

TRATAMIENTOS

Tratamiento de "VITRIFICADO"

El tratamiento VITRIFICADO, o tratamiento con esmalte porcelánico, es un tratamiento anticorrosivo interior que se consigue con la aplicación de una o dos capas (según los casos) de esmalte con características de resistencia al agua y al vapor, que confiere al producto tratado una elevada protección de la salud y el entorno.

La completa fiabilidad de este tipo de tratamiento deriva de su composición inorgánica y de la unión creada entre el esmalte mismo y la superficie metálica, combinando así, las propiedades de resistencia mecánica y estabilidad dimensional propias del acero con la inmejorable estabilidad y resistencia del esmalte vitrificado frente a las más adversas condiciones ambientales.

Tras la cocción en horno a ~850°C según el método Bayer y la norma DIN 4753.3, el esmalte no absorbe agua y no conduce iones, por lo tanto la vitrificación protege la estructura del producto al 99,9%. El restante 0,1% (debido a eventuales puntos descubiertos) es eliminado insertando, dentro del producto, sistemas anticorrosivos de protección como ánodos de sacrificio de magnesio o ánodos con sistema electrónico permanente.

Características principales, entre otras:

- protección anticorrosiva sin desgaste en el tiempo,
- alta resistencia mecánica y química,
- material antivandálico, muy difícil de rayar,
- fácil limpieza,
- totalmente ignífugo
- Superficie limpia por lo que impide el desarrollo de moho o bacterias.

AISLAMIENTOS:

Los aislamientos están disponibles en varias versiones, dependiendo de las capacidades y del modelo o utilidad de cada uno de los depósitos, según la tabla adjunta:

Aislamiento flexible RE: desmontable, compuesto de plancha de poliuretano de células abiertas de 50 mm de espesor, de densidad 20 kg/m³, conductividad media 0,045 W/mK a la temperatura de 45°C, exento de CFC y HCFC, y acabado externo con funda de skay (para instalación en interior) y cierre con cremallera.

Aislamiento flexible RFZ: desmontable, compuesto de plancha de poliuretano de células abiertas de 50 mm de espesor, de densidad 20 kg/m³, conductividad media 0,045 W/mK a la temperatura de 45°C, exento de CFC y HCFC, y acabado externo con funda de skay (especial para instalación en exterior) y cierre con cremallera.

Aislamiento flexible RS: desmontable, compuesto de plancha de poliuretano de células abiertas de 100 mm de espesor, de densidad 20 kg/m³, conductividad media 0,045 W/mK a la temperatura de 45°C, exento de CFC y HCFC, y acabado externo con funda de skay (para instalación en interior) y cierre con cremallera.

Aislamiento flexible RSZ: desmontable, compuesto de plancha de poliuretano de células abiertas de 100 mm de espesor, de densidad 20 kg/m³, conductividad media 0,045 W/mK a la temperatura de 45°C, exento de CFC y HCFC, y acabado externo con funda de skay (especial para instalación en exterior) y cierre con cremallera.

Aislamiento semirígidos RI: no desmontable, compuesto de plancha de polietileno reticulado, de células cerradas "anticondensación", encolado directamente sobre el depósito, de densidad 33±3 kg/m³, de 20 mm. de espesor, temperatura de utilización (-40/+90) °C, conductividad térmica de ~0,0415 W/mK a 10°C y acabado externo con funda de skay (para instalación en interior) y cierre con cremallera.

Aislamiento semirígidos RIZ: no desmontable, compuesto de plancha de polietileno reticulado, de células cerradas "anticondensación", encolado directamente sobre el depósito, de densidad 33±3 kg/m³, de 20 mm. de espesor, temperatura de utilización (-40/+90)°C, conductividad térmica de ~0,0415 W/mK a 10°C y acabado externo con funda de skay (especial para instalación en exterior) y cierre con cremallera.

INFORMACIÓN Y OTROS DATOS DE INTERÉS.

Ánodos de protección (de magnesio sacrificables y electrónicos permanentes)

¿Qué es la Corrosión?

La corrosión es el fenómeno mediante el cual los elementos metálicos al ceder electrones de su última capa de la estructura atómica se combinan con el oxígeno para formar óxidos. Los elementos metálicos presentan una predisposición a ceder electrones en contacto con el agua. Cada metal tiene una carga eléctrica propia y una tendencia a la cesión, por lo que se pueden comparar las características de resistencia a la corrosión de cada metal en el agua.

Ánodo es aquel electrodo del cual fluye la corriente positiva en forma de iones hacia el electrolito. Aquí ocurre la "oxidación" la que implica la pérdida de metal.

Cátodo es aquel electrodo del cual fluye corriente negativa hacia el electrolito. Aquí ocurre la "reducción", la corriente llega desde el electrolito y el metal se protege.

Electrolito es el medio en que el ánodo y cátodo están inmersos y que tiene capacidad para conducir corriente. Los electrolitos más habituales son agua dulce, agua de mar y tierra.

Unión metálica. El ánodo y el cátodo están conectados por un conductor de primera (metálico) que conduce la corriente, por fuera del electrolito.

Sin estos 4 elementos no hay corrosión galvánica. Esto debe tenerse muy en cuenta, porque para evitar o disminuir la corrosión, se puede actuar sobre cualquiera de ellos.

