra em contacto directo com o ambiente externo e, por isso, pode expandir-se livremente.

Entram nesta categoria (1) as instalações hidro-sanitárias com reservatórios de reserva não pressurizados e (2) as instalações de aquecimento com vaso de expansão aberto.

As primeiras, isto é, as hidro-sanitárias, não apresentam qualquer problema. De facto, os seus reservatórios são capazes de conter facilmente os aumentos normais de volume devidos à expansão da água.

Por sua vez, existem problemas nas instalações de aquecimento. Para estas, é necessário prever contentores adequados, designados por vasos abertos, com capacidade útil não inferior ao volume de expansão da água.

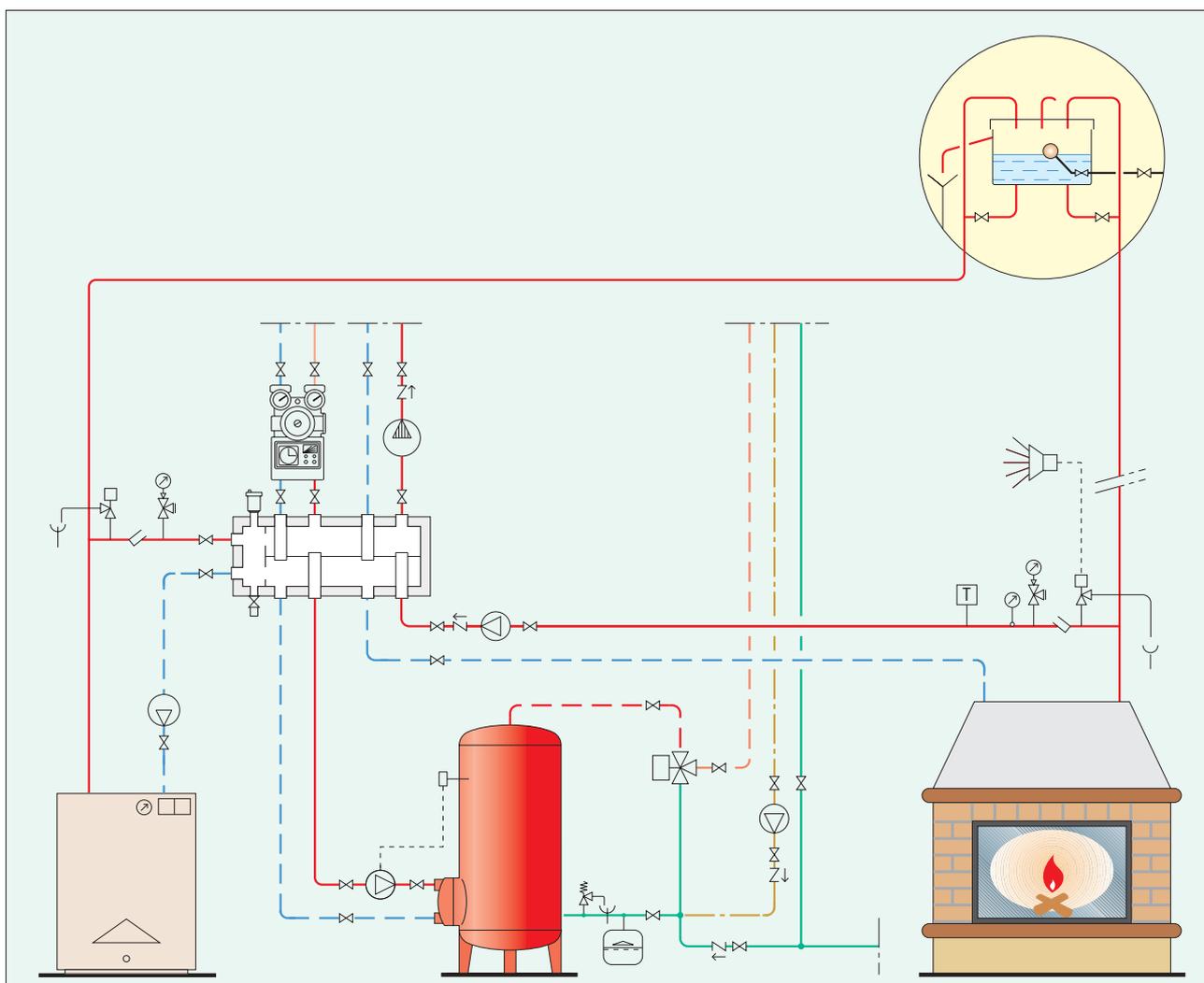
Para além disso, os vasos abertos devem estar protegidos contra o gelo e possuir quer um tubo de purga, que comunique com a atmosfera, quer um tubo de descarga.

De qualquer modo, não é a nossa intenção aprofundar mais do que o necessário os aspectos inerentes ao dimensionamento e ao fabrico destes vasos, dado que, a este respeito, as actuais normas italianas (ISPESL) são claras e exaustivas.

Deve ser considerado que os vasos de expansão abertos foram os primeiros, e por muitos anos os únicos meios de expansão disponíveis.

Pertencem, por isso, à história e também à pré-história das instalações de aquecimento.

Em alguns casos, contudo, são ainda actuais. Por exemplo, as normas italianas ISPESL prevêem o uso obrigatório (como meio de expansão e de segurança) em todas as instalações com geradores de calor que utilizam combustíveis sólidos não pulverizados.



INSTALAÇÕES FECHADAS SEM MEIOS DE EXPANSÃO

Nestas instalações, a água não se pode expandir. Com o aumento da temperatura, aquela pode apenas aumentar a sua “força” contra as paredes que limitam as instalações, fazendo assim aumentar a pressão no interior das próprias instalações.

Não é fácil determinar teoricamente a correlação que subsiste nestas instalações entre os aumentos de temperatura e os de pressão. É necessário, de facto, considerar não apenas a acção da água, mas também a expansão volumétrica dos tubos, das caldeiras, etc.

No entanto, para ter uma ideia suficientemente precisa destes aumentos, é possível proceder experimentalmente com meios muito simples.

Por exemplo, pode utilizar-se um acumulador normal:

- sem válvula de segurança,
- com intercepções fechadas nas redes sanitárias,
- com descarga em cima, para evitar bolsas de ar.

Pode-se, por isso, alterar a temperatura regulada no acumulador e medir como crescem as pressões quando aumentam as temperaturas.

Procedendo desta forma, com uma caldeira de 150 l, obtivemos os seguintes valores:

medida 1: $t = 14^{\circ}\text{C}$ $P = 4,0 \text{ ate}$

medida 2: $t = 18^{\circ}\text{C}$ $\Delta T = 4^{\circ}\text{C}$ $P = 6,0 \text{ ate}$

medida 3: $t = 23^{\circ}\text{C}$ $\Delta T = 9^{\circ}\text{C}$ $P = 8,0 \text{ ate}$

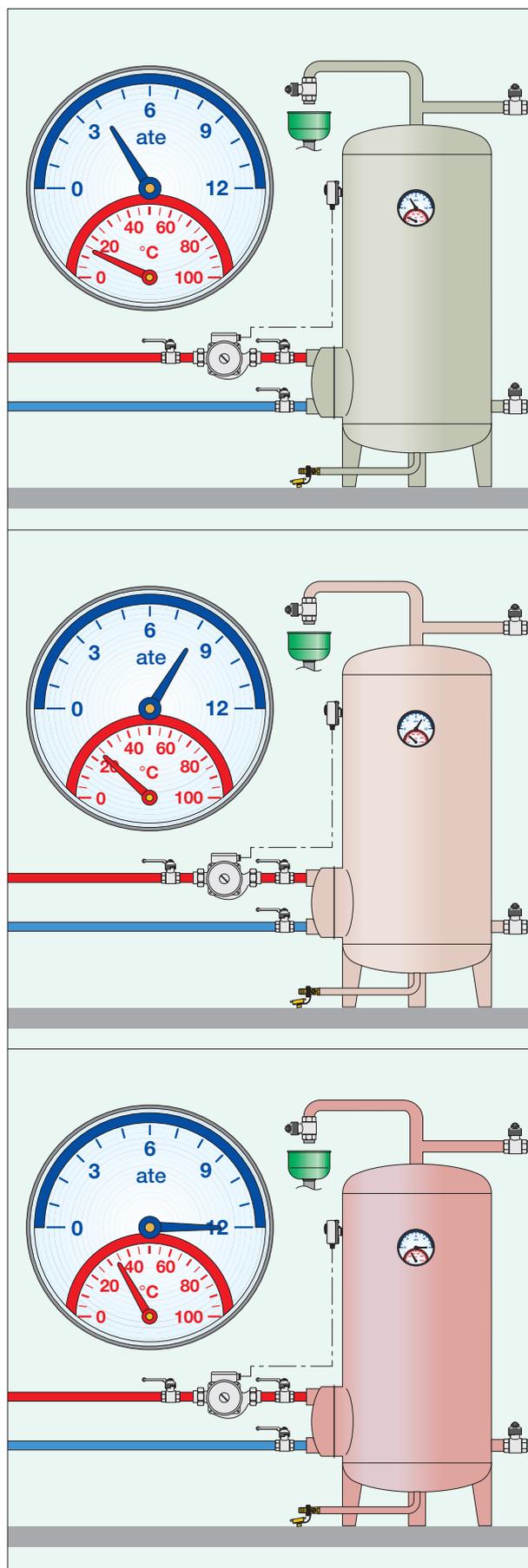
medida 4: $t = 27^{\circ}\text{C}$ $T = 13^{\circ}\text{C}$ $P = 10,0 \text{ ate}$

medida 5: $t = 33^{\circ}\text{C}$ $T = 19^{\circ}\text{C}$ $P = 12,0 \text{ ate}$

Como é fácil notar, trata-se de pressões muito elevadas, capazes de causar (1) a contínua intervenção das válvulas de segurança, ou então (2) a ruptura dos materiais mais frágeis da instalação.

Deve ser evitada a abertura das válvulas de segurança, pois estas válvulas não são adequadas para serem abertas e fechadas com continuidade; basta um pouco de sujidade ou alguma pequena impureza para provocar perdas. Nas instalações de aquecimento, para além disso, a contínua reintegração da água pode comportar (depende da dureza da própria água) um forte crescimento das incrustações com todos os inconvenientes que estão relacionados.

De seguida, veremos como é possível nas instalações térmicas ter sob controlo os aumentos de pressão ligados à expansão da água.



INSTALAÇÕES FECHADAS COM MEIOS DE EXPANSÃO

São instalações com meios adequados, designados por vasos fechados, que permitem a expansão da água. Estes vasos são constituídos por contentores, cujo interior possui uma almofada de fluido compressível, geralmente ar ou azoto. Os vasos fechados podem ser:

- **de membrana** (ver esquemas apresentados em baixo):
com água separada do fluido compressível precisamente por uma membrana;
- **auto-pressurizados**:
a água, subindo no vaso, comprime o ar até à pressão do batente hidrostático. Na fase de exercício, o nível do ar é depois mantido por um separador adequado;
- **pressurizados**:
a almofada do fluido instala-se e mantém-se, emitindo no vaso ar ou azoto com garrafas ou com compressores.

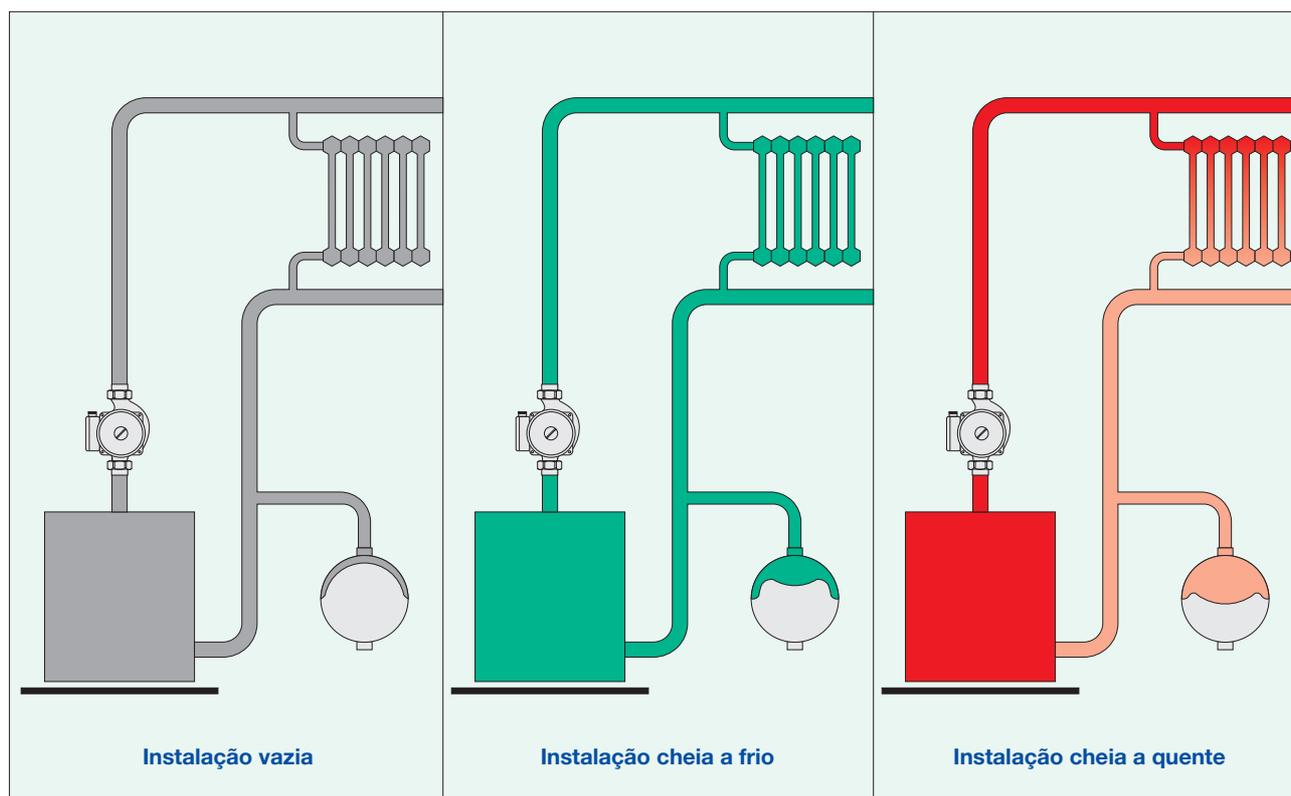
Naturalmente, **os vasos fechados** não permitem que a **água se expanda livremente**, tal pode ocorrer apenas nas instalações abertas.

