

DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE

1. – Generalidades

Las instalaciones de calefacción por agua corriente están basadas en el alto calor específico de agua; su fundamento consiste en calentar el agua en una caldera y distribuirlo mediante una red de tuberías a unos focos emisores de calor; el agua enfriada se devuelve a la caldera, donde se calienta y comienza de nuevo el ciclo.

Este tipo de calefacción por agua caliente es el más extendido, sobre todo, en locales de permanencia continuo, ya que el caldeo que se obtiene es suave, agradable, no vicia el aire ni generalmente tuesta el polvo.

Como inconveniente de éste, y de los restantes sistemas usuales de calefacción, puede apuntarse que suelen presentar el aire de los ambientes calefactados, especialmente en regiones con baja humedad relativa. En este caso conviene encontrar algún dispositivo más o menos elaborado para la necesaria humectación.

2. – Sistemas De Calefacción Por Agua Caliente

La calefacción por agua caliente utiliza como fluido calefactor el agua a temperatura igual o menor que 110° C (lo normal es no superar los 86...88 ° C). Dentro de este tipo de calefacción pueden hacerse las siguientes clasificaciones:

– atendiendo a la circulación del fluido calefactor tenemos:

- calefacción por gravedad (sistema antiguo)
- calefacción por bomba

– atendiendo a la contabilización del consumo:

- Necesidad de contadores de calor en diferentes unidades de consumo (vivienda, locales comerciales, oficinas)
- No son necesarios los contadores al tratarse de un único ocupante para todo el edificio: hoteles de viajeros, hospitales, etcétera.

– Teniendo en cuenta el número de canalizaciones, existen:

- Sistemas bitubulares
- Sistemas monotubulares
- Sistemas mixtos.

– Atendiendo a la distribución de las canalizaciones:

- Distribuidores inferiores para la ida y el retorno.
- Distribuidor inferior en la ida y superior en el retorno.
- Distribuidor superior en la ida e ingeniosa en el retorno.

2.1 Circulación Por Gravedad (" Termosifón")

La circulación del agua es debida a la diferencia de densidad entre el agua caliente y el agua enfriada de retorno; el desnivel térmico es suficiente para producir el movimiento.

Para una diferencia de temperatura media entre la ida y el retorno de 20 ° C se consigue una velocidad del agua del orden de 0,3 m/s; magnitud suficiente para un correcto funcionamiento. De todas formas, los emisores de los pisos altos dan más rendimiento que los próximos a la caldera. También exige unos diámetros superiores en la red.

2.2 Circulación Por Bomba

En la actualidad este tipo de calefacción es más usado que el anterior; en este caso la acción de diferencia de densidad se le agrega la acción mecánica proporcionada por un grupo motobomba.

Con la bomba se consiguen presiones y velocidades mayores que con el sistema de gravedad, necesitándose menor sección de tuberías, así como menor superficie en los emisores.

2.3 Sistemas Bitubulares

La forma más tradicional de abastecer el agua caliente los focos emisores de calor, consiste en el empleo de sistemas de doble tubería, una para alimentar a los emisores y otra independiente que recoge el agua enfriado y la retorna a la caldera. El agua caliente lleva prácticamente a la misma temperatura a todos los emisores de la instalación.

2.4 Sistemas Monotubulares

Son sistemas de circuito único, el agua que sale de la caldera, pasa por el primer emisor, donde quede parte del calor; de éste pasa al segundo, y así sucesivamente va disminuyendo la temperatura del agua a medida que avanza por la instalación; El circuito puede ser horizontal, vertical o mixto.

Este sistema sólo se utiliza en viviendas y cuando se quiere abaratar los costes. En general no es recomendable.

Para conseguir una cesión uniforme de calor en los emisores debe de ir aumentándose su superficie a medida que la temperatura media del fluido calefactor disminuye en los sucesivos emisores.

Este sistema resulta más económico que el bitubular al necesitarse menos tubería, pero por el contrario requiere mayores superficies de emisión y un cálculo más riguroso para conseguir un perfecto funcionamiento. Otro inconveniente de este sistema es la limitación de servicio, fijándose un máximo de 15000 kcal/h y siete emisores por cada circuito, y la necesidad de válvulas especiales de reglaje.