Este fenómeno es el resultado de la diferencia de potencial existente entre dos metales cuando están unidos e inmersos en un electrolito, formando técnicamente lo que se denomina una pila eléctrica. La corriente circula desde el metal de menor potencial (ánodo que se degrada y pierde masa) al metal de mayor potencial (cátodo que se protege) a través del medio acuoso (electrolito, agua).

PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

El revestimiento hace que los ánodos y cátodos naturales formados en la superficie queden aislados del electrolito impidiendo la formación de las pilas galvánicas naturales. La protección catódica complementa esta acción, ya que la pintura nunca es 100% perfecta, haciendo que una pequeña superficie quede expuesta al electrolito, comenzando ahí el ataque corrosivo y extendiéndose por debajo de la pintura rápidamente. Si hay ánodos de protección que envíen corriente a ese punto, se impide la corrosión.

La prevención de la corrosión galvánica consiste en disponer de un metal con gran capacidad de cesión de electrones para prevenir la cesión de otros y anular así su degradación. Mediante este principio se sacrifica dicho metal en beneficio de los que interesa proteger y que de esta forma permanecen inalterables y protegidos.

La pintura durará mucho más con la protección catódica y los ánodos durarán más si la pintura cubre la mayor superficie posible, ya que en este caso los ánodos solo envían corriente a los puntos donde ha sufrido una falla la pintura.

Existen dos técnicas para rebajar este potencial:

• **Protección catódica mediante ÁNODOS DE MAGNESIO (o ánodos de sacrificio):**

Los sistemas para evitar la corrosión disponen de elementos muy sensibles a ésta que absorben toda la reacción química que se produce durante la oxidación, de esta forma son ellos los que sufren la corrosión mientras el elemento al cual protegen permanece en perfecto estado. Un ejemplo típico son los ánodos de sacrificio o de magnesio que existen en los calentadores eléctricos y acumuladores de agua caliente sanitaria.

La protección catódica consiste en obligar a la estructura a funcionar como un cátodo en una celda de corrosión, mediante la manipulación y/o modificación de factores electroquímicos. Un ánodo de sacrificio, si se conecta eléctricamente a una estructura sumergida descargará una corriente que fluirá a través del electrolito hasta la estructura que se pretende proteger.

El metal que actúa como ánodo se sacrifica a favor del que actúa de cátodo, por eso a este sistema se le conoce como protección catódica por ánodo de sacrificio.

La existencia de estos ánodos de sacrificio o de magnesio, es desconocida para la mayoría de usuarios finales, sin embargo un buen mantenimiento de este ánodo o la sustitución del mismo cuando ha llegado al límite de su vida, puede evitar la perforación por oxidación del acumulador. Algunos de los problemas derivados de una mala conservación son las temidas inundaciones que provocan la destrucción de mobiliario, daños a terceros y los costes de sustitución del deposito perforado.

El mantenimiento del ánodo de sacrificio, es una tarea muy sencilla, y para ello, deben seguirse los siguientes pasos:

- por seguridad, desconectar el termo o acumulador de la red eléctrica,
- cerrar la llave de entrada del agua,
- abrir un grifo de agua caliente para quitar la presión,
- cerrar la llave de paso de la salida de agua caliente,
- vaciar el termo hasta la altura a la que se encuentre el ánodo,
- desenroscar el ánodo del deposito, comprobar su estado de desgaste y sustituir si es necesario.

Existen también ánodos de sacrificio con control externo de desgaste, evitando así tener que vaciar y desenroscar el ánodo del deposito para determinar el estado de su desgaste.

El período de vida de un ánodo sacrificable depende de muchos factores: el tipo de agua, la temperatura de acumulación del agua en el deposito, el consumo de agua, etc.

Normalmente se recomienda efectuar una revisión anual del estado de desgaste del ánodo y en función de éste, repetirla de forma periódica.

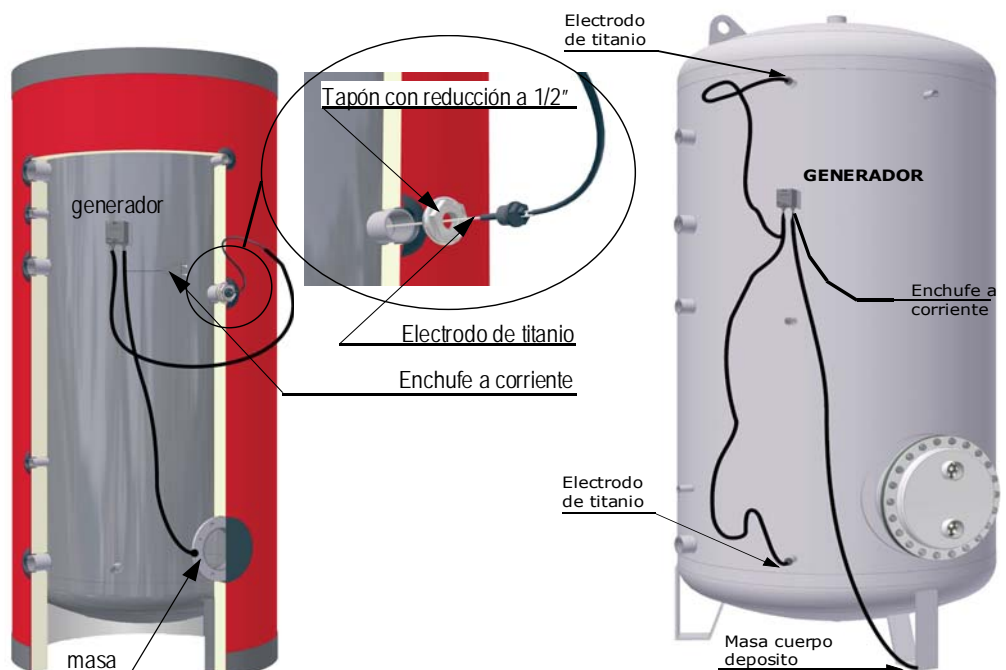
En definitiva podríamos decir que, el desgaste de los ánodos se debe controlar periódicamente y nunca debe llegar a un desgaste completo, debiendo reemplazarlo a tiempo, por un modelo conforme a la superficie a proteger.

