

**Cálculos de instalaciones de
fontanería, gas y calefacción.
Volumen 2: métodos de cálculos de
calefacción y gas.**

Santiago Durán Montejano

1ª edición: febrero 2008

© Santiago Durán Montejano
© Tornapunta Ediciones, S.L.U.
ESPAÑA

Av. Alberto Alcocer, 46 B Pª 7
28016 Madrid
Tél.: 91 398 45 00 Fax: 91 398 45 03
www.fundacionlaboral.org

ISBN OBRA COMPLETA: 978-84-96945-53-1
ISBN VOLUMEN II: 978-84-96945-55-5
Depósito Legal: NA 1284/2008

Cálculos de instalaciones de fontanería, gas y calefacción. Volumen 2

ÍNDICE



Introducción 5



Objetivos generales del curso 7

UD9

Cálculo de radiadores 9

UD10

Cálculo de *Fan-coils* y aerotermos 35

UD11

Cálculo de tuberías 55

UD12

Cálculo de electrobombas. Circuito cerrado 75

UD13

Cálculo de depósitos de expansión 99

UD14

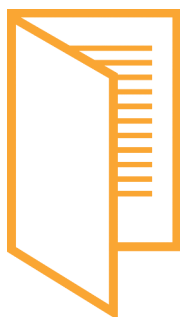
Caudales de gas 123

UD15

Dimensionado de tuberías de gas
en baja presión 141

UD16

Normativa de sala de calderas 157



INTRODUCCIÓN

Este manual es el segundo volumen de cálculos de instalaciones de fontanería, gas y calefacción. En él se tratan los métodos de cálculo de las instalaciones de calefacción y gas utilizadas comúnmente en edificación.

En la primera parte del libro se estudia el dimensionado de los circuitos cerrados de tuberías que transportan agua, mientras que en la segunda parte los circuitos cerrados de tuberías de gas.

Para el cálculo de las instalaciones de calefacción es necesario conocer la carga térmica demandada por el local o el edificio y otros datos explicados en el primer volumen, por lo que su lectura es imprescindible para la comprensión de la materia tratada en este segundo texto.

La primera unidad didáctica, la 9, describe el método por el que se eligen los radiadores de agua y chapa metálica, basado en las tablas proporcionadas por los fabricantes. Esta unidad nos enseñará a determinar el número de radiadores de un tipo específico que necesitamos colocar en una habitación que demanda una carga térmica determinada.

La unidad didáctica 10 trata del cálculo de aparatos receptores de aire impulsado. Tras su estudio aprenderemos a seleccionar aparatos de *fan-coils* para instalaciones de calefacción y a calcular aerotermos.

En la a unidad 11 nos referiremos a las tuberías de cobre y acero que componen las canalizaciones de agua en circuitos cerrados. En esta unidad se enseña cómo calibrar las tuberías en función del caudal de agua que transportan y la pérdida de carga debida al rozamiento.

La unidad didáctica 12 está destinada al cálculo del caudal y la presión de la electrobomba en función de los caudales de agua que se necesita mover, el trazado real de la tubería y su diámetro, hallados en la unidad anterior.

En la unidad didáctica 13 concluye la explicación de los cálculos de calefacción con los depósitos de expansión destinados a absorber el volumen de agua que se dilata cuando el agua de un circuito aumenta de temperatura, evitando así las altas presiones en los circuitos.

En la unidad 14, se estudia el método que se utiliza para averiguar los caudales necesarios de gas en las viviendas.

La unidad 15 tiene como objetivo el cálculo de una instalación de gas sencilla a partir de la elección del diámetro de las tuberías.

Por último, la unidad didáctica 16 se refiere principalmente al dimensionado de la sala calderas, es decir, aquellas salas cuyas máquinas superan una potencia térmica de 70 Kw. También se estudia la dotación de equipos auxiliares que requieren dichas salas, la prevención y las medidas de seguridad contra incendios.







OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de:

- Saber dimensionar radiadores de diferentes tipos a partir del cálculo de los incrementos de temperatura entre la temperatura media del radiador y la temperatura ambiente.
- Conocer el método para averiguar caudales de agua en *fan-coils*, calcular *fan-coils* y aerotermos.
- Saber dimensionar tuberías de cobre y acero con función del caudal y de la pérdida de carga por metro de tubería.
- Averiguar las pérdidas de carga con el fin de calcular electrobombas de agua en circuitos cerrados.
- Dimensionar depósitos de expansión abiertos y cerrados.
- Averiguar los caudales de gas en viviendas.
- Dimensionar una sencilla instalación de gas.
- Iniciarse en el diseño de salas de calderas.

UD9

ÍNDICE		Objetivos	10
		Mapa conceptual	11
9.1		Introducción	13
9.2		Cálculo de radiadores de agua	14
9.3		Cálculo de radiadores de chapa	20
9.4		Tablas de cálculo de radiadores de fundición	25
9.5		Tablas de cálculo de radiadores tipo panel	27
		Resumen	31
		Terminología	33

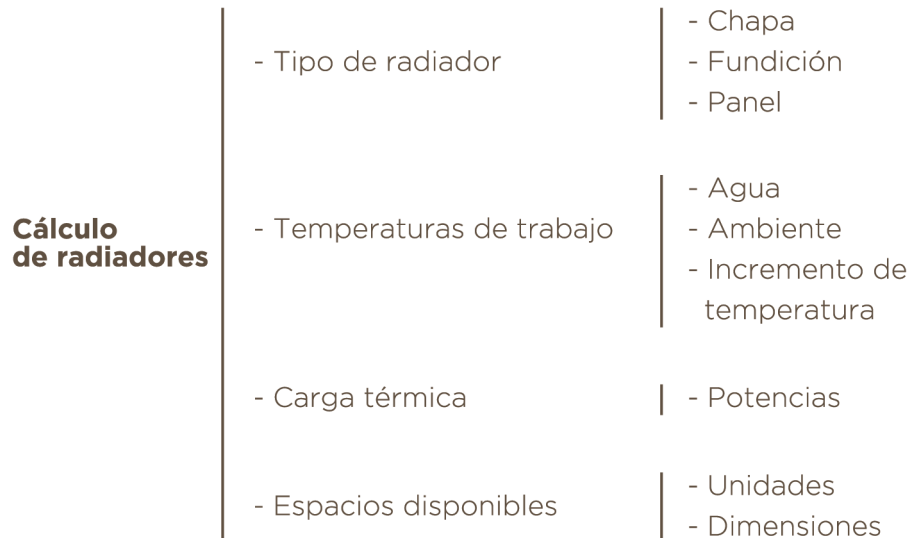


OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- Conocer los datos de partida para calcular radiadores.
- Saber calcular incrementos de temperatura entre la temperatura media del radiador y la temperatura ambiente.
- Saber dimensionar radiadores de diferentes tipos.
- Manejar tablas específicas sobre potencia de radiadores

MAPA CONCEPTUAL





9.1 INTRODUCCIÓN

La siguiente Unidad Didáctica está dedicada al cálculo de radiadores.

Nos centraremos en fijar suficientes criterios para que de una forma rápida y práctica consigamos dimensionar con cierto criterio radiadores de diferentes tipos.

El hecho de manejar tablas de cálculo, generalmente cedidas por los fabricantes, ahorra considerablemente engorrosos cálculos, no precisamente adecuados para los oficios que nos ocupan.

Manejando por tanto valores físicos sencillos, que teóricamente ya conocemos, como la carga térmica y las temperaturas de trabajo, y, con la ayuda de dichas tablas, será un trabajo sencillo.

En esta Unidad Didáctica hablaremos sobre ciertos radiadores concretos y no sobre todos los existentes en el mercado por cuestión de espacio; sí trataremos la lógica de cálculo común de ellos, pues prácticamente todas las tablas de los fabricantes se asemejan.

9.2 CÁLCULOS DE RADIADORES DE AGUA

Para calcular radiadores, se ha de partir de ciertos datos:

- Tipo de radiador que se va a instalar.
- Temperatura de trabajo del agua.
- Carga térmica de la habitación.
- Espacio disponible para radiadores.

Tipo de radiador

Existen diferentes tipos de radiadores: de fundición, de chapa de acero, de aluminio, etc. Cada tipo, y dentro de cada tipo cada medida, presenta características diferentes. Los fabricantes disponen de un estudio completo de todos los radiadores que fabrican; es misión del proyectista disponer de estos datos para poder implantar con criterios los radiadores en la obra.