2.5 Sistemas Mixtos

Son una combinación de un sistema bitubular con otro monotubular. Normalmente resuelven mediante un sistema bitubular los tramos principales, entregando un sistema monotubular para los secundarios.

El sistema mixto será el más empleado en un futuro próximo, especialmente en aquellos edificios donde existan varias unidades de consumo, puesto que permite contabilizar la cantidad de calor consumida de forma independiente, mediante un sistema de medidas directas o indirectas que lo permita, según la obligatoriedad impuesta por las instrucciones técnicas complementarias de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.

2.6 Sistema con Distribuidor Inferior en la ida y Retorno (En Candelabro)

El agua caliente que sale de la caldera se envía por un distribuidor horizontal de ida que alimenta a los distintos montantes. Después de atravesar el agua los emisores se recoge en las descendientes de retorno paralelas a los montantes de ida. Las descendientes de retorno se reúnen a su vez en un colector horizontal de retorno que devuelve al agua a la caldera.

Ventajas:

- Facilita las operaciones de mantenimiento, reparación y conservación.
- El desarrollo de tuberías es menor que en otros sistemas.

Inconvenientes:

- elevada exigencia de equilibrado de la red.

Este sistema es adecuado para edificios de menos de seis plantas, por disminuir la temperatura del agua en los montantes con la altura, especialmente si no están aisladas y tienen gran recorrido.

2.7 Sistema Con Distribuidor Inferior En La Ida Y Superior En El Retorno (Retorno Inverso)

El agua es enviada a los emisores de igual forma que en el caso anterior y después recogida por los montantes de retorno paralelas a las de ida. Los montantes de retorno se reúnen a su vez en un corrector superior horizontal de retorno que mediante una descendente general devuelve el agua a la caldera.

Ventajas:

- El recorrido desde la caldera a cada emisor y retorno a la misma es prácticamente igual; por tanto, tiene pérdida de carga muy similares.
- Uniformidad en la cantidad de calor que lleva a todos los emisores.
- Un desaire eficaz de la red.

Inconvenientes:

- Necesidad de un espacio bajo cubierta registrable.
- Algo más de desarrollo en el recorrido de las tuberías que en el sistema anterior.

Este sistema es adecuado para edificios de altura igual o mayor de seis plantas.

2.8 Sistemas De Distribución Superior En La Ira E Inferior En El Retorno (En Parábolas)

En este sistema la distribución se inicia en un montante principal que sale de la caldera y alcanza la parte más alta del edificio; desde su parte superior arranca una distribución horizontal de la que parten las descendientes que abastece los distintos radiadores; las salidas de estos emisores se recogen en las descendientes de retorno que se unen en un distribuidor inferior que devuelve el agua a la caldera.

Ventajas:

- Equilibrio hidráulico fácil.
- Uniformidad en la cantidad de calor que lleva a todos los emisores.
- Un desaire eficaz de la red.

Inconvenientes:

- Necesidad de por espacio bajo cubierta registrable.
- Algo más de desarrollo en el recorrido de las tuberías que en el caso de distribuidor inferior en la ida y el retorno.

Este sistema es adecuado para edificios de altura igual o mayor de seis plantas.

3. – Componentes de un Sistema de Calefacción.

- Caldera
- Redes de distribución: tuberías (ver apartado anterior)
- Radiadores o emisores
- Bomba de recirculación o circulado.
- Cuadro eléctrico de alimentación de energía de la bomba y demás elementos eléctricos.
- Centralita de regulación.

3.1 Caldera

Se clasifica según su el combustible que utiliza para calentar el agua:

- combustible sólido (madera o carbón.) estas calderas son antieconómicas debido a la baja relación kcal/h – kg. de combustible.
- combustible líquido: gasoil
- combustible gaseoso: gas natural o propano.

Los combustibles más usados son el propano y el gasoil. El gas natural es usado cuando existe una red urbana para su distribución.

3.2 Red De Distribución.

Las tuberías que conforman la red están fabricadas en fundición (tuberías de acero negro). La más emplea es la DIN 2440. tienen un tratamiento para evitar su oxidación.