Todavia, aquelas permitem **ter sob controlo a expansão da água, evitando que surjam pressões demasiado elevadas**.

Permitem, em outros termos, **manter as pressões da instalação abaixo dos valores de exercício previstos**, isto é, abaixo dos valores que “fazem abrir” as válvulas de segurança.

Subsiste, por isso, **uma correlação directa entre a escolha dos vasos fechados e a das válvulas de segurança**.

Em seguida, abordaremos **esta correlação no que diz respeito aos vasos de membrana**: vasos utilizados na quase totalidade dos casos, na medida em que não são caros, são fáceis de instalar e não requerem intervenções de manutenção especiais. Para além disso, são vasos de confiança, **com membranas capazes de resistir a altas pressões e de envelhecer sem se deteriorarem**.



VASOS DE EXPANSÃO DE MEMBRANA NAS INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO

Para o cálculo destes vasos, **as normas italianas ISPEL prevêem o uso da seguinte fórmula:**

$$V_V = \frac{V_0 \cdot (e - e_0)}{1 - (P_I / P_F)} \quad (3)$$

em que:

- V_V = volume do vaso de expansão, l
- V_0 = conteúdo de água da instalação, l
- e = coeficiente de expansão da água à temperatura final
- e_0 = coeficiente de expansão da água à temperatura inicial
- P_I = pressão absoluta de carga do vaso, bar
deve superar a pressão estática do ponto em que é instalado o vaso de expansão em pelo menos 0,15 bar (são aconselháveis aumentos de 0,3 ÷ 0,4 bar)
- P_F = pressão absoluta máxima de exercício relativa ao ponto em que é instalado o vaso, bar

Os valores da pressão (P_F) devem ser determinados **somando algebricamente** as seguintes pressões:

- P_{VS} = pressão absoluta de regulação da válvula de segurança, bar
- $P_{\Delta H}$ = pressão correspondente ao desnível entre o vaso de expansão e a válvula de segurança, bar
(a este respeito recorda-se que o desnível de um metro corresponde a cerca 0,1 bar)

com **soma algébrica** que deve ser efectuada do seguinte modo:

- $P_F = P_{VS} + P_{\Delta H}$ se o vaso for instalado mais baixo do que a válvula,
- $P_F = P_{VS} - P_{\Delta H}$ se o vaso for instalado mais alto do que a válvula.

Para os coeficientes de expansão, pode assumir-se:

- $e = 0,0359$ para $t = 90^\circ\text{C}$ (temperatura máxima),
- $e_0 = 0,0009$ para $t = 15^\circ\text{C}$ (temperatura a frio),

valores com base nos quais a fórmula (3) pode ser assim apresentada:

$$V_V = \frac{V_0 \cdot 0,035}{1 - (P_I / P_F)} \quad (4)$$

Para além disso, **as normas italianas ISPEL prevêem que o volume do vaso escolhido esteja contido numa tolerância de $\pm 10\%$** em relação ao volume calculado.

A lógica é esta:

- **vasos demasiado pequenos suportam pressões demasiado altas,**
- **vasos demasiado grandes suportam pressões demasiado baixas,** insuficientes para activar os instrumentos de segurança ligados à pressão, ou seja, os pressostatos e válvulas de segurança.

Na verdade, a correlação rigorosa entre temperaturas e pressões nas instalações térmicas é mais teórica do que real, já que requer temperaturas homogéneas em todas as zonas da instalação.

Aquilo que é requerido pela normas italianas ISPEL é, de qualquer modo, um ponto de referência seguro e válido.

Exemplo de cálculo:

Determinar o vaso de expansão fechado requerido por uma instalação de aquecimento com as seguintes características:

- 1.000 l = volume de água contida na instalação,
- 1,5 bar = pressão de carga do vaso,
- 3,5 bar = pressão da válvula de segurança,
- 1 m = desnível válvula de segurança/vaso, vaso de quota inferior em relação à válvula

Com base nestes dados resulta:

- $P_I = (1,5 + 1) \text{ bar} = 2,5 \text{ bar}$
- $P_F = (3,5 + 0,1 + 1) \text{ bar} = 4,6 \text{ bar}$

e aplicando-se a fórmula (4) obtém-se:

$$V_V = \frac{1.000 \cdot 0,035}{1 - (2,5 / 4,6)} = 76,67 \text{ l}$$

Valor que comporta a escolha de um vaso comercial de 80 l (ver tabela apresentada em baixo).

Vasos de expansão de membrana disponíveis no mercado

5 l para volumes teóricos pedidos de	4,5 l a	5,5 l
8 l " " " " " "	7,2 l a	8,8 l
12 l " " " " " "	10,8 l a	13,2 l
18 l " " " " " "	16,2 l a	19,8 l
24 l " " " " " "	21,6 l a	26,4 l
35 l " " " " " "	31,5 l a	38,5 l
50 l " " " " " "	45,0 l a	55,0 l
80 l " " " " " "	72,0 l a	88,0 l
105 l " " " " " "	94,5 l a	115,5 l
150 l " " " " " "	135,0 l a	165,0 l
200 l " " " " " "	180,0 l a	220,0 l
250 l " " " " " "	225,0 l a	275,0 l
300 l " " " " " "	270,0 l a	330,0 l

VASOS DE EXPANSÃO DE MEMBRANA NAS INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS

Para os vasos das instalações de produção de água quente sanitária, as normas italianas ISPEL não prescrevem métodos de cálculo.

Os projectistas são, por isso, livres de escolher o método que consideram mais adequado.

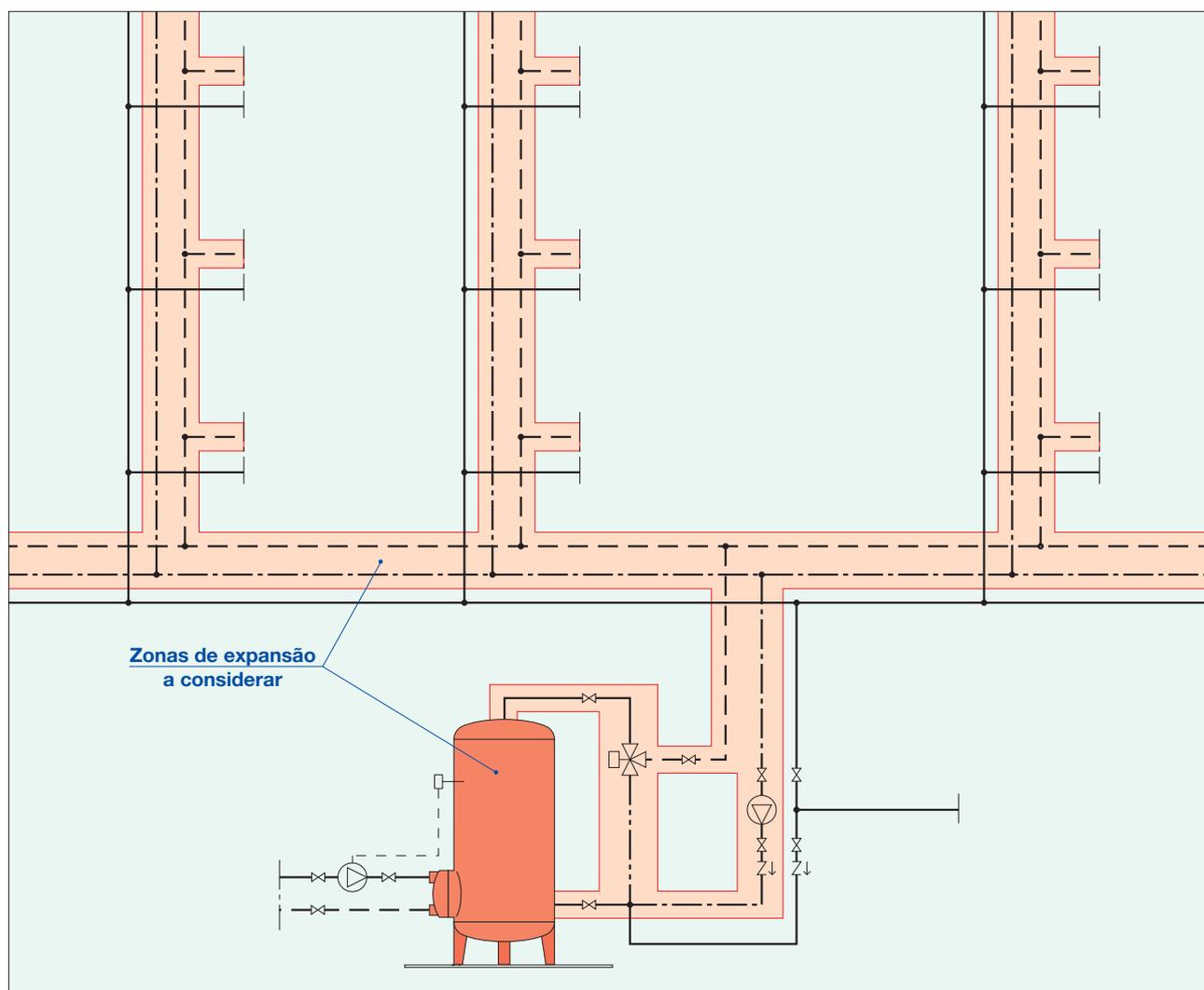
Contudo, esta escolha não é assim tão fácil e imediata como poderia parecer à primeira vista.

Deste modo, é necessário, **ter em conta uma indeterminação considerável**, devido ao facto de que **nas instalações hidro-sanitárias** (diversamente do que acontece nas instalações de aquecimento) **a água se encontra em circuitos fechados apenas de modo intermitente**.

Por outras palavras, encontra-se em circuitos fechados apenas quando não ocorre nenhuma distribuição. Na prática, **basta apenas um torneira “aberta” para diminuir sensivelmente, ou anular por completo, os aumentos de pressão devidos ao aumento da temperatura.**

E evidentemente esta indeterminação, na falta de normas, **torna um pouco subjectiva a escolha do método de cálculo.**

Em seguida, contudo, abordaremos os dois métodos de cálculo mais utilizados, procurando detectar qualidades e defeitos. Depois, trataremos alguns aspectos, aparentemente pouco claros, ligados à **expansão da água nas instalações antigas e nas novas.**



Método de cálculo considerando a acumulação e as redes de distribuição

Com este método os vasos são calculados considerando a **expansão da água que ocorre quer na caldeira, quer nas redes de distribuição e de recirculo.**

Considera-se, por isso, **nulo o contributo das reduções de pressão induzidas pela abertura das torneiras.**

É um método sem dúvida seguro, que não causa a abertura das válvulas de segurança, nem mesmo quando a instalação passa de fria a quente, mantendo fechadas todas as suas torneiras, algo que, na prática, apenas pode ocorrer na fase de teste e que, em todo o caso, pode ser evitada fazendo “correr” água numa torneira.

A segurança do método paga-se, de qualquer modo, com a escolha de vasos demasiado grandes relativamente às exigências efectivas.

A fórmula de cálculo, substancialmente semelhante à utilizada para os vasos fechados nas instalações de aquecimento, é a seguinte:

$$V_V = \frac{V_B \cdot (e_B - e_0) + V_R \cdot (e_R - e_0)}{1 - (P_I / P_F)} \quad (5)$$

em que:

V_V = volume do vaso de expansão, l

V_B = volume da acumulação, l

V_R = conteúdo das redes de água quente e de recirculo, l

e_B = coeficiente de expansão da água à temperatura de acumulação

e_R = coeficiente de expansão da água à temperatura das redes de distribuição

e_0 = coeficiente de expansão da água à temperatura inicial

P_I = pressão absoluta de carga do vaso, bar *pode ser assumida igual à de exercício prevista, ou seja, igual à:*

- **da rede de distribuição**, se a ligação à instalação for directa,
- **da regulação da redutora** de pressão,
- **da regulação do pressostato** se a ligação for feita a um grupo de pressurização.

P_F = pressão absoluta de regulação da válvula de segurança, bar
com as grandezas normalmente em jogo, podem considerar-se insignificantes as variações de pressão devidas ao desnível entre as válvulas de segurança e os vasos de expansão.

Considerando as temperaturas normalmente adoptadas, para os valores dos coeficientes de expansão pode assumir-se:

$e_B = 0,0170$ para $t = 60^\circ\text{C}$ (temperatura acumulação),
 $e_R = 0,0121$ para $t = 50^\circ\text{C}$ (temperatura distribuição),
 $e_0 = 0,0009$ para $t = 15^\circ\text{C}$ (temperatura a frio),

valores com base nos quais a fórmula (5) pode ser assim representada:

$$V_V = \frac{V_B \cdot 0,0161 + V_R \cdot 0,0112}{1 - (P_I / P_F)} \quad (6)$$

Exemplo de cálculo:

Determinar (com o método de cálculo relativo à acumulação e às redes) o vaso de expansão fechado para uma instalação hídrica com as seguintes características:

1.000 l = volume acumulação,

400 l = volume redes de distribuição e de recirculo água quente,

3,5 bar = pressão de carga do vaso,

5,4 bar = pressão de regulação da válvula de segurança,
60°C = temperatura de acumulação,

50°C = temperatura média das redes de distribuição e de recirculo água quente.