Temperatura de trabajo del agua

Según sea la temperatura del agua (**fluido caloportador**), el comportamiento calorífico del radiador varía. Si el sistema de caldera calienta agua a 90° C, temperatura considerablemente alta, el radiador cederá más calor que otro sistema de producción con temperaturas de trabajo más bajas.

Es fundamental por tanto conocer el grado de temperatura al que trabaja el sistema para seleccionar el tipo adecuado de radiador.

Carga térmica de la habitación

Como es lógico, es necesario conocer la demanda energética o carga térmica requerida por el local que se va a calentar. Se deduce realizando una serie de cálculos, donde intervienen las dimensiones, el tipo de cerramiento tanto vertical como horizontal, la clase de ventana y las temperaturas tanto exterior como interior. Se expresa en Kcal/h o vatios (W).

Espacio disponible

No todos los espacios destinados a albergar radiadores son iguales. Cada instalación es diferente en cuanto a espacios se refiere.

Se impone por tanto tener dimensiones y datos sobre los **paramentos** donde se van a instalar los radiadores.

Si se dispone de varios radiadores para una misma estancia, se divide la carga entre el número de radiadores que se va a instalar.

Para averiguar la carga térmica y los espacios de los que disponen

los radiadores, utilizaremos los planos de arquitectura, planos de planta y secciones interiores.

La emisión de calor cedida por los radiadores aparece en las tablas antes mencionadas y que ofrecen los fabricantes. Se expresan en kilocalorías hora (Kcal/h) o vatios (W).

Para manejar dichas tablas es preciso conocer un dato fundamental, el incremento de temperatura (Δt), que es la diferencia de temperatura entre la temperatura media del radiador y la temperatura ambiente (interior del proyecto) $\Delta t = t_m - t_a$.

Observa el siguiente dibujo, donde se muestran las diferentes temperaturas que influyen en la emisión calorífica de un radiador.

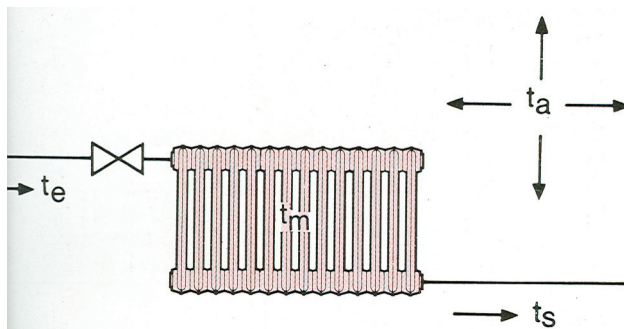


Figura 1. Temperaturas que influyen en el cálculo de un radiador

Donde:

t_e : Temperatura de entrada del agua al radiador.

t_m : Temperatura media del agua en el radiador.

t_s : Temperatura de salida del agua del radiador.

t_a : Temperatura ambiente.

En condiciones normales una instalación convencional sería como se muestra en el siguiente dibujo

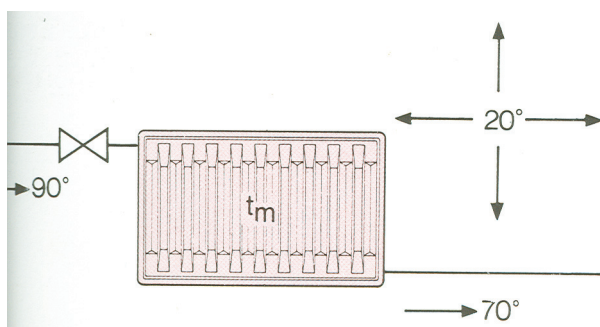


Figura 2. Temperaturas normales en la instalación convencional

Donde:

t_e : Temperatura de entrada de agua es de 90°.

t_s : Temperatura de salida del agua es de 70°.

t_a : Temperatura ambiente es de 20° (temperatura interior del proyecto).

El incremento de temperatura (Δt), o diferencia de temperatura, entre la temperatura media del radiador y la temperatura ambiente se calcula hallando la media aritmética, cuando se cumple que su relación es mayor o igual a 0,7.