El cobre en las tuberías sólo se usa a nivel doméstico y a nivel de agua caliente sanitaria. A éstas no se les da ningún tratamiento para evitar su oxidación ya que apenas es apreciable.

3.3 Radiadores

Los radiadores proporcionan la potencia calorífica que demanda el local a calefactar casi en su totalidad (los conductos también pueden ceder energía pero debemos controlarla para que junto con la del radiador no sea excesiva). Esta potencia calorífica se mide en kcal/h . (1 kcal/h = 1,163 w) (1 kcal = 4,186 J).

La potencia calorífica que tiene que proporcionar un radiador se satisface por el número de elementos que lo conforman. La potencia calorífica de cada elemento nos viene indicado en tablas de las distintas casas comerciales.

La emisión de calor real del radiador varía según la tradición y el cubrimiento del propio radiador (ver **tabla II.**)

En cuanto a la conexión del radiador se distinguen (ver **tabla III**):

- Distribución por columnas
- Distribución superior
- Distribución inferior.

3.4 Centralita De Regulación:

Su función es regular encender y atacar los sectores a voluntad.

4. – Cálculo De Una Calefacción

4.1 Cálculo De La Demanda De Potencia Calorífica

Las normas de obligado cumplimiento que rigen este cálculo son:

- *NBE-CT-79*
- *Reglamento De Calefacción, Climatización Y Agua Caliente Sanitaria.*

El primer paso para el cálculo de una calefacción es conocer cuál es la demanda de energía calorífica que tiene el local que se debe calefactar (Q). esto depende de

a) Del entorno:

- La localización geográfica del local, de la que dependerá la temperatura exterior.

De la actividad que se realice en el local a calefactar, de la que dependerá la temperatura interior.

- Del entorno del local a calefactar (de si hay locales contiguos sin calefacción , o calefactados, o de si hay exteriormente un terreno, etc.).

b) De las propiedades del cerramiento que limitan el volumen del local en su totalidad.

c) De la superficie de los cerramientos que limitan el local.

a) Para saber la temperatura interior y exterior de cálculo ver la **tabla I** ; en su defecto se utilizará la tabla 3 de la norma básica para las temperaturas de ambiente interior y el **artículo 13** para las temperaturas de ambiente exterior según la zona climática especificada en el **mapa 2** de la norma básica.

Del entorno también depende el coeficiente de transmisión de calor máximo que se puede utilizar en el cálculo: este máximo depende de la zona climática en la que nos encontremos (mapa

b) En el caso de soleras, muros o techos en contacto directo con el terreno, se estimarán las temperaturas del terreno del **artículo 14** de la norma básica.

El coeficiente de transmisión de calor del cerramiento (K) según el **anexo 2** de la norma NBE-CT-79:

$$1/K=(1/h_e + 1/h_i) +R ,$$

Donde:

– $[1/h_e + 1/h_i]$ es la resistencia térmica superficial (interior y exterior respectivamente) del cerramiento y viene determinado en la **tabla 2.1** de la norma básica dependiendo de la posición del cerramiento y del sentido del flujo de calor, y de la situación del cerramiento.

– $R (=1/k)$ es la suma de las resistencias térmicas útiles de cada elemento homogéneo independiente:

$$R= \sum R_i = \sum(L_i / \delta_i)$$

donde L_i es el espesor de cada elemento homogéneo y δ_i es la conductividad térmica del mismo. Esta viene calculada en tablas dependiendo del elemento del cerramiento o del forjado:

4.4.1 Materiales de los Cerramientos

– Materiales comúnmente empleados en los cerramientos: la conductividad térmica (δ_i) de estos materiales se encuentra en la **tabla 2.8** de la norma básica. Estos pueden sustituirse por unos valores más estrictos cuando el suministrador los avale por algún procedimiento.

– Cámaras de aire no ventiladas: la resistencia térmica de la cámara (R) se encuentra en la **tabla 2.2** de la norma básica en función de la situación de la cámara de aire, de la dirección del flujo de calor y de su espesor, siempre que el aire se encuentre en reposo.

