## CALEFACCIÓN DE UNA VIVIENDA

# INSTALACIÓN DE RADIADORES CON SISTEMA BITUBO Y RETORNO DIRECTO

**Jesús Francisco Bernal Castell**

# ÍNDICE

1. LOCALIZACIÓN DE LA VIVIENDA Y CONDICIONES DE PROYECTO. ..... 3
2. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS. ..... 3
2.1. PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN ..... 3
2.2. PÉRDIDAS DE CALOR POR VENTILACIÓN ..... 4
2.3. CONSIDERACIONES DE CÁLCULO ..... 4
2.3.1. COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA ..... 4
2.3.2. SALTOS TÉRMICOS ..... 4
2.3.3. COEFICIENTE DE INTERMITENCIA ..... 5
2.3.4. COEFICIENTE DE ORIENTACIÓN ..... 5
2.3.5. CAUDALES DE VENTILACIÓN Y ABERTURAS ..... 5
3. HOJA DE CÁLCULO DE VENTILACIÓN ..... 6
4. HOJAS DE CÁRGAS TÉRMICAS ..... 7
5. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN BITUBULAR DE RADIADORES ..... 11
5.1. DETERMINACIÓN DE LAS TEMPERATURAS DE TRABAJO. ..... 11
5.2. CÁLCULO DEL SALTO TÉRMICO ENTRE EL RADIADOR Y EL AMBIENTE. ..... 11
5.3. POTENCIA TÉRMICA DE LOS RADIADORES. ..... 12
5.4. SELECCIÓN DE LOS RADIADORES. ..... 12
5.4. CÁLCULO DEL CAUDAL DE LOS RADIADORES ..... 16
6. CÁLCULO DE TUBERÍAS ..... 16
6.1. CONSIDERACIONES INICIALES ..... 16
6.2. DIÁMETRO DE LA TUBERÍA ..... 16
6.3. VELOCIDAD EN LA TUBERÍA ..... 17
6.4. PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA ..... 17
6.5. PÉRDIDA DE CARGA EN ELEMENTOS SINGULARES ..... 17
6.6. VOLUMEN DE AGUA EN LAS TUBERÍAS ..... 17
6.7. CÁLCULOS ..... 17
6.8. AISLAMIENTO DE LAS TUBERÍAS ..... 19
7. SELECCIÓN DE LA CALDERA ..... 20
8. CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN ..... 21
9. SELECCIÓN DE LA BOMBA DE RECIRCULACIÓN ..... 23
10. PLANOS ..... 25

## 1. LOCALIZACIÓN DE LA VIVIENDA Y CONDICIONES DE PROYECTO.

**Localización** de la vivienda: c/Batalla del Salado, 26. 02002. Albacete.

Ver plano de situación al final.

**Condiciones exteriores de proyecto**:

Temperatura de invierno: -3,7ºC.

Esta temperatura se puede obtener de:

-*Guía IDAE Condiciones climáticas*, nº 12. (se puede descargar libremente de internet)

-Normas UNE 100-001-85 y UNE 100-014-84.

**Condiciones interiores de proyecto**:

Temperatura interior: 21 ºC.

Humedad ralativa: 50%.

Tomada en base a la ITE 1, *Diseño y dimensionado* (RITE), donde se exige que las zonas a climatizar/calefactar cumplan las siguientes condiciones:

| | Verano | | Invierno | |
|---|---|---|---|---|
| | T | HR | T | HR |
| Viviendas<br>*ITE 1 Diseño y dimensionado del RITE 2007* | 23..25 ºC | 45..60% | 21..23 ºC | 40..50% |

## 2. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS.

### 2.1. PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN

Fórmula utilizada:

$$P = K \cdot S \cdot \Delta T \cdot C_1 \cdot C_2$$

Donde:

P=Calor perdido por unidad de tiempo (Kcal/h).

S=Superficie (m2).

K=Coeficiente de transmisión térmica (Kcal/(h.m2.ºC)).

ΔT=Diferencia de temperatura o salto térmico entre un lado y otro del cerramiento o la ventana (ºC).

C1=Coeficiente de intermitencia (incremento por parada o interrupción del sistema de calefacción).

C2=Coeficiente de orientación (incremento por orientación del cerramiento).

## 2.2. PÉRDIDAS DE CALOR POR VENTILACIÓN

Fórmula utilizada:

$$P = V \cdot P_e \cdot C_e \cdot \Delta T$$

Donde:

P=Calor perdido por unidad de tiempo (Kcal/h).

Pe=Peso específico del aire: 1,2 Kg/m3.

Ce=Calor específico del aire: 0,24 Kcal/(Kg.ºC).

ΔT=Diferencia de temperatura: Tªext - Tªint.

V=Volumen del aire de renovación (m3/h).