Com base nestes dados resulta:

$P_I = (3,5 + 1) \text{ bar} = 4,5 \text{ bar}$

$P_F = (5,4 + 1) \text{ bar} = 6,4 \text{ bar}$

e aplicando a formula (6) obtém-se:

$$V_V = \frac{1.000 \cdot 0,0161 + 400 \cdot 0,0112}{1 - (4,5 / 6,4)} = 69,32 \text{ l}$$

Método de cálculo considerando apenas a acumulação

Com este método, os vasos são calculados considerando **apenas a expansão da água que ocorre na acumulação**. A expansão que ocorre nas redes de distribuição e de recirculo é deixada de parte. E é **com esta simplificação que, de forma empírica, se tem em consideração as reduções de pressão** induzidas pela abertura das torneiras.

É um método que utilizamos há muitos anos sem problemas, apreciando o facto que este considera vasos mais pequenos do que o método anterior. A sua fórmula de cálculo é a seguinte:

$$V_V = \frac{V_B \cdot (e_B - e_0)}{1 - (P_I / P_F)} \quad (7)$$

em que:

V_V = volume do vaso de expansão, l

V_B = volume da acumulação, l

e_B = coeficiente de expansão da água à temperatura de acumulação

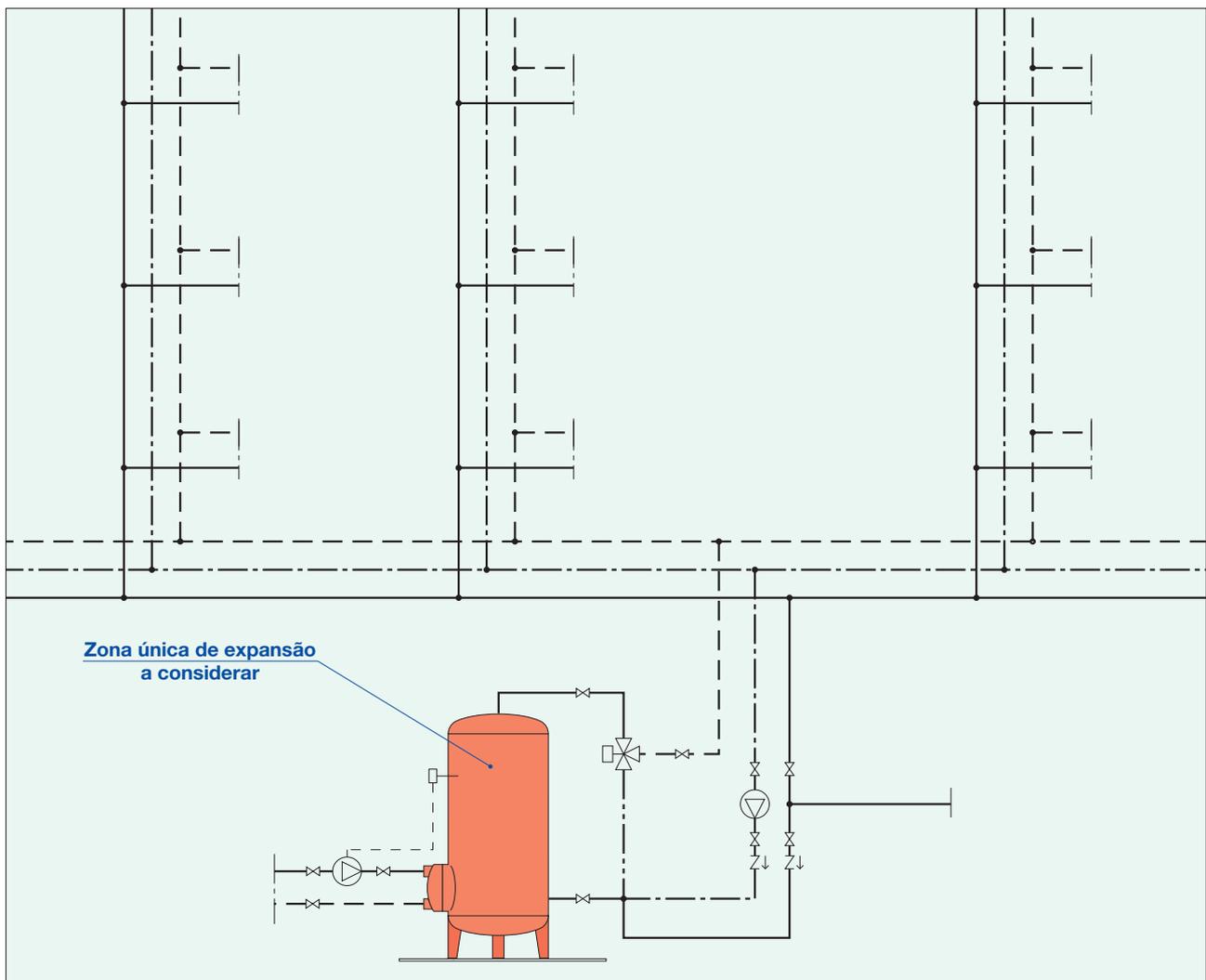
e_0 = coeficiente de expansão da água à temperatura inicial

P_I = pressão absoluta de carga do vaso, bar
pode ser assumida igual à de exercício prevista, ou seja, igual à:

- **da rede de distribuição** se a ligação à instalação for directa,
- **da regulação da redutora** de pressão,
- **da regulação do pressostato** se a ligação for feita a um grupo de pressurização.

P_F = pressão absoluta de regulação da válvula de segurança, bar

com as grandezas normalmente em jogo, são insignificantes as variações de pressão devidas ao desnível entre as válvulas de segurança e os vasos de expansão.



Considerando as temperaturas normalmente adoptadas, pode assumir-se:

$e_B = 0,0170$ para $t = 60^\circ\text{C}$ (temperatura caldeira),
 $e_0 = 0,0009$ para $t = 15^\circ\text{C}$ (temperatura a frio),

valores com base nos quais a fórmula (7) pode ser assim representada:

$$V_V = \frac{V_B \cdot 0,0161}{1 - (P_I / P_F)} \quad (8)$$

A partir desta fórmula são extraídas as tabelas seguintes, que permitem a rápida escolha dos vasos relativamente (1) à **pressão de exercício** (e enchimento do vaso) e (2) à **pressão de intervenção da válvula de segurança**.

Exemplos de cálculo:

Determinar (com o método de cálculo considerando só a acumulação) o vaso de expansão para uma instalação hídrica com as seguintes características:

- 1.000 l = volume da acumulação,
- 3,5 bar = pressão de carga do vaso,
- 5,4 bar = pressão de regulação da válvula de segurança,
- 60°C = temperatura de acumulação.

Com base nestes dados resulta:

$$P_I = (3,5 + 1) \text{ bar} = 4,5 \text{ bar}$$

$$P_F = (5,4 + 1) \text{ bar} = 6,4 \text{ bar}$$

e aplicando a formula (8) obtém-se:

$$V_V = \frac{1.000 \cdot 0,0161}{1 - (4,5 / 6,4)} = 54,23 \text{ l}$$

Tabela de correlação entre vasos de expansão e acumulação - t = 60°C - P_I = 3,5 bar

P _F (bar)	Vasos de expansão (l)									
	5	8	12	24	12+24	24+24	60	80	100	200
5	80	100	150	300	500	—	800	1.000	1.500	3.000
5,4	80	150	200	400	500	800	1.000	1.500	—	3.000
6	100	150	200	500	800	1.000	—	1.500	2.000	4.000
7	100	200	300	500	1.000	—	1.500	2.000	2.500	5.000
8	150	200	300	800	1.000	1.500	—	2.500	3.000	6.000

Tabela de correlação entre vasos de expansão e acumulação - t = 60°C - P_I = 4 bar

P _F (bar)	Vasos de expansão (l)									
	5	8	12	24	12+24	24+24	60	80	100	200
5,4	-	100	150	300	500	—	800	1.000	—	2.000
6	80	150	200	400	500	800	1.000	1.500	—	3.000
7	100	150	200	500	800	1.000	—	1.500	2.000	4.000
8	100	200	300	500	1.000	—	1.500	2.000	2.500	5.000

Tabela de correlação entre vasos de expansão e acumulação - t = 60°C - P_I = 4,5 bar

P _F (bar)	Vasos de expansão (l)									
	5	8	12	24	12+24	24+24	60	80	100	200
6	0	100	150	300	500	—	800	1.000	1.500	2.000
7	100	150	200	500	—	1.000	—	1.500	2.000	3.000
8	100	200	300	500	800	1.000	1.500	2.000	2.500	4.000

Aspectos aparentemente estranhos inerentes à expansão da água nas instalações hidro-sanitárias

Analisados os métodos para calcular os vasos de expansão, procuremos agora **abordar algumas dúvidas práticas**. Muito úteis, para este fim, são as perguntas seguintes, que nos foram colocadas pelo engenheiro Alessandro Beltrami de Ferrara (Itália):

“... surgem-nos exageradamente altos os valores teóricos de cálculo dos vasos de expansão (referência ao que é indicado no Caderno 5) nas instalações hidro-sanitárias, relativamente aos instalados segundo as velhas regras empíricas e hoje perfeitamente a funcionar...

as coisas, depois, pioram se se considerar que os mais antigos na profissão recordam que os vasos nestas instalações nem sequer eram previstos no passado.”

É verdade: **antigamente as instalações de produção de água quente eram projectadas e montadas sem vasos de expansão** e, geralmente, não apresentavam qualquer problema ligado à expansão da água.

Para confirmar este facto, apresentamos seguidamente o esquema de uma central para produzir água quente retirada da primeira edição de “Gallizio”: texto de indubitável valor técnico e preciosa fonte de informação sobre as técnicas de instalação dos anos cinquenta em Itália.

Como é fácil constatar, no desenho não há qualquer vestígio de vasos ou de outros sistemas de expansão.

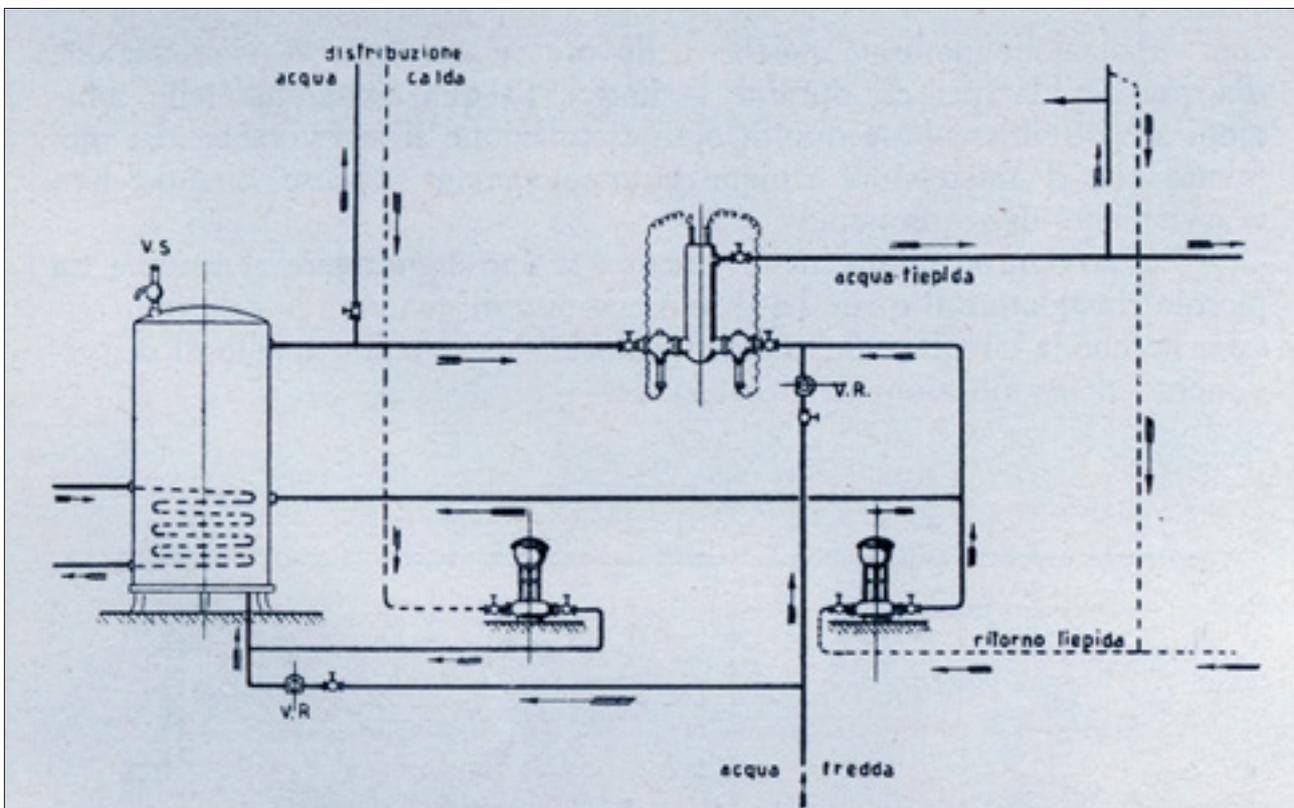
Por isso, os “velhos da profissão” lembram-se bem e a sua recordação não é encoberta pelo facto de os “velhos” (instaladores ou não) estarem sempre disponíveis para a nostalgia e propensos a acreditar que antigamente as coisas funcionavam melhor.

Reconhecida a plena validade técnica desta lembrança falta ainda responder à pergunta: **porque é que as instalações velhas, ao contrário das novas, funcionavam mesmo sem vasos de expansão?**

Na verdade, a resposta não é difícil se se focaliza a atenção sobre novos materiais, **isto é, sobre materiais que podem ter modificado os velhos equilíbrios**. E entre estes dois, só podem atrair as nossas suspeitas **as válvulas de retenção e os desconectores**, materiais necessários para evitar a circulação de parasitas e poluição da água, mas que limitam as zonas que podem ser utilizadas pela água para compensar as sobrepressões.