– Muros de cerramiento de ladrillo: La resistencia a térmica útil (R_i) de un cerramiento de ladrillo en función del tiempo y espesor de éste se encuentra directamente en la **tabla 2.9**. (quedan excluidos los revestimiento que pudiera llevar).

– Ventanas: Las ventanas constituyen un cerramiento en sí por lo que se da directamente su coeficiente de transmisión térmica ($k=1/R$) en la **tabla 2.12** dependiendo del tipo de carpintería y el tipo de acristalamiento (sencillo, doble, doble ventana u hormigón traslucido).

– Puertas: se consideran las puertas que forman parte de cerramientos con el exterior o con locales no calefactados; también se da directamente su coeficiente de transmisión térmica ($1/R$) en la **tabla 2.13** dependiendo del tipo de puerta y del porcentaje que tiene acristalada.

– Forjados unidireccionales con bovedillas cerámicas o de hormigón: su resistencia térmica útil (R_i) se encuentra en la **tabla 2.11** de la norma básica en función de la altura de la bovedilla y de la distancia entre vigas.

– Forjados sanitarios: el coeficiente de transmisión térmica se calculará según lo especificado en la norma básica en su artículo 2.5.4.

Una vez calculado los δ_i y los k en su caso, se suma a la resistencia térmica superficial exterior e interior respectivamente la resistencia térmica útil de todos los elementos que componen el cerramiento, obteniéndose la inversa del coeficiente de transmisión térmica de calor del cerramiento completo (K).

Debemos comprobar que este coeficiente del cerramiento, excluidos los huecos, no será superior a señalado en la **tabla 2** de la norma básica, dados en función del tipo de cerramiento y de la zona climática donde esté ubicado el edificio (**mapa 2** de zonificación climática). (La densidad del cerramiento la obtendremos a partir de los datos de la **tabla 2.8** de la Norma)

Basándonos en esto podemos conocer si el cerramiento precisa de un aislamiento térmico. (en la zona Y, siempre concluiremos que es necesario meterle un aislante, normalmente de 2 cm)

Después se calcula la superficie del cerramiento que va a estar sometida al gradiente de temperaturas calculado.

Finalmente se multiplica el coeficiente de transmisión térmica de calor del cerramiento (K), su superficie y la diferencia de temperatura interior y exterior de cálculo, obteniéndose la demanda de carga de calor de la habitación por dicho paramento.

Sumando todas las demandas de calor de los distintos planos que delimitan el local, obtendremos la demanda total de calor del volumen delimitado.

Esto puede hacerse fácilmente mediante la siguiente tabla:

Dependencia | elemento | longitud | ancho | alto | superficie | superficie neta | δt^a | K | Q

A esta demanda de calor hay que añadir la pérdida de calor producido por las corrientes de circulación de aire: teniendo en cuenta que el calor específico volumétrico del aire (C_e) es de 0.29 kcal/h/m³/°C tenemos que multiplicándolo por el volumen y el incremento de temperatura obtenemos esta pérdida.

$$Q_a = C_e \times V \times \delta t^a = 0.29 \times n^\circ \text{ renovaciones / hora} \times \text{volumen habitáculo} \times \delta t^a.$$

δt^a es la diferencia de temperatura de cálculo = (20 – t^{ext})

El número de renovaciones por ahora depende del uso del local:

- Para dormitorios y oficinas es de 2 renovaciones/hora.
- Para cocinas, aseos, y locales concurridos (cines, salas de reuniones, etc.) el número de renovaciones/hora será mayor.

Una vez que se tiene la demanda total que calor de cada una de las dependencias, se aplican estas correcciones:

- según la situación y orientación de el local a calefactar: si éste se encuentra en la zona norte del edificio tendrá una mayor demanda de energía; si no está en un lugar en el que incida directamente los rayos del sol tendrá también una demanda mayor: este aumento de demanda viene tabulado.
- según la protección y el cubrimiento del radiador, hay también una variación de emisión de calor.

Hecho esto ya se tiene la potencia calorífica demandada por el local y se elige un radiador de entre las distintas casas comerciales; éstas nos dan la potencia calorífica de cada uno de los elementos del radiador: la

relación entre la demanda de calor/hora del local y el del radiador nos da el número de elementos que debe tener el local de dicho radiador con lo que el cálculo de la demanda y de los radiadores ha concluido.