• **Protección catódica mediante CORRIENTE IMPRESA (o ánodos electrónicos permanentes):**

Si nos limitamos a aplicar una corriente negativa al metal que hay que proteger y el polo positivo al electrolito (o sea al agua), conseguiremos el mismo efecto: rebajar el potencial del metal a proteger hasta llegar al potencial de inmunidad de ese metal sin necesidad de ánodos de sacrificio, solamente aplicando una corriente eléctrica. Por lo tanto, hemos protegido el metal mediante el sistema de corriente impresa.

Este efecto es análogo al de los ánodos tradicionales pero con la diferencia de que no se necesita la aportación del metal de sacrificio. La corriente que entregan no proviene del desgaste de su masa como los ánodos sacrificables, sino de una fuente externa (transformador eléctrico).

En cualquier caso, un deposito construido con material base en "acero al carbono" desprovisto de ánodos sufrirá obligatoriamente graves daños



a corto o medio plazo, es pues una protección indispensable, y un olvido en inspeccionar o reemplazar estos ánodos puede provocar graves deterioros y una oxidación irreversible en el interior de estos equipos.

Materiales de las tuberías.

Como ya se ha referido anteriormente, los metales tienen una tendencia natural a la corrosión, unos más que otros. Esta diferencia hace que existan metales "nobles" que no se corroen naturalmente y metales muy reactivos, que incluso no pueden existir en estado metálico porque se corroen con mucha facilidad en el aire o en agua.

Esta diferencia natural entre los metales produce el efecto de "corrosión galvánica" que es el responsable de la corrosión acelerada que sufre un metal bajo ciertas condiciones. Al estar en contacto eléctrico dos metales diferentes e inmersos en un electrolito agresivo como el agua, se produce la aceleración de la corrosión por efecto galvánico.

Cuando hay dos elementos metálicos diferentes, por ejemplo cobre y hierro, el más noble (el cobre) será cátodo y el menos noble (el hierro) será ánodo y se corroerá por generación de las corrientes galvánicas mencionadas.

Para eliminar este efecto o reducirlo en la medida de lo posible, es necesario descartar totalmente la unión directa de tuberías de cobre con el material (hierro o acero al carbono) del acumulador:

- intercalando entre ambos "manguitos electrolíticos", que son unas uniones roscadas fabricadas en materiales aislantes, tanto en la tubería de entrada, salida, como recírculo del agua.
- o, preferiblemente, utilizando directamente tuberías de materiales plásticos de cualquiera de las opciones existentes, en lugar de las tuberías de cobre.

En particular, es importante evitar que el agua que ha pasado por el interior de las tuberías de cobre circule por el interior del depósito, donde la precipitación de los iones y/o partículas de cobre puede generar también pilas galvánicas intensas.



Resistencias eléctricas de inmersión.

Hoy en día es muy habitual la instalación de resistencias eléctricas en depósitos de agua, en unos casos como única fuente de energía de calentamiento y en otros casos como energía de apoyo a la energía principal y/o energía alternativa. En este caso, el calentamiento se produce por contacto directo de la superficie caliente de la resistencia eléctrica con el agua contenida en el depósito.

Como su nombre indica, estas van inmersas dentro del fluido y deben estar en contacto permanente con el, ya que en caso contrario, no se disiparía el calor que generan y directamente se quemarían.

El acoplamiento con el depósito se realiza mediante el roscado directamente a la conexión de este destinada a tal fin y que suele situarse:

- dentro del tercio superior de la altura del depósito (cuando se utiliza como energía de apoyo). En este caso, la resistencia eléctrica, únicamente calienta la parte superior del agua contenida en el depósito, favoreciendo así la estratificación (agua más fría en la parte inferior) lo que favorece el intercambio de calor a través del serpentín (fuente principal de energía) ubicado en la parte inferior del depósito.
- dentro del tercio inferior de la altura, normalmente sobre la tapa de la boca de inspección (cuando se utiliza como única fuente de calentamiento). En este caso, la resistencia eléctrica calienta la totalidad del volumen del agua (funcionamiento como termo eléctrico).