Na prática, **nas velhas instalações**, onde estes dispositivos não existiam, a água podia utilizar toda a instalação quer **para se expandir**, quer (aproveitando da abertura das torneiras) **para limitar ou descarregar as sobrepressões**.

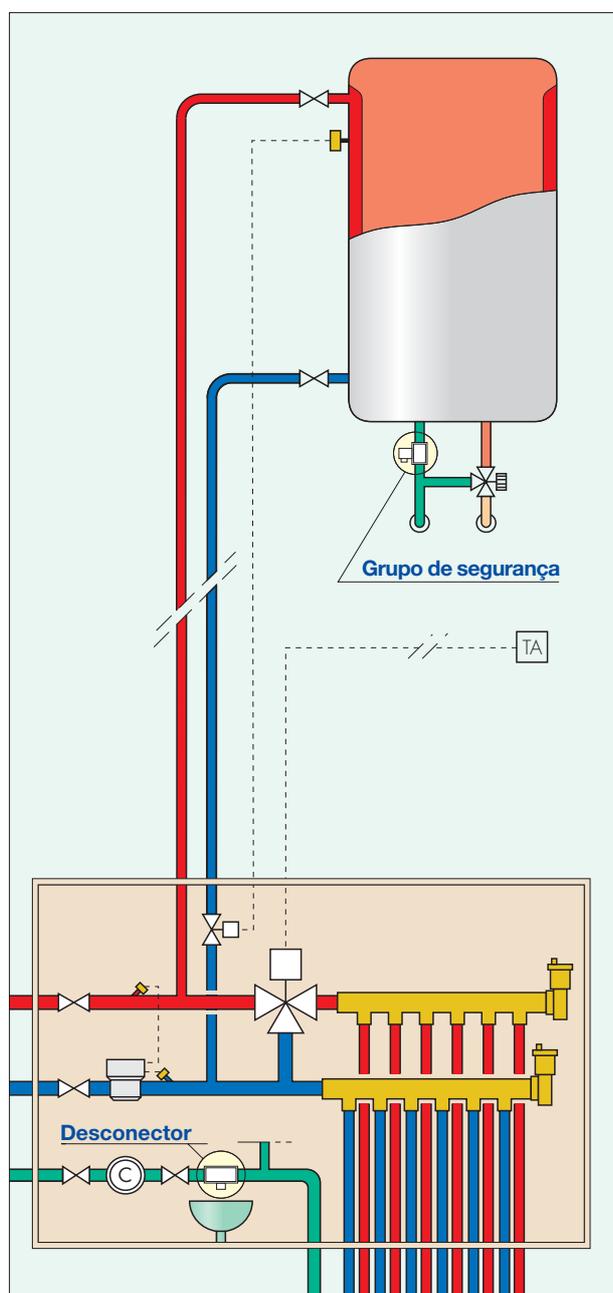
Nas novas instalações, por sua vez, estas possibilidades são impedidas pelas válvulas de retenção e pelos desconectores que **seccionam a instalação em zonas estagnadas no que diz respeito à expansão da água e à compensação das sobrepressões**.



Um exemplo pode servir para ajudar a esclarecer melhor a acção destes dispositivos.

Algum tempo atrás, o Departamento Técnico da Câmara de Brescia (Itália) comunicou-nos que num velho prédio, reestruturado e dotado de novas instalações nos inícios dos anos noventa, estavam a verificar-se casos estranhos. **Quase todos os grupos de segurança colocados sob a acumulação começaram a “perder” inesperadamente.**

In loco conseguimos apurar que os grupos não tinham começado a perder de modo inesperado, **mas após terem sido colocados em funcionamento desconectores em cada habitação** (ver esquema abaixo indicado).



Esta intervenção tinha sido decidida após alguns utilizadores terem acusado sintomas de intoxicação, muito provavelmente devidos à actividade de um laboratório fotográfico com sede no edifício.

Para além disso, conseguimos determinar que tinha sido **o construtor dos acumuladores a fornecer os grupos de segurança e a impor a sua colocação em funcionamento sob pena de prescrição da validade da garantia dos próprios acumuladores.**

A análise destes grupos de segurança permitiu-nos constatar que tinham **um pequeno furo no cursor da retenção**, evidentemente feito para descarregar as sobrepressões dos acumuladores, mas também no resto da instalação.

Os dados recolhidos tornaram-nos, por isso, capazes de formular o seguinte diagnóstico:

Sem os desconectores por habitação, cada acumulador podia utilizar toda a instalação para limitar as suas sobrepressões, incluindo a abertura das torneiras de outras habitações do prédio. Na prática, entre cada habitação havia uma espécie de socorro mútuo para evitar o surgimento de pressões demasiado elevadas; **este socorro era tornado possível por pequenas aberturas feitas na retenção dos grupos de segurança.**

Pelo contrário, **após a colocação em funcionamento dos desconectores**, cada habitação tinha-se tornado numa divisão distinta, completamente impossibilitada de repartir as sobrepressões do seu acumulador por outras partes da instalação.

Portanto, para bloquear as perdas assinaladas, **cada habitação foi dotada de um pequeno vaso de expansão.**

Por isso, no que diz respeito a expansão da água, deve ser considerado que **as velhas instalações trabalhavam em condições privilegiadas** e a lembrança das suas prestações **não deve induzir-nos a subestimar as exigências efectivas das novas instalações.**

OS GOLPES DE ARÍETE NAS INSTALAÇÕES TÉRMICAS

São golpes fortes e de rápida sequência que se geram nas condutas fechadas quando o fluido é travado ou acelerado em tempos muito breves; por exemplo, quando se fecha rapidamente uma torneira, ou quando se inicia ou se pára uma bomba. São golpes provocados pela **energia, cedida ou subtraída ao fluido, quando se varia a sua velocidade.**

O nome deste fenómeno físico deriva de uma antiga máquina de guerra: o **aríete** que servia para furar paredes ou para arrombar portas com golpes fortes, comparáveis aos do fenómeno acima descrito.

Na sua forma mais simples, o **aríete** de guerra era constituído por uma longa e robusta trave de madeira reforçada na extremidade com uma cabeça de carneiro em ferro. Um tipo mais evoluído era a **“tartaruga aríete”** com uma trave suspensa e uma espécie de telhado para proteger os soldados.

A intensidade dos golpes infligidos por estas máquinas dependia apenas da força e da sincronia de quem as manobrava.

Pelo contrário, **a intensidade dos golpes de aríete hidráulicos** depende de factores complexos a determinar e a ligar entre eles. Todavia (considerando que a nós interessa sobretudo a ordem das grandezas em jogo), podemos considerar que a sobrepressão máxima induzida por um golpe de aríete seja assim calculável:

$$P^* = \frac{2 v l}{g t} \quad (9)$$

em que:

- P^* = sobrepressão do golpe de aríete, m c.a.
- v = velocidade da água, m/s
- l = comprimento do tubo, m
- g = aceleração de gravidade (9,81 m/s²)
- t = tempo de fecho da válvula, s

Exemplo de cálculo:

Determinar a pressão gerada num tubo pelo fecho rápido de uma válvula. Considera-se:

- $v = 2,5$ m/s (velocidade água)
- $l = 80$ m (comprimento tubo)
- $t = 0,5$ s (tempo de fecho da válvula)
- $P_{es} = 35$ m c.a. (pressão de exercício)

Com a fórmula (9) calcula-se a sobrepressão induzida pelo golpe de aríete:

$$P^* = (2 \cdot 2,5 \cdot 80) / 9,81 \cdot 0,5 = 82 \text{ m c.a.}$$

A pressão total gerada no tubo resulta por isso:

$$P = P_{es} + P^* = 35 + 82 = 117 \text{ m c.a.}$$

Como é fácil notar, trata-se de uma **pressão muito elevada.**



Efeitos negativos dos golpes de aríete

Nas instalações de climatização, estes efeitos são, geralmente, bastantes limitados e, por isso, insignificantes. Pelo contrário, nas instalações hidro-sanitárias podem ter um certo relevo e provocar:

1. rupturas ou fortes deformações dos materiais de menor resistência mecânica (caldeiras, tubos em plástico, redutoras de pressão, válvulas, etc.);
2. desgaste das junções e das soldaduras;
3. fortes ruídos e vibrações;
4. corrosão das torneiras de distribuição.

Frequentemente somos chamados a avaliar estes danos e a procurar soluções.

No início, não conseguíamos entender a razão pela qual os casos mais graves, isto é, os de ruptura ocorriam sobretudo nas instalações pequenas. Parecia-nos mais lógico o contrário, ou seja, que os casos de ruptura deveriam acontecer sobretudo nas instalações de dimensão grande ou média-grande, onde a velocidade e os comprimentos em jogo (isto é, as principais grandezas que determinam a intensidade dos golpes de aríete) têm valores sem dúvida elevados.

Depois demo-nos esta explicação: ainda que nas instalações pequenas não existam comprimentos e velocidades capazes de provocar fortes golpes de aríete, estes podem ser importados directamente da rede de distribuição. E estes golpes de aríete são melhor geridos pelas instalações de dimensão grande e média-grande, porque as suas redes mais estendidas facilitam a dispersão e a absorção.

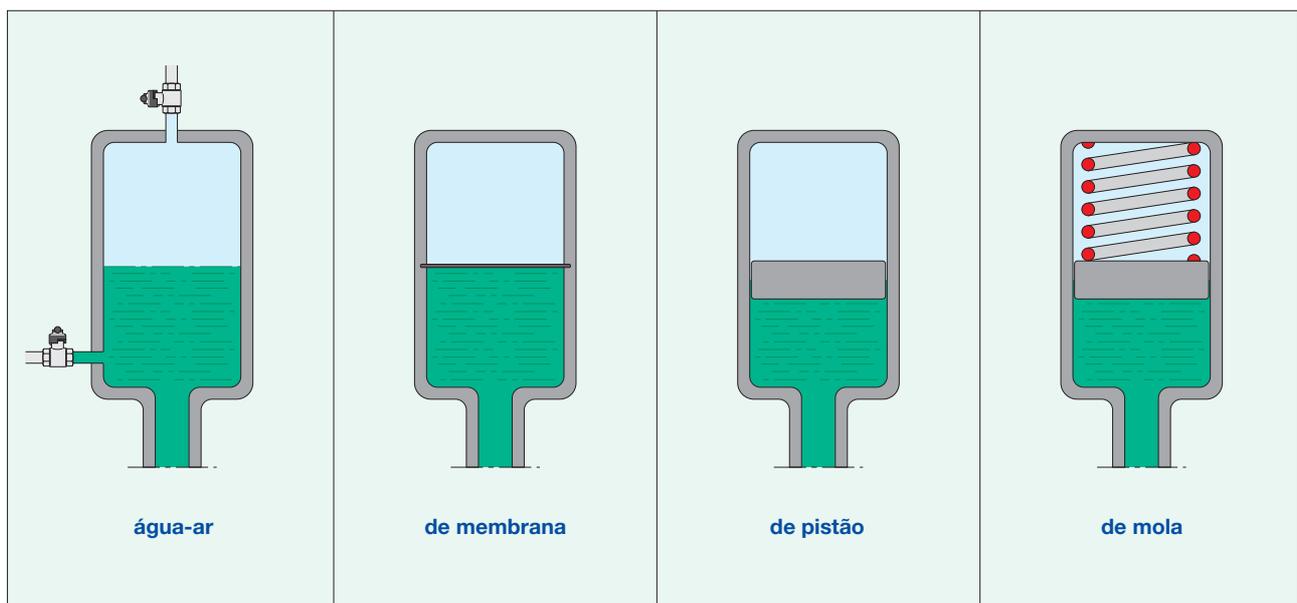
Deparamo-nos com o facto que frequentemente os golpes de aríete não são reproduzíveis, especialmente quando são importados da rede de distribuição. Nestes casos, por isso, só através de indícios é possível perceber a sua existência e culpabilidade.

Possíveis soluções

A fórmula da página anterior evidencia bem que para eliminar ou, pelo menos, atenuar sensivelmente os golpes de aríete, é necessário diminuir as velocidades do fluido e aumentar os tempos de fecho das torneiras. É, contudo, difícil intervir sobre estes tempos, pois utilizam-se geralmente torneiras e de fecho rápido. Por isso, para poder ter seguramente sob controlo os golpes de aríete, é aconselhável adoptar dispositivos amortecedores adequados que podem ser do tipo:

- de água-ar,
- de pistão,
- de membrana,
- de mola.

Os de água-ar são, geralmente, de evitar porque requerem a constante renovação da almofada de ar, que tende a dissolver-se na água.



Amortecedores de golpes de aríete por cima das colunas montantes

É a solução tradicional adoptada para instalações de dimensão grande e média-grande com desenvolvimento em colunas. **Os amortecedores são colocados** (em caixa ou nichos inspeccionáveis) **por cima das colunas de água fria e quente**. As colunas de recírculo estão ligadas directamente às da água quente.

É uma solução que permite obter **resultados válidos no que diz respeito à atenuação de golpes de aríete**. Os amortecedores, de facto, não estão demasiado longe das torneiras, isto é, das fontes dos golpes de aríete.

É, contudo, **uma solução que apresenta também contra-indicações no que diz respeito à segurança anti-legionella** (ver último número da Hidráulica).