Cuando: $\frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} \geq 0,7$

Siendo:

$\Delta t_s = \text{temperatura de salida} - \text{temperatura ambiente} = t_s - t_a$.

$\Delta t_e = \text{temperatura de entrada} - \text{temperatura ambiente} = t_e - t_a$.

O sea: Si $\rightarrow \frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} \geq 0,7$

la temperatura media se calcula mediante media aritmética: $t_m = \frac{t_e + t_s}{2}$

El incremento de temperatura (Δt) entre la temperatura media (t_m) y la temperatura ambiente (t_a) será:

$$\Delta t = t_m - t_a = \frac{t_e + t_s}{2} - t_a$$

Ejemplo



Deseamos saber el incremento de temperatura (Δt) entre la temperatura media de un radiador y la temperatura ambiente trabajando en condiciones normales.

O sea:

t_e : Temperatura de entrada del agua es de 90°.

t_s : Temperatura de salida del agua es de 70°.

t_a : Temperatura ambiente es de 20°.

Solución:

Primero averiguamos el cociente entre Δt_s y Δt_e para saber si podemos operar de forma aritmética:

$$\frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} = \frac{70-20}{90-20} = \frac{50}{70} = 0,714$$

El cociente es 0,714, que es mayor que 0,7, lo que significa que podemos operar según la anterior fórmula:

$$\Delta t = t_m - t_a = \frac{t_e + t_s}{2} - t_a = \frac{90+70}{2} - 20 = 60^\circ \text{C}$$

Así pues, en condiciones normales el incremento de temperatura (Δt) es de 60°C

Cuando el cociente entre el incremento (Δt_s) y el incremento (Δt_e) es menor que 0,7, el incremento de temperatura (Δt) entre la temperatura media del radiador (t_m) y la ambiente (t_a) se calcula mediante media logarítmica, lo que se da en casos atípicos.

O sea:

$$\text{Si } \rightarrow \frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} < 0,7$$

$$\Delta t = \frac{t_e - t_s}{\ln \frac{\Delta t_e}{\Delta t_s}}$$

Dado que estos casos no son muy comunes, pues son saltos térmicos poco utilizados en la práctica, no son objeto de este manual.

Los radiadores requieren para su funcionamiento trabajar con temperaturas relativamente altas, temperaturas de impulsión entre 60° y 90°C .

Si el sistema de producción de calor es, por ejemplo, una bomba de calor que trabaja con temperaturas de impulsión de 45° o 50°C , obligaría a instalar radiadores muy grandes, lo que plantearía un problema de espacio. Para estos sistemas de producción, lo propio es instalar elementos terminales que no sean radiadores sino que dispongan de mecanismos que obtengan alto rendimiento a esas temperaturas.

Los *fan-coils*, por ejemplo, son idóneos, pues con bajas temperaturas de **proceso** obtienen buenas **prestaciones**, como veremos en siguientes capítulos.

Ejemplo



El suelo radiante que trabaja con temperaturas de impulsión entre 40° y 45° C es idóneo para este tipo de sistemas.

Las instalaciones de energía solar con aporte para calefacción también trabajan con temperaturas bajas entre 40° y 45° C; se conectan por lo general con receptores como *fan-coils* o suelo radiante.

Así pues, se recomienda instalar radiadores siempre que se disponga de un sistema de producción de calor cuyas temperaturas de impulsión sean superiores a 60° C.

A continuación calcularemos incrementos de temperatura (Δt) entre la temperatura media del radiador y la ambiente de algunos casos típicos:

- **1er Caso:** Caldera convencional de gas o gasóleo, o sólidos, impulsando a 90° C y retornando a 75° C; la temperatura ambiente es de 21° C.

Si la caldera impulsa a 90° C, la temperatura de entrada (t_e) al radiador es de 90° C. Si la caldera retorna a 75° C, del radiador sale (t_s) a 75° C, obviamente.