RESUMEN: DEMANDA=>DEMANDA REAL=>Nº DE ELEMENTOS DE RADIADOR=>POTENCIA REAL EMITIDA POR EL RADIADOR=>CAUDAL NECESARIO PARA DAR ESA POTENCIA:

5. – Calculo De La Red De Distribución

Una vez que tenemos la potencia real emitida por el radiador (producto de un número entero de elementos y la potencia de cada uno de éstos), procederemos a calcular el caudal necesario para dar esa potencia:

Se define caloría como el calor que es necesario comunicar un gramo de agua para aumentar su temperatura 1 °C ,de 14,5 a 15,5 °C.

Suponemos que el agua entra en el radiador una temperatura de noventa grados y sale a setenta grados centígrados. Por lo tanto pierde veinte grados de temperatura: el agua proporciona una energía de 20 kcal/litro. si dividimos la potencia que nos tiene que suministrar el radiador por esta energía que nos da cada litro, obtenemos el caudal necesario de agua que debe pasar por ese radiador.

$$q = Q / 20 \text{ (litros/hora)}$$

Una vez que tenemos el caudal nos vamos a la **tabla IV**: entrando con el caudal y moviéndonos en la pérdida de carga unitaria elegimos un diámetro de tubería: siempre tenemos que limitarnos a que la pérdida de carga no supere los 40 mm c.a./ m (lo normal es moverse entre 10 y 25 ó 30 mm c.a/m). La razón para no irnos a unas pérdidas de carga más pequeñas es el no tener grandes diámetros a la vez que velocidades pequeñas, ya que pueden producirse deposiciones y precipitaciones, sobre todo en aguas duras: ante las aguas duras siempre se debe de darles un tratamiento anticálcero, que aumentará la vida de la instalación.

Cuando la potencia calorífica que tiene que aportar un solo radiador es mayor o igual a las 1500 kcal/h, el diámetro a emplear con ese radiador no será inferior a 1/2. Este diámetro también se aplicará a la rama que va hacia el radiador.

Además la velocidad del agua en la tubería no deberá sobrepasar los 2 m/s para evitar ruidos cuando ésta circule (es recomendable no llegar a 1,5 m/s).

Una vez que tenemos los diámetros y los caudales que nos solicitan los radiadores pasamos a calcular los caudales que circulaban por cada uno de los tramos de el circuito que hemos diseñado previamente: la forma de hallar estos caudales dependerá de si el circuito es monotubular o bitubular:

– En el caso de un circuito monotubular, el caudal que circula por todos los radiadores es el mismo, por lo que el agua ha perdido un calor mayor que si el circuito fuera bitubular: esto implica que para suministrar la potencia necesaria, deberemos poner un mayor número de elementos, puesto que el calor que desprenden cada uno de estos es menor debido a una temperatura media del agua menor.

– En el caso de un circuito bitubular, el caudal que circula por cada radiador depende de la potencia que va a suministrar, independientemente de los demás radiadores. El caudal que circule por cada tramo del circuito será, por tanto, distinto al anterior y al siguiente, con lo que los diámetros irán disminuyendo a lo largo de los tramos a medida que nos alejamos de la bomba.

Por lo tanto en este caso deberemos calcular, para cada tramo, su caudal, su diámetro, su pérdida de carga longitudinal y la longitud del tramo. Hay que tener en cuenta que también disponemos de la rama de retorno a la hora de hacer los cálculos.

6. – Caldera

La potencia que nos debe suministrar la caldera será la suma de la potencia disipada en los radiadores y la potencia perdida en las tuberías.