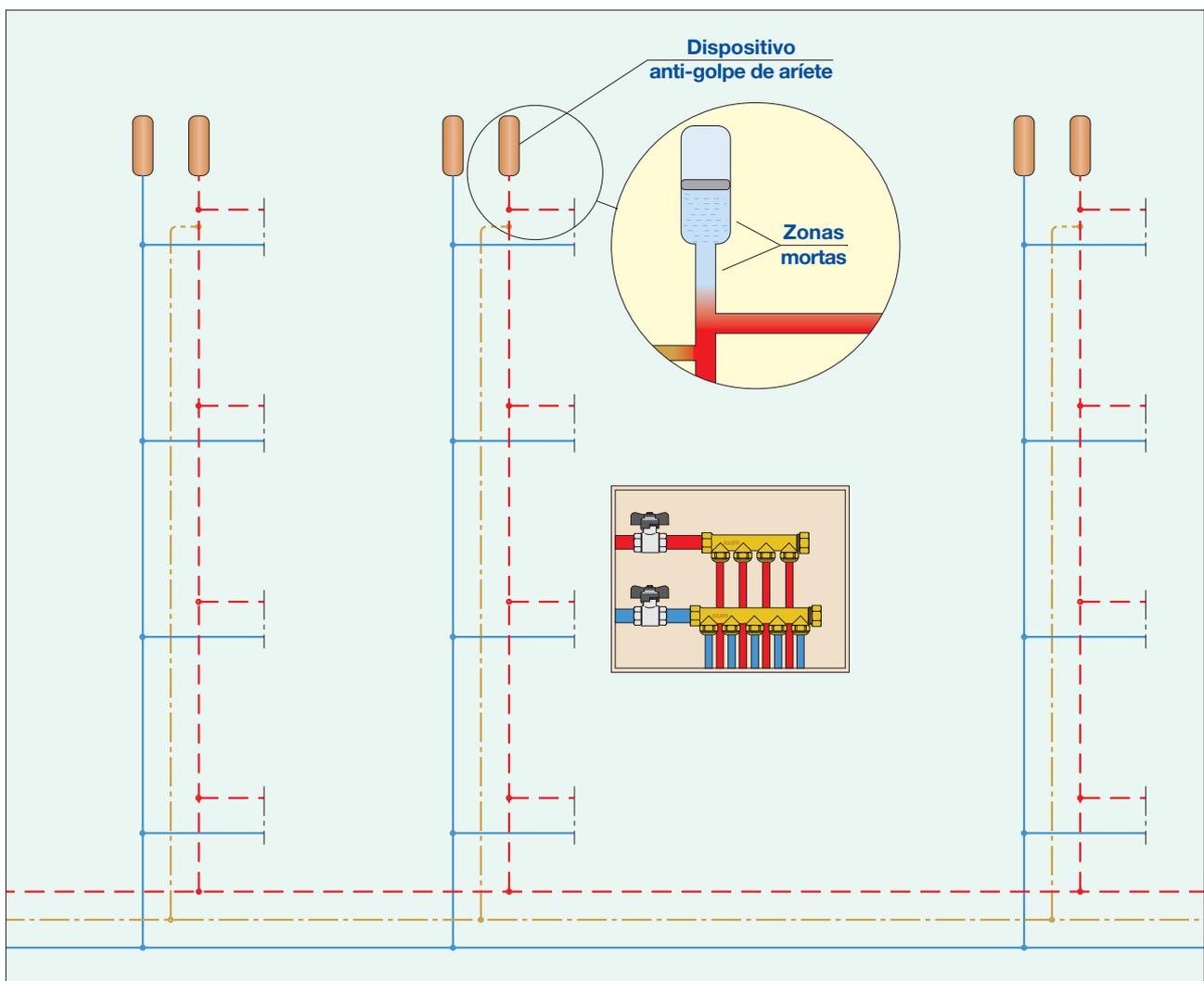
Contra-indicações ligadas ao facto de em algumas zonas da instalação, a água quente não poder circular. Por esta razão, nestas zonas (ditas **zonas mortas**) **não pode ser activada a desinfecção térmica**.

No caso específico, **as zonas mortas** são de dois tipos:

as primeiras são constituídas por segmentos de tubo que (por cima das ligações ao recírculo) ligam as colunas de água quente aos amortecedores;

as segundas correspondem às zonas dos amortecedores que contêm água.

Dada a importância que, cada vez mais, vai assumindo o problema *Legionella*, é provável que tudo isto **comporte uma crítica do sistema em exame**. Uma possível solução alternativa é, sem dúvida, a indicada de seguida.

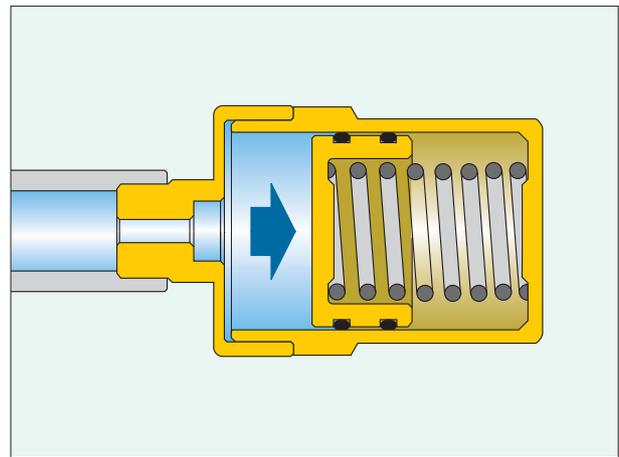


Amortecedores de golpes de aríete nos colectores de distribuição

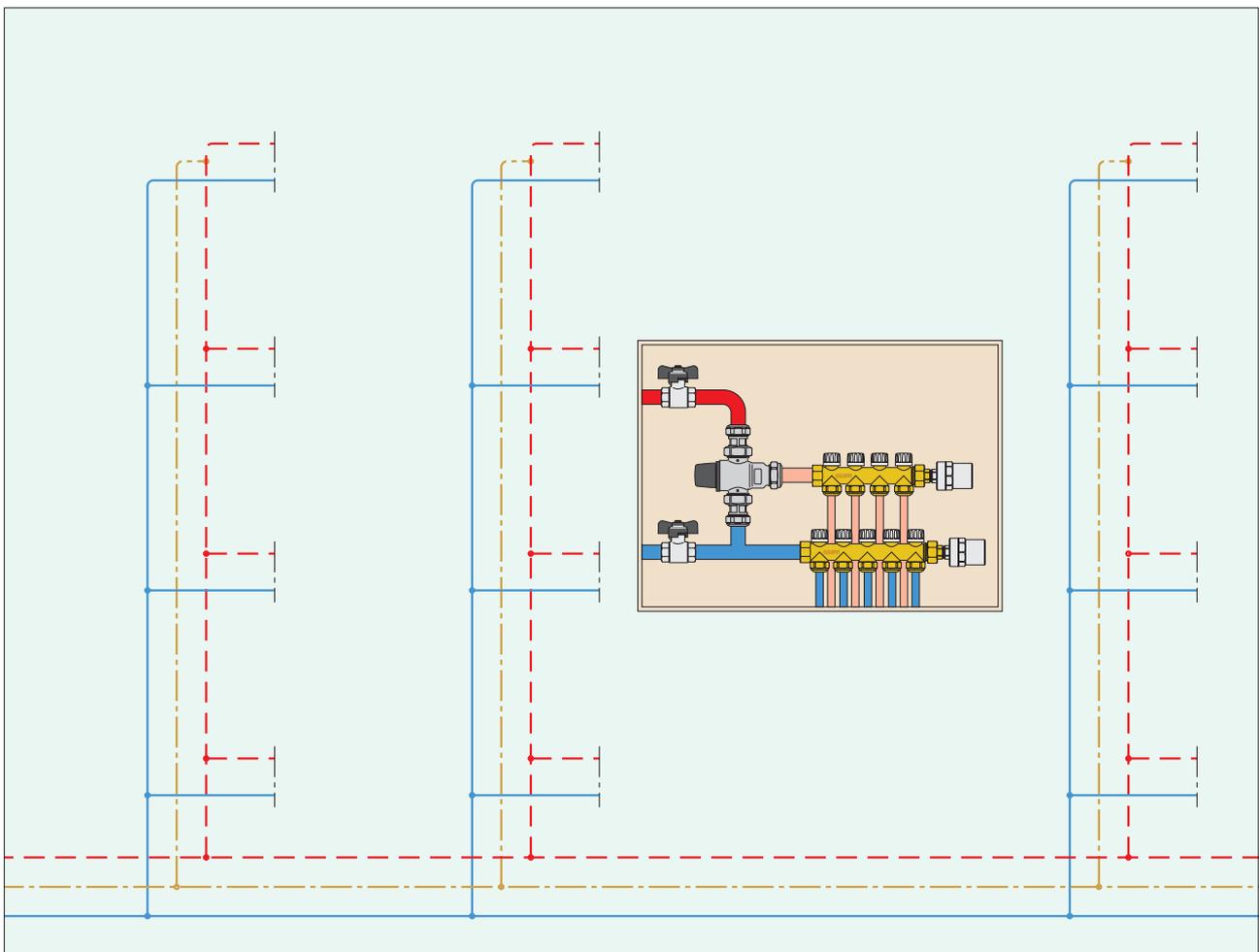
É uma solução que prevê a colocação em funcionamento nos colectores de pequenos amortecedores de mola.

Com esta solução, desloca-se a acção de amortecimento dos golpes de aríete da extremidade das colunas para o interior das caixas de distribuição. Na prática, **passa-se de uma acção amortecedora do tipo semi-centralizado para uma de tipo periférico**, com vantagens ligadas ao facto dos amortecedores operarem nas proximidades imediatas das torneiras, isto é, pontos em que têm especialmente lugar os golpes de aríete.

O esquema de instalação encontra-se representado em baixo. As misturadoras anti-queimadura servem para tornar possíveis e seguros os tratamentos térmicos *anti-legionella*, sejam os contínuos sejam os periódicos (a este respeito remete-se para o número 22 da Hidráulica).



Para além disso, os colectores de distribuição estão dotados de válvulas capazes de interceptar as derivações individuais. E esta é uma função de relevo, porque no caso de perdas, **permite excluir apenas a torneira responsável**.



O PERIGO LEGIONELLA NAS INSTALAÇÕES AUTÓNOMAS

Várias vezes foi-nos colocada a pergunta: “**o perigo Legionella também existe nas pequenas instalações** (isto é, nas autónomas) ?”.

Até há pouco tempo atrás, tínhamos uma certa dificuldade em responder. Porque, se por um lado não tínhamos qualquer intenção em alimentar alarmismos inúteis, por outro nem sequer tínhamos a intenção de dar certezas não universais de confrontações válidas.

De um modo geral, contudo, estávamos mais pessimistas do que optimistas, bastante conscientes do facto de não apenas nas instalações centralizadas, **mas também nas autónomas poderem subsistir as condições que permitem à Legionella desenvolver-se e tornar-se mais perigosa.**

Nem mesmo a falta de indicações oficiais a este respeito podia ser motivo de tranquilidade, pois **estávamos e ainda estamos no início da luta contra a Legionella.** Para além disso, deve considerar-se que são muitos os casos de *Legionellosi* com **fonte de infecção não identificada.** E, mesmo por isto, também no último número de Hidráulica (dedicado ao perigo *Legionella*) **não entramos na especificidade do problema,** limitando-nos às linhas gerais da literatura técnica que focaliza a sua atenção **sobretudo nas instalações centralizadas.**

Em seguida, alguns meses atrás, um nosso caro amigo informou-nos que um colega seu tinha contraído a *doença do Legionário* (isto é, a forma mais grave de *Legionellosi*) e conseguiu salvar-se apenas graças a um diagnóstico muito precoce. Como possíveis fontes de infecção estiveram os hotéis, os ginásios, as piscinas e outros locais públicos. A atenção tinha sido, por fim, voltada para a **instalação doméstica de água quente, onde foram encontrados vestígios de Legionella.**

Após esta indicação, **também decidimos considerar as instalações autónomas de risco Legionella,** vencendo aquela espécie de aversão que mencionamos anteriormente e que tinha as suas raízes, sobretudo, no facto de não querermos passar por alarmistas a todo o custo.

Decisão que, para além disso, tem um mérito de grande importância: o de nos dar **mais tranquilidade, mais segurança.**

De facto, não deve ser esquecido que em **caso de danos graves ou mortes provocados pela Legionella** (ver Hidráulica 22, pág. 5) **quer os projectistas quer os instaladores estão expostos à acusação de lesões graves e homicídio involuntário.**

Para ter referências constantes e fáceis de utilizar, apresentamos os esquemas seguintes (ver também soluções técnicas propostas, nº22 Hidráulica).

1. Produção de água quente com recírculo e desinfecção térmica constante

A misturadora da central é regulada a 50-52°C, ou seja, a temperaturas que causam a morte da *Legionella*. As misturadoras nas caixas são do tipo anti-queimadura.

2. Produção de água quente com recírculo e desinfecção térmica nocturna

A misturadora da central é regulada a 40-42°C. A desinfecção térmica nocturna é activada através do by-pass da misturadora.

3. Produção de água quente sem recírculo e com caldeira de chão

A misturadora da central é regulada a 50-52°C. As misturadoras nas caixas têm função anti-queimadura.