Dado que Pe*Ce=0,3Kcal/(m3.ºC), procedemos a simplificar la fórmula:

$$P = 0,3 \cdot V \cdot \Delta T$$

## 2.3. CONSIDERACIONES DE CÁLCULO

### 2.3.1. COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA

| Coef de transmisión térmica | U | Unidad |
|---|---|---|
| Muro exterior | 0,8 | Kcal/h.m2.ºC |
| Cristal | 3,4 | Kcal/h.m2.ºC |
| Medianería | 1,5 | Kcal/h.m2.ºC |
| Tabiquería interior | 2 | Kcal/h.m2.ºC |
| Suelo | 1,2 | Kcal/h.m2.ºC |
| Techo | 1,2 | Kcal/h.m2.ºC |

En caso de levantar cerramientos nuevos habrá que atenerse a lo estipulado en el *Código Técnico de Edificación*, HE 1, Tablas 2.3, 2.4 y 2.5, donde se establecen las limitaciones de los valores de transmitancia térmica para cada zona climática.

### 2.3.2. SALTOS TÉRMICOS

Entre una zona interior climatizada y una zona exterior sin climatizar:

ΔT=Tªext - Tªint=21-(-3,7)=24,7ºC.

Entre una zona interior climatizada y una zona interior sin climatizar*:

ΔT=ΔT/2=24,7/2=12,35ºC.

Entre dos zonas interiores climatizadas:

ΔT=1.

*[*Las viviendas o locales anexos (separados por medianería, techo o suelo), se considerarán zonas interiores sin climatizar.]*

Consideraciones tomadas:

Zonas climatizadas: todas las interiores de la vivienda, incluso el vestíbulo, al ser de gran tamaño.

Zonas no climatizadas: el lavadero.

### 2.3.3. COEFICIENTE DE INTERMITENCIA

Representa el porcentaje de incremento sobre la carga térmica que producen las paradas programadas del sistema de calefacción:

C1 (Coeficiente de intermitencia): Parada nocturna=1,1 (+10%)

### 2.3.4. COEFICIENTE DE ORIENTACIÓN

Representa el porcentaje de incremento sobre la carga térmica que produce la orientación del cerramiento:

C2=Coeficiente de orientación:

Norte=1,2 (+20%)

Sur=1

Este-Oeste=1,1 (+10%)

### 2.3.5. CAUDALES DE VENTILACIÓN Y ABERTURAS

Se ha atendido a lo estipulado en el *Código Técnico de Edificación (CTE), Sección HS-3, Calidad del aire interior* (el RITE, en su IT.1.1.4.2.1, remite a dicho documento).

## 3. HOJA DE CÁLCULO DE VENTILACIÓN

| VENTILACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **AIRE DE ENTRADA** | | | | | | | | | | | | |
| DEPENDENCIAS | Sala de estar-comedor | 1 | Dormitorio | 1 | Dormitorio | 2 | Dormitorio | 3 | Dormitorio | 3 | | |
| VENTILACIÓN | 3 | l/s.p | 5 | l/s.p | 5 | l/s.p | 5 | l/s.p | 5 | l/s.p | | |
| OCUPACIÓN-M2-LOCAL | 4 | p | 2 | p | 1 | p | 1 | p | 0 | p | | |
| VENTILACIÓN TOTAL | 12 | l/s | 10 | l/s | 5 | l/s | 5 | l/s | 0 | l/s | 32 | l/s |
| VENT. TOT. EQUILIBRADA | 18,49 | l/s | 15,41 | l/s | 7,70 | l/s | 7,70 | l/s | 0 | l/s | 49,3 | l/s |
| APERTURA | 73,95 | cm2 | 61,63 | cm2 | 30,81 | cm2 | 30,81 | cm2 | 0 | cm2 | | |
| APERTURA PASO | 147,9 | cm2 | 123,25 | cm2 | 70 | cm2 | 70 | cm2 | 70 | cm2 | | |
| **AIRE DE EXTRACCIÓN** | | | | | | | | | | | | |
| DEPENDENCIAS | Cocina | 1 | Aseo | 1 | Aseo | 2 | Aseo | 3 | Aseo | 4 | | |
| VENTILACIÓN | 2 | l/s.m2 | 15 | l/s.loc | 15 | l/s.loc | 15 | l/s.loc | 15 | l/s.loc | | |
| OCUPACIÓN-M2-LOCAL | 9,65 | m2 | 1 | loc | 1 | loc | 0 | loc | 0 | loc | | |
| VENTILACIÓN TOTAL | 19,3 | l/s | 15 | l/s | 15 | l/s | 0 | l/s | 0 | l/s | 49,3 | l/s |
| VENT. TOT. EQUILIBRADA | 19,3 | l/s | 15 | l/s | 15 | l/s | 0 | l/s | 0 | l/s | 49,3 | l/s |
| APERTURA | 77,2 | cm2 | 60 | cm2 | 60 | cm2 | 0 | cm2 | 0 | cm2 | | |
| APERTURA PASO | 154,4 | cm2 | 120 | cm2 | 120 | cm2 | 70 | cm2 | 70 | cm2 | | |