No existe ninguna norma fija para determinar la potencia eléctrica de la resistencia a instalar. Esta, puede ser variable en cada caso y debe de determinarse en función de las características reales de la instalación (es decir en función de las necesidades del caudal, temperatura y tiempo de calentamiento que se requiera en cada caso).

Para determinar esta potencia es imprescindible partir de unos datos concretos, que si es cierto, en la mayoría de los casos estos son difíciles de recabar a la vez que generalmente bastante ambiguos.

Lo primero que debemos hacer es determinar las temperaturas de trabajo:

- **Ti**: temperatura fría (°C) de partida inicial del agua (normalmente temperatura de entrada de agua de la red),
- **Tf**: temperatura caliente (°C) final (normalmente temperatura de consumo),

así, podremos determinar el salto térmico a calentar (°C):

$$\Delta T = T_f - T_i$$

Por definición, una kilocaloría (Kcal) es la cantidad de calor o energía calorífica necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un litro de agua pura, desde 14,5 a 15,5°C, a presión atmosférica normal de una atmósfera.

Si multiplicamos el volumen del depósito "**V**" (Lts) por el salto térmico " ΔT " (°C) a calentar, tendríamos la energía calorífica total "**Pt**" (Kcal) necesaria para calentar todo el agua del depósito,

$$P_t = V * \Delta T$$

Ahora bien, este calentamiento del depósito debemos hacerlo en un tiempo determinado "**t**" (horas), tiempo de calentamiento, en base a las necesidades de la instalación.

Si dividimos la potencia total anterior entre el número de horas correspondientes al tiempo de calentamiento, obtendremos la potencia eléctrica "**P**" (Kcal/h) necesaria para calentarla en el tiempo requerido,

$$P = P_t / t$$

y sabiendo que 1Kw equivale a 860 Kcal/h, si a este valor resultante lo dividimos por 860, obtenemos la potencia necesaria de la resistencia eléctrica en Kw.

Resumiendo, para calcular la potencia eléctrica necesaria, podemos aplicar directamente la siguiente fórmula:

$$P \text{ (potencia eléctrica en Kw)} = (V * \Delta T) / (t * 860)$$

Las resistencias monofásicas pueden ser alimentadas eléctricamente directamente desde la red hasta una potencia máxima de 3520 vatios, siempre que dispongan de termostato de control de temperatura incorporado, o en caso contrario, es necesario la instalación de uno externo intercalándolo en serie en el circuito eléctrico de la resistencia.

En caso de resistencias trifásicas, existen dos modelos:

Con termostato: que pueden ser alimentadas directamente desde la red eléctrica y la regulación de la temperatura se realiza directamente desde su propio termostato. Además, en ocasiones, pueden llevar incorporado un segundo termostato de seguridad y rearme manual, el cual dispone de un tarado de temperatura superior al de trabajo, y que desconectará, únicamente en caso de fallo del termostato normal de trabajo. En este caso, será necesario rearmarlo manualmente, para recuperar la posición normal de trabajo.

Sin termostato: estas resistencias necesitan obligatoriamente de un termostato adicional externo para la regulación de la temperatura, y de un contactor eléctrico auxiliar para la alimentación eléctrica, el cual ira comandado por el citado termostato, según se refleja en el esquema eléctrico (figura nº 1).

Las resistencias eléctricas trifásicas, pueden ser conectadas a la red eléctrica de varias formas, dependiendo de las características de la red de alimentación.

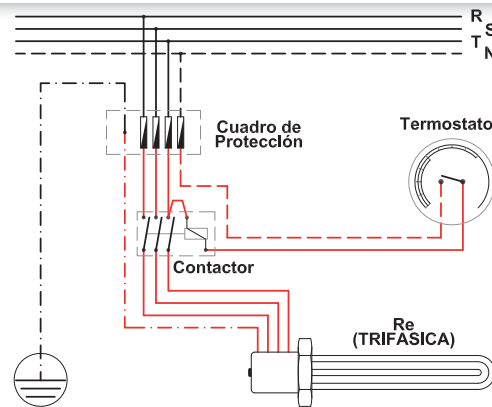


figura nº 1

Vasos de expansión.

El vaso de expansión (o depósito de expansión) es un elemento utilizado en circuitos hidráulicos térmicos, cuya finalidad es absorber el aumento de volumen que se produce al expandirse el fluido contenido en el interior del circuito cerrado, por efecto del calentamiento o aumento de temperatura, manteniendo así la presión entre límites preestablecidos, e impidiendo al mismo tiempo, pérdidas y reposiciones de la masa del fluido, a la vez que también protege de daños por sobrepresiones a los acumuladores y resto de componentes de la instalación (conductos, colectores, intercambiadores, etc), convirtiéndose por tanto en un elemento muy importante e imprescindible en este tipo de instalaciones hidráulicas.

El cálculo del vaso de expansión a instalar debe realizarse según lo indicado en la instrucción UNE 100 155-88 (cálculo de vasos de expansión) y UNE 100 157-89 (diseño de un sistema de expansión de agua en un circuito cerrado).

Generalidades:

Los valores a tener en cuenta para el cálculo de los vasos de expansión son los indicados en (tabla 1).