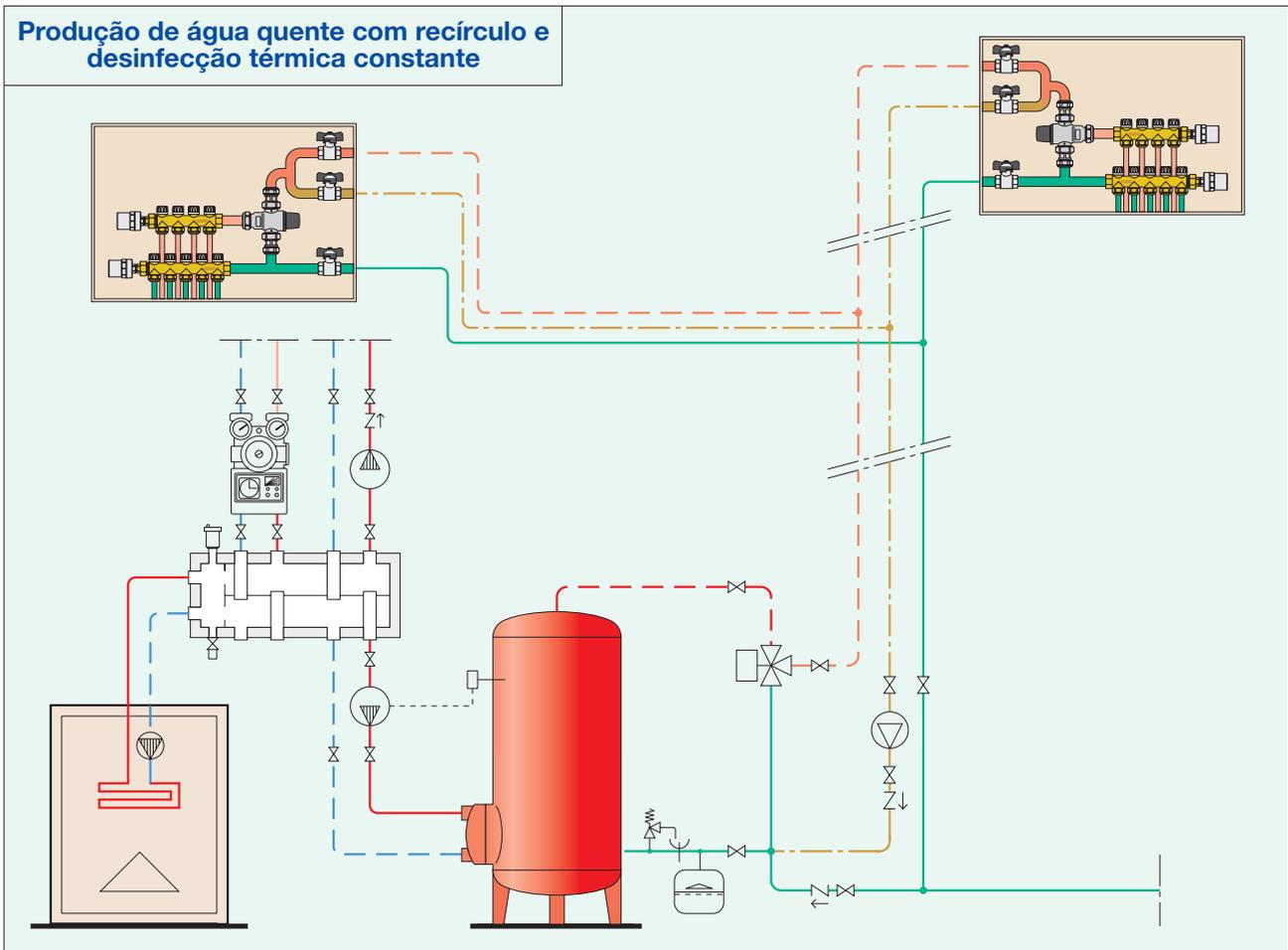
4. Produção de água quente sem recírculo e com caldeira mural

O termóstato da caldeira é regulado a 50-52°C. As misturadoras nas caixas têm função anti-queimadura.

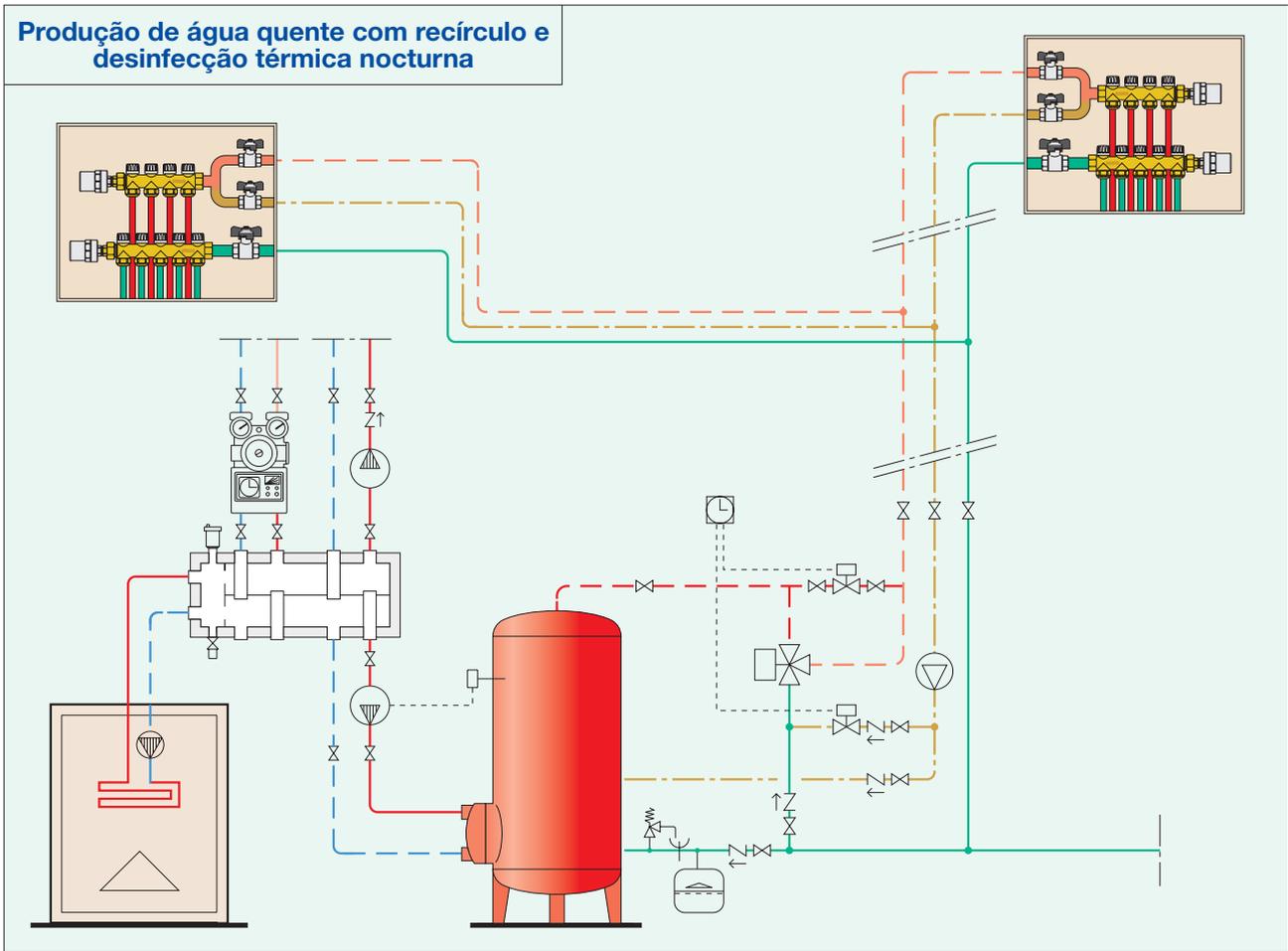
Para além dos esquemas que ilustram estas soluções, indicamos outros com propostas para:

- ligar entre eles mais caixas do mesmo andar em caso de recírculo,
- servir duas caixas entre eles vizinhas com apenas uma misturadora anti-queimadura.

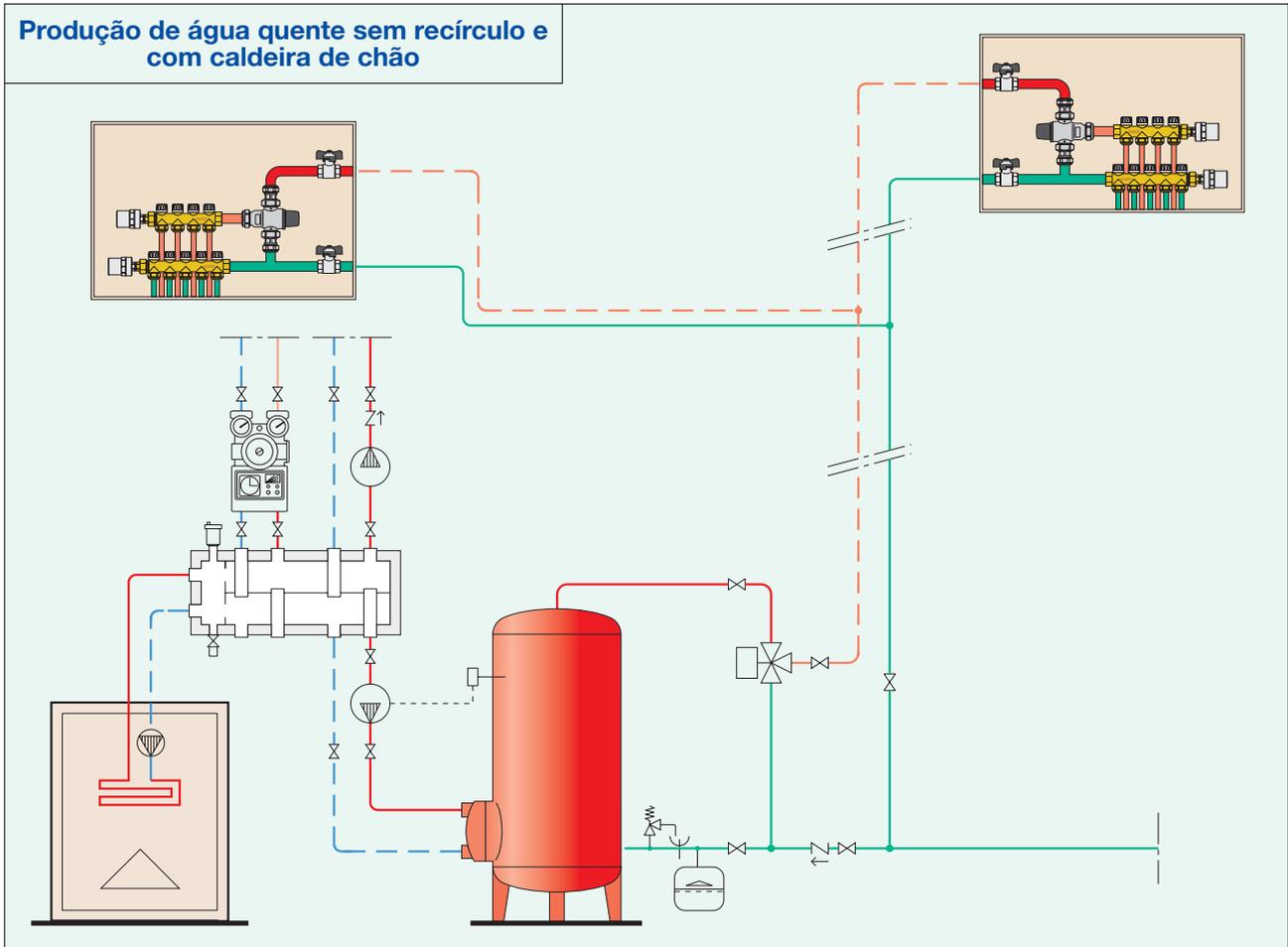
Produção de água quente com recirculo e desinfecção térmica constante



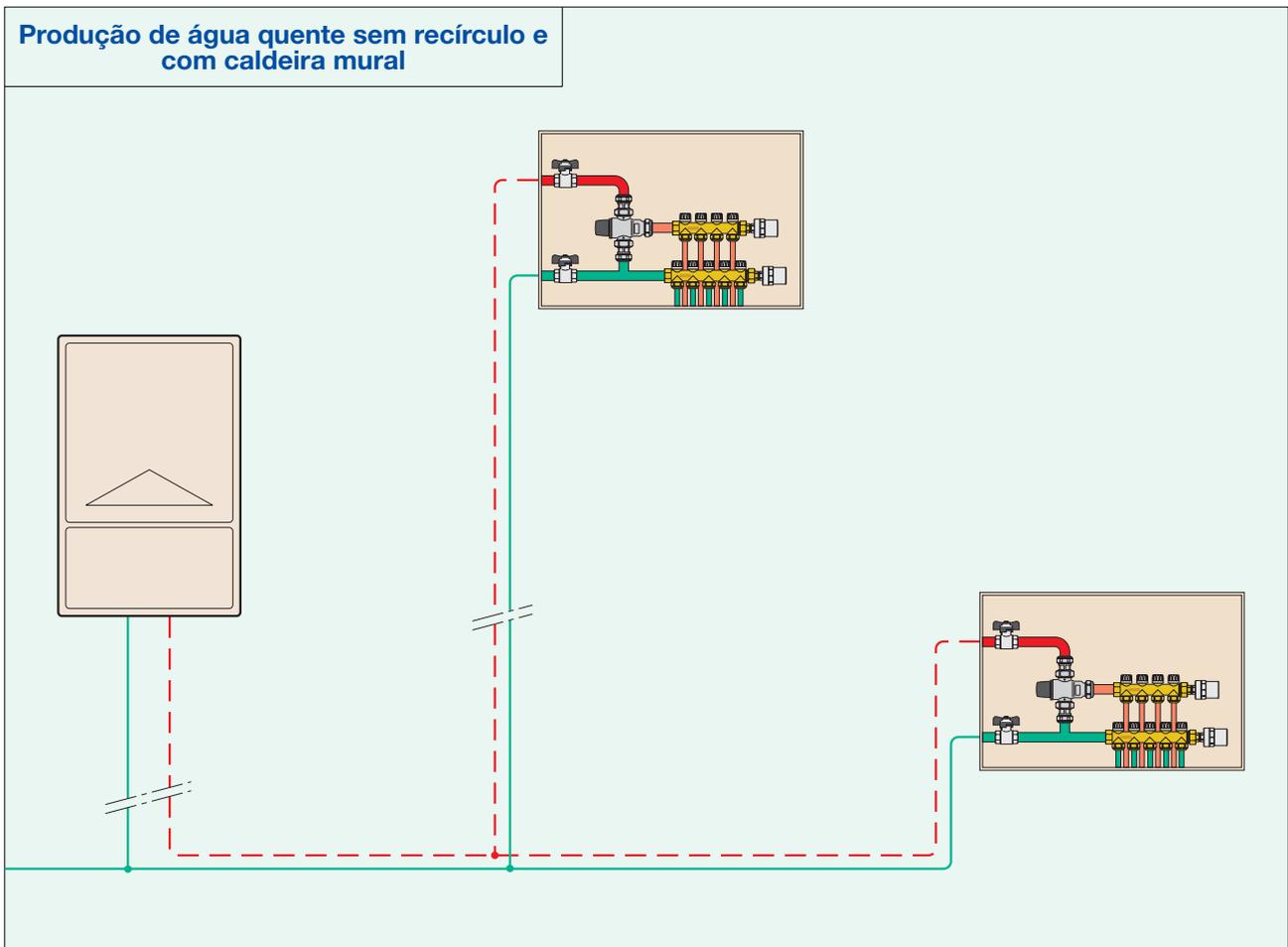
Produção de água quente com recirculo e desinfecção térmica nocturna