Generalmente esta potencia se multiplica por 1,25 en previsión de cambios en el uso del local: el reglamento exige que las tuberías estén aisladas, tanto más si están al aire. Por esta razón es mejor tenerlas empotradas ya que así el aislamiento requerido será de menor cuantía:

$$\text{Potencia caldera} = (\delta Q_{\text{radiadores}} + \delta Q_{\text{tuberías}}) \times 1,25$$

La pérdida de calor en la tubería es función del coeficiente de transmisión de calor de éstas, de su longitud, y de la diferencia de temperatura entre el fluido (90 ° C) y la temperatura ambiente (20 ° C).

$$\delta Q_{\text{tuberías}} = \delta \delta k_i \times L_i \times (\delta t^a)$$

Donde:

- k es el coeficiente de transmisión de las tuberías en función del diámetro (**Tabla V ó VI**)
- L es la longitud del tramo
- δt^a es la diferencia de temperatura entre el fluido (90 ° C) y la temperatura ambiente (20 ° C). (Entre 60 y 65 ° C)

En este caso no es necesario hacer una tabla: basta con saber las longitudes totales de tubería que tenemos de cada diámetro (incluyendo la de los radiadores), e ir las multiplicando por su correspondiente k.

Hay dos tipos de calderas según su forma de trabajar:

- En depresión o de tiro natural (son las antiguas calderas): Tienen poca potencia: sólo son rentables a nivel doméstico (máx.:70.000 kcal/h).
- De sobrepresión, o de tiro forzado: disponen de un quemador que mezcla el combustible y el aire a presión; con este tipo se consiguen calderas de gran potencia.

Dependiendo del tipo de caldera, diseñaremos la chimenea para dar salida a los gases de la combustión.

Con la potencia de la caldera, ya podemos saber el caudal total que debe impulsar el circulador, de igual forma que hacíamos para saber el caudal que debía pasar por cada radiador:

$$\text{Caudal Bomba} = \text{Potencia caldera} / 20 \text{ (l/h)}$$

7. – Chimenea

Se dimensiona en función del tipo de caldera, ya sea en depresión o en sobrepresión.

Pueden ser de sección cuadrada (normalmente hecha de fábrica de ladrillo revestido) o de sección circular (más baratas y rápidas de instalar):

$$S = K \delta P / h$$

Donde – S es la sección en cm²

– P es la potencia de la caldera en kcal/h

– h es la altura reducida de la chimenea:

$$h = H - (0,5n + L + p)$$

Donde:

– H es la altura real desde la caldera al punto más alto de la chimenea: por norma, la chimenea debe sobresalir 1 m del punto más alto del tejado.

– n es el nº de codos del conducto de la chimenea

– L es la longitud de la proyección horizontal de la chimenea

– p es la resistencia interna de la chimenea para el paso de los humos:

– para calderas de sobrepresión, esta resistencia casi no es apreciable: $p=0$

– para calderas de tiro natural, $p = (2;4)$

– K es un coeficiente que depende del tipo de combustible:

K=0,02 para combustibles sólidos

K=0,03 para combustibles líquidos

K=0,008 para combustibles gaseosos o cuando la caldera es de sobrepresión.

Estos cálculos pueden hacerse mediante la **tabla XI**, que da una sección rectangular en función de la altura reducida y en función de la potencia de la caldera.

Si la chimenea va a ser de sección circular, se puede calcular como si fuera sección rectangular y a continuación transformar las dimensiones en diámetro:

$$\delta = 2x(a \times b) / (a+b) ; (\delta \text{ en cm})$$

8. – Bomba

La bomba se elige en función de el caudal que debe impulsar y de la mayor pérdida de carga que aparece en el circuito de distribución. Por supuesto debe soportar temperaturas entre 90 y 110 ° C.

Si estamos ante un sistema bitubo habrá que tener en cuenta también la pérdida de carga producida en la tubería de retorno.

En primer lugar se calculará la longitud total equivalente de cada diámetro: ésta es la suma de la longitud de la tubería y de las longitudes equivalentes de los elementos singulares:

– longitud tubería de ida y de retorno del circuito.

- codos de ida y de retorno del circuito.
- reducciones de ida y de retorno del circuito.
- "Tés" de ida y de retorno del circuito.
- válvulas de ida y de retorno del circuito.

que se encuentran en el tramo, (y por lo tanto circula por ellos el mismo caudal).

Esta longitud se multiplicará por la pérdida de carga longitudinal para el diámetro del tramo y el caudal que circula por el tramo: por eso es importante hacer previamente una tabla en la que se dé una relación de diámetro/caudal/pérdida de carga longitudinal.