El coeficiente de expansión "**Ce**" es siempre positivo y menor que la unidad y representa, obviamente, la relación entre el volumen útil del vaso de expansión, que debe ser igual al volumen del fluido expandido, y el volumen de fluido contenido en la instalación.

$Ce = (3,24 * t^2 + 102,13 * t - 2708,3) * 10^{-6}$ resultando los datos de la (tabla nº 3)

$Ce = Vu / V$, de donde obtenemos que,

$Vu = V * Ce$

Cuando el fluido caloportador sea una solución de glicol etilénico y agua, el coeficiente de expansión "**Ce**" deberá multiplicarse por el siguiente factor de corrección "**fc**":

$fc = a * (1,8 * t + 32)^b$ donde,

$a = -0,0134 * (G^2 - 143,8 * G + 1918,2)$

$b = 3,5 * 10^{-4} * (G^2 - 94,57 * G + 500)$

válido para un contenido de glicol etilénico entre el 20 y el 50% en volumen, y para temperaturas de 65 a 115°C.

El coeficiente de presión, en vasos cerrados, "**Cp**", positivo y mayor que la unidad, representa la relación entre el volumen total y el volumen útil del vaso de expansión, $Cp = Vt / Vu$, que desarrollando llegamos a:

$Cp = (Pm * PM) / ((Pi * (PM - Pm))$

(para vasos sin diafragma)

$Cp = PM / (PM - Pm)$

(para vasos con diafragma)

En general es recomendable la instalación del vaso de expansión entre el generador y la bomba de recirculación.

Los vasos de expansión pueden ser de tipo abierto o cerrado.

Vaso de expansión abierto (figura nº 3):

El vaso de expansión abierto es un depósito atmosférico, que debe de estar colocado en la parte más alta de la instalación para recoger el agua sobrante de la expansión durante el calentamiento y devolverla cuando se enfría.

Es importante que el agua contenida en este depósito tenga el menor contacto posible con el aire, puesto que si se oxigena produciría oxidación de los componentes de la instalación, al igual que es muy importante no renovar nunca (o casi nunca) el agua contenida en una instalación de calefacción.

El vaso de expansión abierto debe tener, a menudo, algún dispositivo que evite que el agua contenida se hiele (sistema de recirculación, aislamiento, etc.), lo que puede ocurrir porque debe estar situado en la parte superior por encima de la zona calefactada (normalmente en la azotea del edificio).

simbolo	unidad	definición
Ce	adimensional	coeficiente de dilatación del fluido
Cp	adimensional	coeficiente de presión del gas
fc	adimensional	factor de corrección
G	% en volumen	porcentaje de glicol etilénico en agua
Pvs	bar (relativa)	presión de tarado de la válvula de seguridad
Pi	bar (absoluta)	presión inicial en el vaso
Pm	bar (absoluta)	presión mínima en el vaso
PM	bar (absoluta)	presión máxima en el vaso
t	°C	temperatura máxima de funcionamiento agua en circuito
V	litros	contenido total de agua en el circuito
Vu	litros	volumen útil del vaso de expansión
Vt	litros	volumen total del vaso de expansión

(tabla 1)

Tubo de acero norma DIN 2440		
Ø (Dn)	Ø (")	Lts.
10	3/8"	0,123
15	1/2"	0,201
20	3/4"	0,366
25	1"	0,581
32	1 1/4"	1,012
40	1 1/2"	1,372
50	2"	2,206
65	2 1/2"	3,718
80	3"	5,128
100	4"	8,709
125	5"	13,273
150	6"	18,967

Tubo de cobre UNE-EN 1057	
Øext. xmm	Lts.
14x1	0,113
15x1	0,133
16x1	0,154
18x1	0,201
22x1	0,314
28x1	0,531
35x1	0,855
42x1,2	1,232
54x1,2	2,091
64x1,5	2,922
66,7x1,2	3,247
76,1x1,5	4,197
88,9x2	5,661
108x1,5	8,659
133x1,5	13,273
159x2	18,869

Temperatura (°C)	Ce
30	0,00327
35	0,00484
40	0,00656
45	0,00845
50	0,01050
55	0,01271
60	0,01508
65	0,01762
70	0,02032
75	0,02318
80	0,02620
85	0,02938
90	0,03273
95	0,03624
100	0,03990
105	0,04374
110	0,04773
115	0,05189
120	0,05620
125	0,06068
130	0,06532
135	0,07013
140	0,07509

(tabla 3)

(tabla 2)

Esta solución únicamente es válida para circuitos de calefacción, el circuito queda abierto al estar en contacto con el aire y, por tanto, el agua no puede superar los 95°C, so pena de correr el riesgo de que pueda empezar a hervir.

Los vasos de expansión abiertos están cada vez más en desuso a favor de los cerrados, por las siguientes razones:

- dificultad de montaje frente a los cerrados, cuya instalación puede hacerse en la propia sala de calderas,
- pérdidas de agua por evaporación, lo que favorece incrustaciones y corrosión, por la cal y el oxígeno disuelto en el agua de reposición,
- necesidad de aislamiento frente al peligro de heladas,
- necesidad de colocar largos conductos entre la caldera y el depósito, cuya altura habrá de estar, necesariamente, por encima de los radiadores más altos.