- a) Primer paso: averiguamos el valor obtenido entre el cociente (Δt_s) y (Δt_e):

$$\frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} = \frac{\text{temperatura salida radiador} - \text{temperatura ambiente}}{\text{temperatura entrada radiador} - \text{temperatura ambiente}} = \frac{75 - 21}{90 - 21} = \frac{54}{69} = 0,78$$

- b) Segundo paso: comprobamos que el cociente obtenido es mayor o igual que 0,7:

0,78 > 0,7 (queda confirmado)

- c) Tercer paso: dado que se confirma el punto (b), calculamos la temperatura media del radiador de forma aritmética:

$$t_m = \frac{t_e + t_s}{2} = \frac{90 + 75}{2} = 82,5^\circ \text{ C}$$

d) Cuarto paso: calculamos el incremento de temperatura (Δt) entre la temperatura media del radiador (t_m), averiguada anteriormente, y la temperatura ambiente (t_a):

$$\Delta t = t_m - t_a = 82,5 - 21 = 61,5^\circ\text{C}$$

Estamos en condiciones de aplicar este dato ($61,5^\circ\text{C}$) en tablas de cálculo de cualquier radiador.

- **2º Caso:** Caldera con recuperador de impulsión a 60°C y retorno a 50°C ; temperatura ambiente de 22°C .

$$\text{a) } \frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} = \frac{\text{temperatura salida radiador} - \text{temperatura ambiente}}{\text{temperatura entrada radiador} - \text{temperatura ambiente}} =$$

$$\frac{50 - 22}{60 - 22} = \frac{28}{38} = 0,737$$

$$\text{b) } 0,737 > 0,7$$

$$\text{c) } t_m = \frac{t_e + t_s}{2} = \frac{60 + 50}{2} = 55^\circ\text{C}$$

$$\text{d) } \Delta t = t_m - t_a = 55 - 22 = 33^\circ\text{C}$$

- **3er Caso:** Calderas convencionales a gas, gasóleo o sólido. Impulsión a 80°C , retorno a 65°C y temperatura ambiente de 20°C .

$$\text{a) } \frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} = \frac{\text{temperatura salida radiador} - \text{temperatura ambiente}}{\text{temperatura entrada radiador} - \text{temperatura ambiente}} =$$

$$\frac{65 - 20}{80 - 20} = \frac{45}{60} = 0,75$$

$$\text{b) } 0,75 > 0,7$$

$$\text{c) } t_m = \frac{t_e + t_s}{2} = \frac{80 + 65}{2} = 72,5^\circ\text{C}$$

$$\text{d) } \Delta t = t_m - t_a = 72,5 - 20 = 52,5^\circ\text{C}$$

9.3 CÁLCULO DE RADIADORES DE CHAPA

Para calcular radiadores de chapa utilizaremos tablas de fabricantes concretos.

Las tablas muestran la emisión calorífica de los radiadores partiendo de diferentes incrementos de temperatura (Δt) entre la temperatura media (t_m) del radiador y la temperatura ambiente (t_a).

Las tablas técnicas que mostramos a continuación son de radiadores de chapa de acero. En ellas aparece la emisión calorífica (en Kcal/h) en función del número de elementos de los que disponga el radiador y del incremento de temperatura (Δt) entre la temperatura media del radiador y la temperatura ambiente.



RESUMEN

- Para dimensionar radiadores debemos partir de algunos datos, como el tipo de radiador elegido, las temperaturas de trabajo, la carga térmica y el espacio disponible para instalarlos.
- Para averiguar el incremento de temperatura entre la temperatura media del radiador y la del proyecto, hemos de manejar diferentes temperaturas, que influyen en la potencia térmica del radiador.
- El incremento de temperatura se calcula hallando la media aritmética cuando se cumpla que la relación entre la temperatura media del radiador y la temperatura ambiente es mayor o igual que 0,7.
- Los radiadores, dada su construcción, necesitan temperaturas de proceso entre 60° y 90° C.
- Para dimensionar radiadores en general utilizamos tablas, facilitadas por los fabricantes, donde se relacionan: tipo de radiador, incremento a diferentes temperaturas, número de elementos o dimensiones y potencia térmica.



TERMINOLOGÍA

Fluido caloportador:

Fluido, en el caso de los radiadores de agua el propio agua, que circula por la instalación de calefacción a una temperatura superior a la del ambiente del local y cede calor cuando pasa por los aparatos o radiadores.

Proceso:

Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

Prestación:

Servicio que proporciona un motor, un instrumento, un vehículo, etc.

Paramentos:

Cerramientos.