A esa tabla se unirá otra columna con la longitud total equivalente, de manera que podamos hacer los cálculos cómodamente.

Pero además deberemos añadir a esta pérdida de carga calculada por la longitud del tramo, otras pérdidas de carga localizadas, tales como en:

- Llaves (ver tablas comerciales)
- Detentores (ver tablas comerciales)
- Caldera
- radiadores (= constante: 10 mm c.a)
- cualquier otro elemento singular la rama donde estamos calculando.

La suma de todas éstas pérdidas de carga nos da la pérdida de carga total:

Esta pérdida de carga corresponde al punto más desfavorable: es decir, la calculada debe ser la mayor de las pérdidas de carga que se produzcan en cualesquiera de las ramas del circuito, desde la situación de la bomba.

Los fabricantes proporcionan tablas (**Tabla VII**) para la elección de la bomba en función del caudal y de la pérdida de carga total en el circuito: si el punto de trabajo se encuentra entre dos bombas se escogerá la más próxima superior de manera que así podamos afrontar una pérdida de carga mayor y también un caudal mayor. Después ya en la instalación se accionará una llave para poner a la bomba en un régimen (1ª, 2ª ó 3ª velocidad) para adecuarnos exactamente al caudal de que nos solicita el circuito. (**Tabla VII, VIII ó IX**)

9. – Dilataciones

Debemos tener en cuenta la variación de longitud que puede sufrir la tubería debido a la variación de temperatura a la que se le somete al poner en funcionamiento la calefacción.

La variación de longitud es función de el coeficiente de dilatación lineal, de la longitud inicial y de la variación de temperatura a la que se verá sometida.

$$\delta l = \delta \times L \times \delta t$$

Para el acero, $\delta = 0.96 \text{ mm/m } ^\circ\text{C}$

Para el cobre, $\delta = 1.36 \text{ mm/m } ^\circ \text{C}$

δt_a es la diferencia entre la máxima temperatura que alcanza la tubería y la temperatura del ambiente (75°C).

En tramos rectos y muy largos las dilataciones se absorberán mediante dilatadores. Estos no hacen falta ponernos cuando hay curvas: en este caso se evita poner gradas de sujeción en las proximidades de la curva. También pueden utilizarse en vez de los dilatadores las liras.

Ya se ha dicho que el cobre se usa sólo para instalaciones pequeñas ($\delta < \delta \delta$) porque si no el tema de las pérdidas de t_a se nos dispara, y a nivel doméstico para abastecimiento de agua.

10. – Vasos De Expansión

La función de un vaso de expansión es absorber la variación de volumen que sufre el agua que se ha introducido en frío en la instalación al ponerse en funcionamiento dicha instalación: Si no hubiera vaso de expansión, reventarían las tuberías;

Existen dos tipos: vasos de expansión abiertos y vasos de expansión cerrados.

10.1 Vasos De Expansión Cerrados

Se basan en un recipiente con una membrana de caucho con nitrógeno en su interior, que a medida que va adquiriendo presión, la membrana va tomando tensión

Para evitar que un vaso de expansión cerrado reviente, tiene éste una válvula de seguridad que se abre cuando la presión en el vaso alcanza la presión de tarado de la propia válvula.

Al ser cerrados, necesitarán un mayor volumen que los abiertos:

$V_{\text{útil}} = V_{\text{instalación}} \times \delta$

– El $V_{\text{instalación}}$ comprende todo el volumen que albergan todos los dispositivos:

– radiadores (nos lo dan los distintos fabricantes)

– caldera (nos lo da el fabricante)

– tuberías: el contenido de agua en una tubería es (en l / m):

$3/8" = 0,128$

$1/2" = 0,213$

$3/4" = 0,380$

$1" = 0,602$

$1 \ 1/4" = 1,04$

$1 \ 1/2" = 1,359$

$2" = 2,248$

2 1/2"=3,772

3"=5,204

4"=8,820

5"=13,431

δ es un coeficiente en función de la temperatura:

Para 70° C $\delta=2,27$ %

Para 80° C $\delta=2,90$ %

Para 90° C $\delta=3,59$ %

Para 100° C $\delta=4,34$ %

Como mínimo se utilizará $\delta=3,59$ %, aunque lo aconsejable es $\delta=4,34$ %.