Sin embargo a favor del uso del vaso de expansión abierto está el mayor grado de seguridad que un circuito abierto representa, sustituyendo ventajosamente a la válvula de seguridad, imprescindible con circuitos y vasos de expansión cerrados, seguridad muy a tener en cuenta con calderas de combustible sólido.

La cota de emplazamiento del vaso se elegirá de manera que, en cualquier punto del circuito y con cualquier régimen de funcionamiento de las bombas de circulación, exista una sobrepresión de al menos 0,15 bar por encima de la presión atmosférica, asegurando así que por ninguna unión pueda entrar agua al circuito.

Cuando el vaso de expansión este conectado en la aspiración de las bombas, esta condición se cumple situando el depósito 1,5 mts. por encima del punto geométricamente más elevado del circuito.

Procedimiento de cálculo:

- se calcula el volumen total de agua contenido en el circuito (generador, tuberías, unidades terminales, etc) haciendo uso de los datos suministrados por los fabricantes. En la (tabla nº2) se indican los volúmenes correspondientes a las tuberías por metro lineal en función de su diámetro,
- se determina la temperatura máxima de funcionamiento del sistema. En circuitos de agua caliente, esta temperatura será la media entre las temperaturas de impulsión y de retorno. En circuitos de agua refrigerada, se adoptará la temperatura máxima que se prevea puede alcanzar el sistema cuando este parado, con un mínimo de 30°C para redes en el interior de edificios y de 40°C para redes situadas al exterior,
- se determina el coeficiente de expansión del agua, según la temperatura máxima de funcionamiento del sistema (ver tabla nº3),

El volumen total del vaso de expansión se calcula sumando al volumen útil calculado, el volumen ocupado por el agua desde el nivel mínimo hasta el fondo inferior del depósito y el volumen necesario para el alojamiento del rebosadero - respiradero y, eventualmente, de la válvula de acometida por encima del nivel máximo.

En cualquier caso, el volumen total del vaso de expansión abierto será igual, al menos, al 6% del volumen total de agua en la instalación.

$$V_t \geq 0,06 * V$$

Vaso de expansión cerrado:

$$V_t = V * C_e * C_p$$

El vaso de expansión cerrado está compuesto por un recipiente de una determinada capacidad dividido en dos partes separadas por una membrana flexible, una de las cuales está en comunicación con el circuito hidráulico. La otra parte del volumen total del recipiente está rellena de un gas capaz de contraerse ante el empuje de la presión ejercida por la membrana, actuando así de amortiguador de las variaciones de volumen, consiguiendo así un régimen de funcionamiento de las presiones más estable.

Este tipo de vaso produce una sobrepresión en el circuito, cuestión que debe de estar prevista para que no dañe sus componentes.

La presión mínima de funcionamiento, se elegirá de manera que, en cualquier punto del circuito y cualquier régimen de funcionamiento de las bombas de circulación, la presión existente sea superior a la presión atmosférica o a la tensión de saturación del vapor de agua a la máxima temperatura de funcionamiento, la mayor de las dos.

En particular, la presión mínima en el vaso deberá ser tal que se eviten fenómenos de cavitación en la aspiración de las bombas, para ello, deberá comprobarse que el NPSH disponible en el lugar de emplazamiento de la bomba sea superior al NPSH requerido por el fabricante de la bomba.

En cualquier caso, deberá tomarse un margen de seguridad, tanto mayor cuanto más elevada sea la temperatura de funcionamiento, con un mínimo de 0,2 bar para sistemas a temperaturas inferiores a 90°C y de 0,5 bar para sistemas a temperaturas superiores.

La presión máxima de funcionamiento será ligeramente menor que la presión de tarado de la válvula de seguridad, que a su vez, será inferior a la menor entre las presiones máximas de trabajo, a la temperatura de funcionamiento, de los equipos y aparatos que forman parte del circuito; se elegirá el menor entre los siguientes valores:

$$PM = 0,9 * P_{vs} + 1 \quad (\text{es el } 10\% \text{ menor que } P_{vs})$$

$$PM = P_{sv} + 0,65 \quad (\text{es } 0,35 \text{ bar menor que } P_{vs})$$

Naturalmente las presiones mínima y máxima, establecidas como se ha indicado arriba, deberán ser corregidas de acuerdo a la altura geométrica del emplazamiento del vaso de expansión.

Procedimiento de cálculo:

- se calcula el volumen total de agua contenido en el circuito (generador, tuberías, unidades terminales, etc) haciendo uso de los datos suministrados por los fabricantes,
- se determina la temperatura máxima de funcionamiento del sistema. En caso de circuitos de agua caliente y sobrecalentada, esta temperatura será la media entre las temperaturas de impulsión y de retorno,. En caso de circuitos de agua refrigerada, se adoptará la temperatura máxima que se prevea puede alcanzar el sistema cuando este parado, con un mínimo de 30°C para redes en el interior de edificios y de 40°C para redes situadas al exterior,
- se calcula el coeficiente de expansión, según la temperatura máxima de funcionamiento del sistema, teniendo en cuenta,