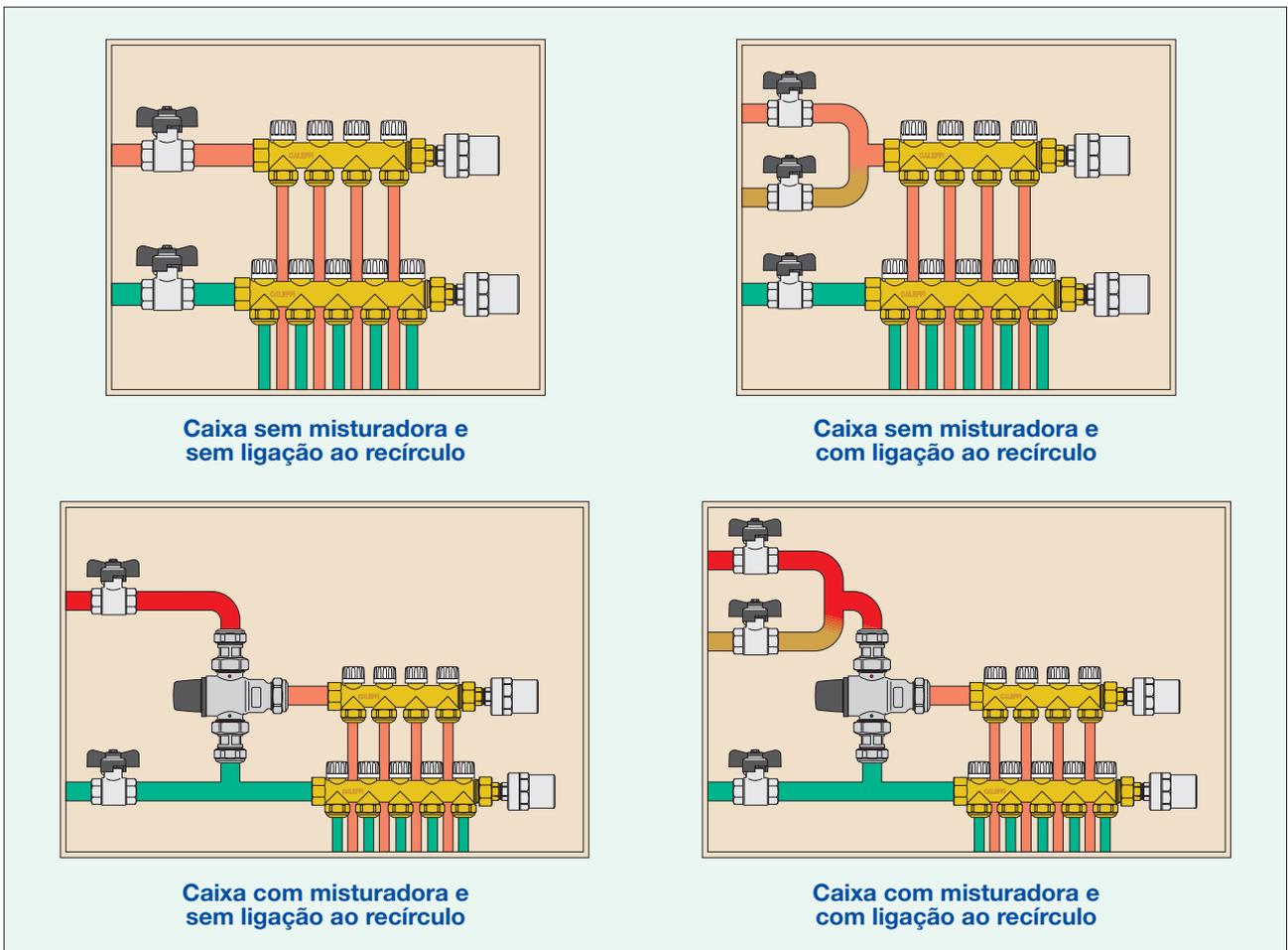
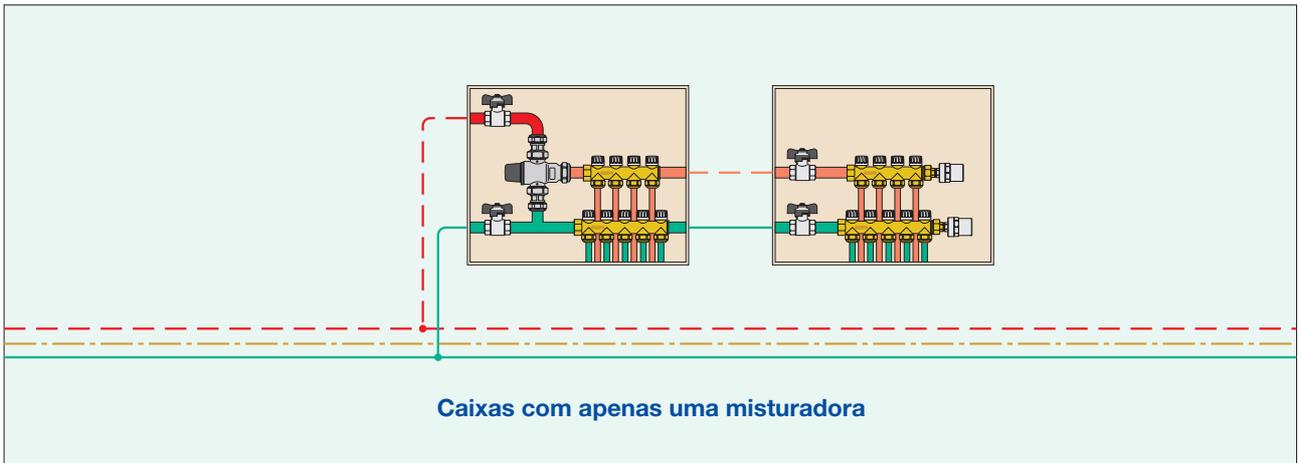
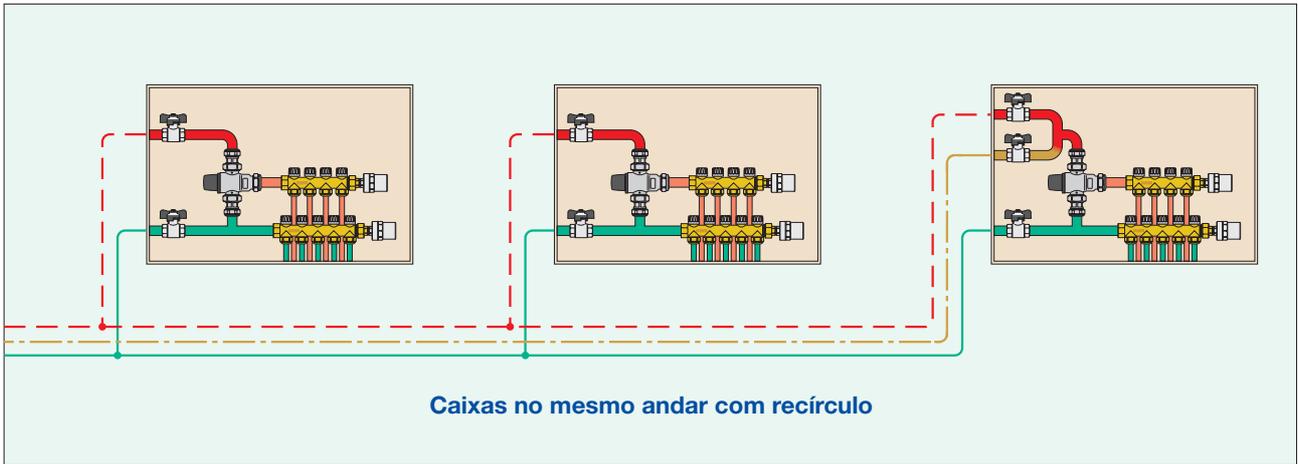


Produção de água quente sem recírculo e com caldeira de chão



Produção de água quente sem recírculo e com caldeira mural





GRUPOS DE SEGURANÇA PARA TERMOACUMULADOR



Função

Os grupos de segurança são dispositivos utilizados nas instalações hidro-sanitárias para a protecção dos termoacumuladores.

São constituídos por diferentes componentes que desempenham as seguintes funções:

- de segurança, para evitar que a pressão do fluido contido nos termoacumuladores atinja limites perigosos,
- anti-poluição, para evitar o regresso da água quente à rede de alimentação da água fria,
- de intercepção, para isolar a rede de alimentação e permitir a manutenção e o controlo do circuito.

Os grupos de segurança **são certificados como estando em conformidade com os requisitos de prestação requeridos pela norma europeia EN 1487.**



Gama de produtos

Código 526150 Grupo de segurança para termoacumulador _____ Medida 3/4"
 Código 526151 Grupo de segurança para termoacumulador com curva de descarga _____ Medida 3/4"
 Código 319601 Sifão de descarga para grupo de segurança _____ Medida 1" F x Ø 32/25 mm

Características técnicas e construtivas

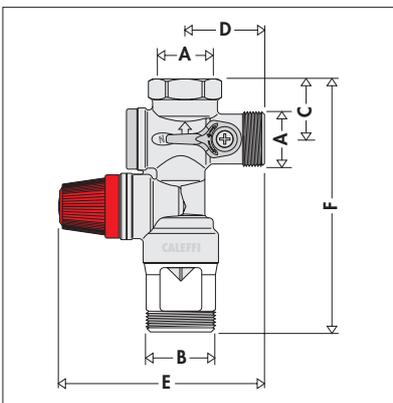
Materiais:

- corpo: latão EN 12165 CW617N cromado
- válvula de esfera: latão EN 12164 CW614N
- válvula de retenção: latão EN 12164 CW614N
- obturador válvula de segurança: EPDM
- vedações hidráulicas: EPDM
- molas: aço UNI 3823

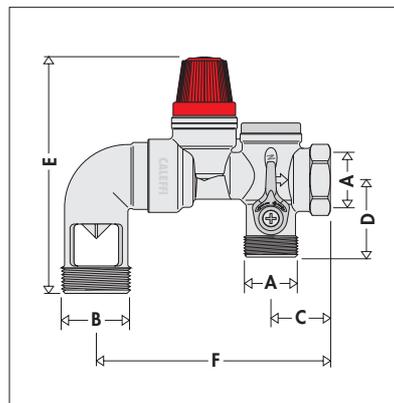
Fluido de utilização: água
 Temperatura máx. de exercício: 120°C
 Pressão máx. de exercício: 10 bar
 Pressão de regulação válvula de segurança: 7 bar
 Potência máxima do termoacumulador (3/4"): 10 kW
 Caudal de descarga a 8,4 bar (+20% Pt): com água: > 600 l/h
 com vapor: > 220 kg/h