$V_{real} = V_{útil} / \delta$

Siendo:

– δ el coeficiente de utilización:

$\delta=(P_f-P_i)/ P_f$

Siendo:

– P_i la altura manométrica absoluta de la instalación (presión estática en metros más presión atmosférica en m): $P_i=P+P_o$

– P_f la presión máxima que queremos que exista en la instalación: será la presión de tarado de la válvula de seguridad del vaso de expansión (recomendable 6 kp/cm², o sea, 60 m c.a.)

Como δ es siempre <1 , entonces, $V_{real}>V_{útil}$

Con el V_{real} me voy a las tablas que da el fabricante y elijo el modelo comercial.

Este tipo de vasos necesitan ser revisados 1 vez al año para comprobar que no pierde presión: si pierde presión de N₂, al poner en funcionamiento la instalación puede reventar el recipiente.

10.2 Vasos de Expansión Abiertos

A diferencia del anterior tipo, que se colocaban junto a la caldera en el mismo local técnico, los depósitos abiertos se colocan por encima del punto más alto de la instalación: son unos simples depósitos con un tubo de entrada y otro de salida.

El volumen que deberán poder contener es un 6% del volumen de agua que contenga la instalación, es decir, el volumen de tuberías, radiadores y caldera.

Según la norma DIN 4751, su volumen también puede calcularse como el 1,2 por mil de la potencia de la caldera en kcal/h, dando el resultado en litros.

Los diámetros de ida y de vuelta respectivamente serán:

$$d_{\text{ida}} = 15 + 1,5 \sqrt{P_{\text{caldera}}(\text{kw})} \text{ (en mm)}$$

$$d_{\text{vuelta}} = 15 + \sqrt{P_{\text{caldera}}(\text{kw})} \text{ (en mm)}$$

Al estar abierto, tiene evaporación; Por otro lado, es un agua más agresiva al estar en contacto con el aire.

11. – Consumo Anual De Combustible

Se estima que la cantidad de combustible en kg. totales que consume la caldera en un periodo z de tiempo es:

$$C = 24 \times z \times (t_a - t_{EM}) \times a \times b \times c \times Q$$

$$(t_a - t_{em}) \times t_{\text{mín}} \times \text{PCI} \times$$

Siendo:

– z el nº de días que tendremos funcionando la calefacción. Si se trata por ejemplo de una instalación para unas oficinas, sólo tendremos trabajando la caldera los días laborables y sólo 8 h al día, por lo que el 24 se sustituiría por 8

– t_a la temperatura de los locales (20 ° C)

– t_{EM} la temperatura exterior media (6 ° C)

– a un factor de reducción de la temperatura:

a=1 en hospitales

a=0,95 en viviendas

a=0,8 en escuelas (y cuarteles)

– b es un factor de reducción del servicio

b= ¿? Para hospitales

b=1 para viviendas

b=0,75 para escuelas.

– c es un factor de corrección: c = 0,9

– Q es la potencia calorífica que suministrará la caldera

– t_{em} es la temperatura exterior mínima que vamos a tener en temporada fría.

– PCI es el poder calorífico inferior de un combustible:

Gasóleo: 10.200 kcal / kg.

Gas propano(el más utilizado en los cuarteles): 11.000 kcal / kg.

– es el rendimiento de la instalación: = 0,8

El 24 indica que consideramos que la caldera va a estar funcionando las 24 h del día. Si el edificio fuera de oficinas, lo que se hace es poner un reloj semanal o mensual, que encienda la instalación sólo en horas de trabajo excluyendo fines de semana y días no laborables.

Otra forma de ver el consumo anual es multiplicar el consumo/h proporcionado por el fabricante para una potencia calorífica determinada y multiplicarlo por el nº de días y el nº de horas que se prevé que va a estar funcionando la calefacción.

Con este consumo ya podemos dimensionar el depósito de combustible en función del nº de veces que queremos que se le reposte.