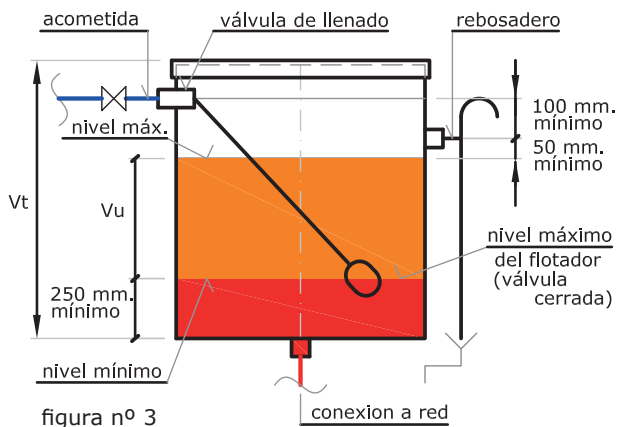


figura nº 3



- eventualmente, el factor de corrección para la solución de agua y glicol etilénico,
- se determinan las presiones de trabajo, siguiendo los criterios indicados,
- se calcula el coeficiente de presión, según el vaso sea con membrana o sin membrana,
- por último, se calcula el volumen total del vaso de expansión.

El diámetro de la tubería de conexión del vaso a la red se calculará mediante la ecuación:

$$D = 15 + 1,5 * P^{0,5}$$

, con un mínimo de 25 mm, siendo "P" la potencia del generador en Kw.

Sus principales ventajas son:

- pueden estar en el mismo local que las calderas y por lo tanto al abrigo de las heladas,
- fácil montaje,
- no absorben oxígeno al no estar abiertos al exterior,
- elimina la necesidad de colocar conductos de seguridad,
- se eliminan las pérdidas de agua por evaporación,
- se eliminan las constantes pérdidas de agua por descarga de la válvula de seguridad.

Consideraciones complementarias importantes:

- cuando colocamos un vaso de expansión cerrado, constituimos un circuito que a su vez queda también cerrado y que va a ser sometido a aumento de temperatura y presión, por tanto habrá de colocarse, obligatoriamente, una válvula de seguridad y un manómetro.
- el vaso de expansión cerrado se colocará, preferentemente, en la tubería de retorno con el fin de evitar que la temperatura del agua no llegue a los límites de trabajo de la membrana, y del lado de la aspiración de la bomba de recirculación.
- el vaso de expansión cerrado, así como su tubería de conexión al circuito, se colocará de forma que no puedan formarse bolsas de aire.
- de igual forma que con los vasos de expansión abiertos, en el caso de vasos de expansión cerrados, no se permitirá ninguna válvula que pueda cerrarse y aislar el circuito del propio vaso de expansión.
- es imprescindible una revisión semestral de la presión de precarga del aire o gas del vaso de expansión, así como, del estado de su membrana.

La utilización de los vasos de expansión, aportan las siguientes ventajas a la instalación:

- economiza las calorías.
- economiza el agua.
- alivia el grupo de seguridad (prácticamente no se producen fugas de agua por goteo).
- Control unitario de la presión en fábrica.
- Reduce el consumo de energía eléctrica.
- evita el golpe de ariete (al cerrar bruscamente las griferías monomando, se producen golpes de ariete dentro de la instalación, que pueden provocar presiones instantáneas muy elevadas, lo que ocasiona ruidos dentro de las tuberías y una importante fatiga mecánica en diversos componentes de la instalación).

Termostatos

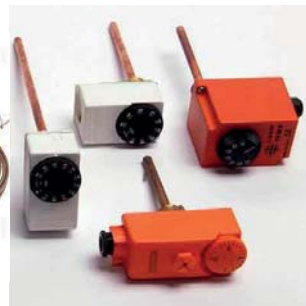
Un termostato es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura.

El termostato es un mecanismo o accesorio imprescindible en cualquier instalación hidráulica de frío o calor y sirve, para regular la temperatura dentro de unos márgenes (máxima y mínima) mas o menos estrechos, dependiendo de su regulación, su tolerancia y exigencias del uso.

Al mismo tiempo, sirve también de protección del acumulador al evitar que la temperatura de trabajo de este no sobrepase ciertos límites que en ocasiones pueden caracterizar a cada uno de los depósitos.

El termostato detecta continuamente la temperatura que queremos regular (ejemplo A.C.S. acumulada en un depósito) en el interior y cuando ésta está por debajo de la temperatura regulada, el termostato cierra y conecta el circuito eléctrico. Por el contrario, cuando la temperatura alcanza la temperatura regulada, este abre y desconecta el circuito eléctrico.

Mediante este circuito eléctrico, comandado por la acción del termostato, pueden regularse el funcionamiento de bombas de circulación, quemadores, válvulas hidráulicas de paso, resistencias eléctricas, etc. que a su vez aportarían el calor o frío necesario, para conseguir así la temperatura del agua regulada en el termostato.



Válvulas de seguridad

Las válvulas de seguridad (o también llamadas de alivio de presión), están diseñadas para liberar fluido cuando la presión interna supera el umbral establecido. Su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión.

Se puede definir como un dispositivo que automáticamente sin otra asistencia de energía que la presión del propio fluido implicado, descarga fluido para evitar que se exceda una presión predeterminada, cuyo accionamiento se caracteriza por una rápida apertura audible o disparo súbito y que esta diseñada para que vuelva a cerrar y se evite el flujo adicional de fluido después de haberse restablecido las condiciones normales de presión.