Ligações: entrada 3/4" M
 saída 3/4" F
 descarga 1" M

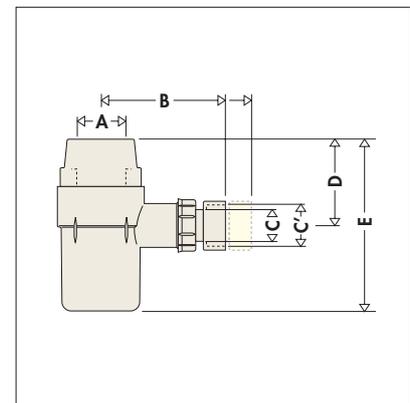
Dimensões



Código	A	B	C	D	E	F
526150	3/4"	1"	29	38	98,5	122



Código	A	B	C	D	E	F
526151	3/4"	1"	29	38	114	116,5



Código	A	B	C	C'	D	E
319601	1"	83+100	Ø25	Ø32	55	117

GRUPOS DE SEGURANÇA PARA TERMOACUMULADOR

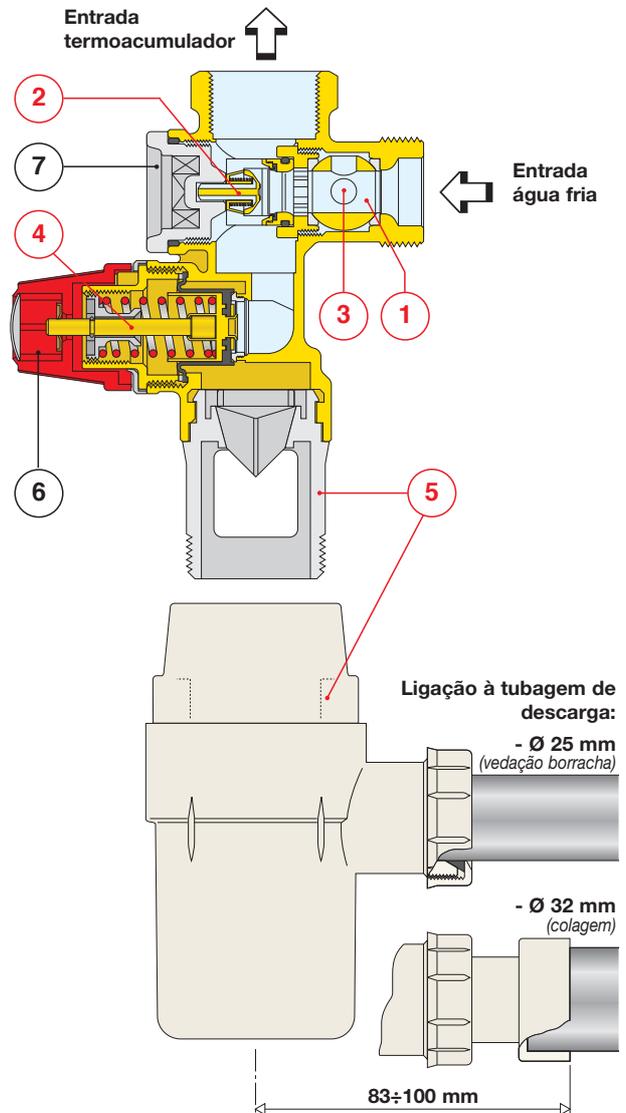
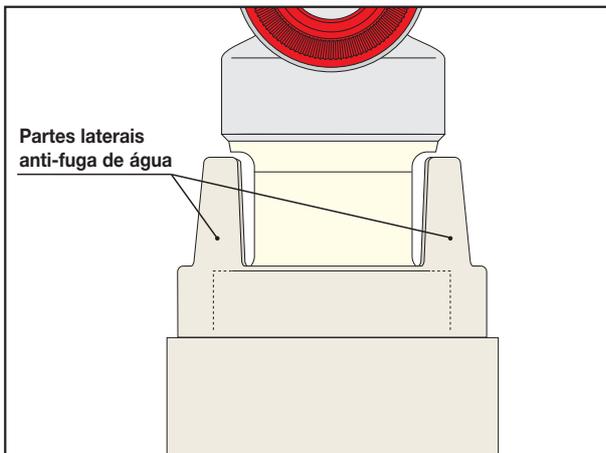


Componentes característicos

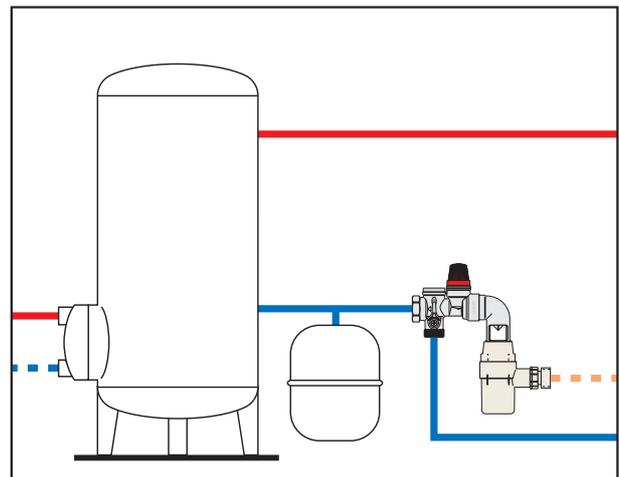
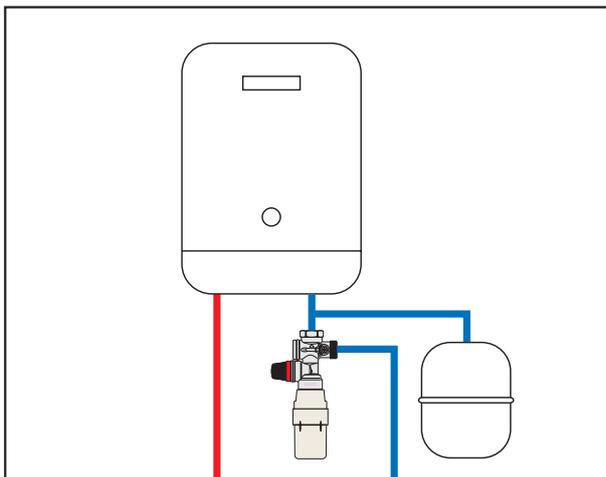
- ① Torneira de intercepção
- ② Válvula de retenção Classe A
- ③ Abertura para o controlo da eficiência da válvula de retenção
- ④ Válvula de segurança
- ⑤ Sifão de descarga e tomadas de ar anti-refluxo
- ⑥ Manipulo para descarga manual
- ⑦ Tampão para eventual substituição da retenção

Sifão de descarga

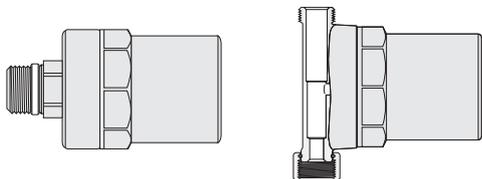
O sifão de descarga, posicionado na saída da válvula de segurança, deve estar conforme com os requisitos relativos às dimensões prescritos pela norma EN 1487 e a descarga deve ocorrer sem que se verifiquem fugas de água. Por este motivo, os sifões de descarga série 319 estão dotados de partes laterais adequadas, que recolhem os jactos de água durante a descarga da válvula de segurança e conduzem-nos em direcção à rede de esgotos.



Esquemas aplicativos



AMORTECEDOR DE GOLPE DE ARÍETE SÉRIE 525



Gama de produtos

Série 525 amortecedor de golpe de aríete _____ Medida 1/2" M
Série 525 amortecedor de golpe de aríete para colocar sob lavatório _____ Medida 3/8" M x calote 3/8" F

Características técnicas e construtivas

Materiais:
 -corpo: latão EN 12165 CW617 cromado
 -amortecedor: polímero de alta resistência
 -mola: aço UNI 3823
 -vedações hidráulicas: EPDM

Fluido de utilização: água

Temperatura máx. de exercício: 90°C
Pressão máx. de exercício: 10 bar
Pressão máx. do golpe de aríete: 50 bar
Pressão início intervenção activa: 3 bar
Ligações: 1/2" M
 3/8" M x calote 3/8" F

Particularidades funcionais e construtivas

Dimensões reduzidas

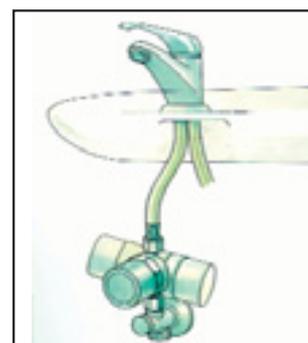
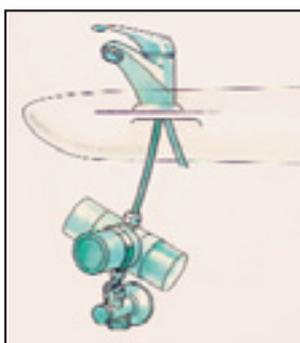
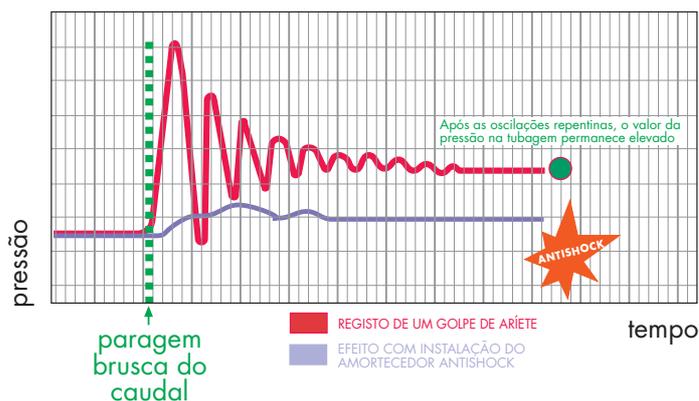
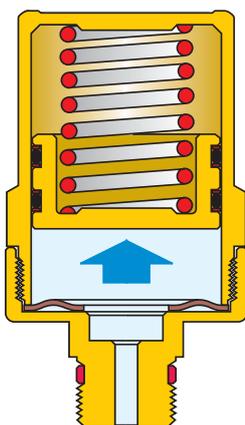
Os dispositivos amortecedores de golpe de aríete apresentam dimensões reduzidas e podem ser inseridos facilmente na instalação sanitária. É, assim, possível a instalação na proximidade de torneiras ou válvulas de intercepção, fontes da onda de choque que deve ser amortecida pelo dispositivo.

Ausência de manutenção

Ao contrário dos amortecedores de golpe de aríete de tipo pneumático, os de tipo mecânico não requerem nenhum tipo de controlo ou manutenção.

Elastómeros compatíveis com uso alimentar

Os elastómeros que constituem as vedações hidráulicas estão homologados pelas Entidades WRAS, CSTB, DVGW segundo as mais recentes disposições de compatibilidade para utilização com água potável.



ESCOLHA CORRECTA DAS MISTURADORAS TERMOSTÁTICAS ANTI-QUEIMADURA



Perigo queimaduras

No número 22 da Hidráulica colocamos em evidência o perigo de queimaduras provocadas pela água quente, perigo ainda mais presente em todas as instalações hidro-sanitárias, e elevado no caso de utilizadores de risco como crianças ou idosos. Para completar o que foi dito, em seguida são apresentadas algumas notas adicionais para a escolha correcta do dispositivo de protecção anti-queimadura mais adequado.

Controlo da temperatura

Cada instalação de preparação e distribuição de água quente para uso sanitário deve ser montada de modo a:

- armazenar a água quente na caldeira a $T \geq 60^{\circ}\text{C}$, para evitar a formação da *Legionella*,
- distribuir água quente a $T \geq 50^{\circ}$, para assegurar a desinfecção da rede,
- ter água na saída das torneiras a $T < 50^{\circ}\text{C}$, para evitar queimaduras.

Avaliação do risco

Cada projecto de instalação de distribuição de água quente para uso sanitário deve ser provido de uma adequada **avaliação do risco**, para detectar os riscos potenciais de provocar queimaduras aos utilizadores e as acções necessárias para melhorar a situação. Esta avaliação do risco, que deve ser conduzida pelo **responsável da instalação**, deve ter especialmente em conta:

- o tipo de edifício e a finalidade de utilização,
- o tipo de instalação e a sua morfologia,
- o tipo de indivíduos expostos ao risco de queimadura e utilizadores da instalação como crianças, idosos e doentes,
- as áreas em que está dividida a instalação, às quais podem aceder indivíduos mais ou menos em risco, como áreas expostas ao público, aos trabalhadores, aos pacientes.

Misturadoras termostáticas

As misturadoras termostáticas são o instrumento mais adequado para o controlo da temperatura da água na saída das torneiras. São dispositivos capazes de manter constante a temperatura da água na saída, quando varia:

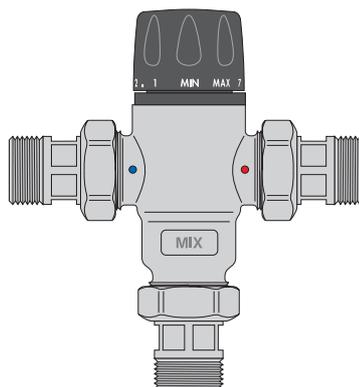
- a pressão na entrada, por exemplo, após a distribuição por outras utilizações,
- a temperatura na entrada, por exemplo, a temperatura do acumulador,
- caudal distribuído, após a abertura ou fecho das torneiras,
- arrefecimento devido a períodos de não distribuição.

Para além disso, estes dispositivos também podem ser dotados de segurança anti-queimadura, isto é, interrompem a passagem da água no caso da falta de água fria na entrada.

Misturadora termostática série 521

Utilização em aplicação domésticas

As misturadoras da série 521 são dispositivos utilizados para o controlo da temperatura da água quente, distribuída à utilização em aplicações do tipo doméstico.



Nestas instalações, as duas redes de água quente e fria na entrada da misturadora estão geralmente à mesma pressão e têm uma origem comum. No caso de falta de água fria na entrada, também a água quente falta em simultâneo e não provoca qualquer risco de queimadura.

Prestações

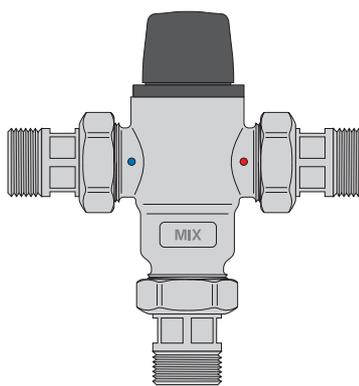
As prestações das misturadoras termostáticas da série 521 estão em conformidade com os requisitos da norma europeia EN 1287.



Misturadora termostática anti-queimadura série 5212

Utilização em edifícios públicos, hospitais

As misturadoras da série 5212 são dispositivos de elevadas prestações térmicas, utilizadas em edifícios públicos como hospitais, casas de saúde, infantários.



Neste tipo de aplicações, próprio para o tipo de utilizadores de água quente como crianças, idosos e doentes, o risco de queimadura é muito elevado.

Nestas instalações, as duas redes de alimentação da água quente proveniente da acumulação e da água fria podem ter uma origem diferente e podem trabalhar com pressões

diferentes. No caso de falta de água fria, a misturadora é capaz de fechar imediatamente a passagem de água na saída e de impedir possíveis queimaduras.

Prestações

As misturadoras termostáticas anti-queimadura da série 5212 estão homologadas em conformidade com as normas específicas do Reino Unido NHS D08 e BS 7942.



DEPRESSA E BEM JÁ HÁ QUEM



FLASH▶▶CAL

SISTEMA DE ENCAIXE RÁPIDO

www.caleffi.pt

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

 **CALEFFI**
Hydronic Solutions