Es decir, pone límite a la presión que las dilataciones pueden llegar a ejercer sobre todos los componentes del circuito, abriéndose cuando se alcanza ésta presión y haciendo las veces de "fusible" hidráulico. Cuando esto ocurre, el vaso de expansión queda inutilizado y el circuito despresurizado, y son por ello, también, un elemento indispensable en cualquier instalación sometida a presión.

La válvula de seguridad debe estar tarada a una presión nunca mayor que la menor de las presiones



máximas de trabajo de los distintos equipos de la instalación.

El diámetro de conexión de la válvulas de seguridad se calculará mediante la ecuación:

$$D = 15 + 1,5 * P^{0,5}$$

, con un mínimo de 25 mm, siendo "P" la potencia del generador en Kw.

Por otro lado, los vertidos de esta, deben conducirse por lugar visible a desagüe.

Reductor de presión

Las reductoras de presión, son válvulas de asiento que estrangulan el paso del fluido, para conseguir a su salida una presión constante y deseada del fluido.

Este, entra y pasa entre el asiento y el obturador, que se encuentran separados por la presión de los resortes sobre la membrana y el puente.

A medida que aumenta la presión en la salida (sector de presión reducida), a través de la membrana se van comprimiendo los resortes, con lo que desciende el obturador hasta llegar a presionar sobre el asiento, efectuándose el cierre de la válvula. Esto debe ocurrir precisamente en el momento en que se alcance la presión máxima deseable en el sector de presión reducida.

Mediante un tornillo se regula dicha presión máxima.

Cuando desciende la presión en el sector de la salida, los resortes vuelven a elevar el obturador, abriendo el paso al fluido, tras lo cual se repite el ciclo.

En funcionamiento continuo se produce un equilibrio entre la presión del fluido y la tensión de los resortes y tanto dicha presión como el paso del fluido se mantienen constantes, siempre que no varíe la presión de entrada.

Su aplicación esta precisamente en instalaciones cuya presión a la entrada de la red es, o puede alcanzar en algún momento una presión mayor a la deseada y necesaria en la instalación y sus componentes. Al reducir la presión en el circuito, protegemos todos sus componentes de sobre presiones indeseadas.

Válvulas antiretorno.

Las válvulas antiretorno, también llamadas válvulas de retención, o válvulas unidireccionales, tienen por objetivo cerrar por completo el paso del fluido en circulación (bien sea gaseoso o líquido) en un sentido y dejarlo libre en el contrario.

Se utilizan cuando se pretende mantener a presión una tubería en servicio y poner en descarga la alimentación. El flujo del fluido que se dirige desde el orificio de entrada hacia el de utilización tiene el paso libre, mientras que en el sentido opuesto se encuentra bloqueado.

Las válvulas antiretorno son ampliamente utilizadas en tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete, principalmente en la línea de descarga de la bomba.

También se utilizan a la entrada de las instalaciones hidráulicas térmicas para evitar el retroceso por la tubería de red, del agua caliente, debido a su dilatación o aumento de volumen que sufren durante el proceso de calentamiento, y como consecuencia, la pérdida de calor que ello conllevaría.

Mezcla de agua caliente.

A continuación se refleja una tabla para determinar el volumen de agua resultante para consumo, al mezclar el agua acumulada en un depósito con agua fría procedente de la red.

Por ejemplo: Un litro de ACS. acumulado a 75°C es equivalente a 1,90 lts. de agua para consumo a 45°C, al mezclarlo con agua de la red a una temperatura de 12°C.

Para otras temperaturas distintas, puede utilizarse la fórmula:

$$V_c = V_a \left(1 + \frac{t_a - t_c}{t_c - t_e} \right)$$

siendo:
 V_c : volumen final a temperatura de consumo
 V_a : volumen inicial acumulado
 t_a : temperatura de acumulación t_c : temperatura final de consumo
 t_e : temperatura entrada agua red

Es importante, tener en cuenta que a la vez que existe consumo de agua, la entrada de agua fría al depósito hace descender la temperatura de éste, hasta igualar a la temperatura de consumo, a partir de la cual, si seguimos consumiendo, seguirá bajando la temperatura del agua acumulada por debajo de la necesaria para el consumo, es decir, de un depósito de 1000 Lts, cuyo coeficiente de mezcla fuese de 2 (2000 Lts. a temperatura "tc"), solo podríamos consumir 1000 Lts. a la temperatura "tc", ya que a partir de esta, cualquier consumo sería a una temperatura menor que "tc".

Temperatura acumulación °C	entrada ACS. 12°C		entrada ACS. 15°C	
	salida ACS. 40°C	salida ACS. 45°C	salida ACS. 40°C	salida ACS. 45°C
85	2,607	2,212	2,800	2,333
80	2,429	2,061	2,600	2,167
75	2,250	1,909	2,400	2,000
70	2,071	1,758	2,200	1,833
65	1,893	1,606	2,000	1,667
60	1,714	1,455	1,800	1,500
55	1,536	1,303	1,600	1,333
50	1,357	1,152	1,400	1,167