## 4. HOJAS DE CÁRGAS TÉRMICAS

| DEPENDENCIA | Sala de estar-comedor | 1 |
|---|---|---|

| PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elementos | Orientación | U | S | At | C1 | C2 | Potencia |
| Muro ext. | S | 0,8 | 6,72 | 24,7 | 1,1 | 1 | 146,07 |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Muro ext. | E | 0,8 | 5,45 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 130,31 |
| Muro ext. | O | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Cristal | S | 3,4 | 1,8 | 24,7 | 1,1 | 1 | 166,28 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Cristal | E | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Cristal | O | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Medianería | ESP.NO CAL | 1,5 | 0 | 12,35 | 1,1 | 1 | 0 |
| Tabiquería int | ESP.CALEF | 2 | 37,38 | 1 | 1,1 | 1 | 82,24 |
| Suelo | ESP.NO CAL | 1,2 | 22,67 | 12,35 | 1,1 | 1 | 369,57 |
| Techo | ESP.NO CAL | 1,2 | 22,67 | 12,35 | 1,1 | 1 | 369,57 |
| Cubierta | | 1 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Puerta ext | N | 3 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,2 | 0 |
| | | | | PÉRDIDAS TOTALES | | | 1264,02 Kcal/h |

| | | |
|---|---|---|
| Q VENTILACIÓN (qv) | 18,49 l/s | |
| PÉRD. VENTILACIÓN | P=0,3xqvxΔT | 493,24 Kcal/h |
| PÉRD. TOTALES EN: | Sala de estar-comedor | 1757,26 Kcal/h |

| DEPENDENCIA | Dormitorio | 1 |
|---|---|---|

| PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elementos | Orientación | U | S | At | C1 | C2 | Potencia |
| Muro ext. | S | 0,8 | 6,38 | 24,7 | 1,1 | 1 | 138,68 |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Muro ext. | E | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Muro ext. | O | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Cristal | S | 3,4 | 1,79 | 24,7 | 1,1 | 1 | 165,36 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Cristal | E | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Cristal | O | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Medianería | ESP.NO CAL | 1,5 | 9,37 | 12,35 | 1,1 | 1 | 190,94 |
| Tabiquería int | ESP.CALEF | 2 | 26,85 | 1 | 1,1 | 1 | 59,07 |
| Suelo | ESP.NO CAL | 1,2 | 13,86 | 12,35 | 1,1 | 1 | 225,95 |
| Techo | ESP.NO CAL | 1,2 | 13,86 | 12,35 | 1,1 | 1 | 225,95 |
| Cubierta | | 1 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Puerta ext | S | 3 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | | | | PÉRDIDAS TOTALES | | | 1005,93 Kcal/h |

| | | |
|---|---|---|
| Q VENTILACIÓN (qv) | 15,41 l/s | |
| PÉRD. VENTILACIÓN | P=0,3xqvxΔT | 411,08 Kcal/h |
| PÉRD. TOTALES EN: | Dormitorio | 1417,01 Kcal/h |

| DEPENDENCIA | Dormitorio | 2 |
|---|---|---|

| PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elementos | Orientación | U | S | At | C1 | C2 | Potencia |
| Muro ext. | N | 0,8 | 4,55 | 24,7 | 1,1 | 1,2 | 118,68 |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Muro ext. | E | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Muro ext. | O | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Cristal | N | 3,4 | 1,5 | 24,7 | 1,1 | 1,2 | 166,28 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Cristal | E | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Cristal | O | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Medianería | ESP.NO CAL | 1,5 | 2,8 | 12,35 | 1,1 | 1 | 57,06 |
| Tabiquería int | ESP.CALEF | 2 | 6,49 | 1 | 1,1 | 1 | 14,28 |
| Suelo | ESP.NO CAL | 1,2 | 11,31 | 12,35 | 1,1 | 1 | 184,38 |
| Techo | ESP.NO CAL | 1,2 | 11,31 | 12,35 | 1,1 | 1 | 184,38 |
| Cubierta | | 1 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Puerta ext | S | 3 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | | | | PÉRDIDAS TOTALES | | | 725,05 Kcal/h |

| | | |
|---|---|---|
| Q VENTILACIÓN (qv) | 7,7 l/s | |
| PÉRD. VENTILACIÓN | P=0,3xqvxΔT | 205,41 Kcal/h |
| PÉRD. TOTALES EN: | Dormitorio | 930,45 Kcal/h |

| DEPENDENCIA | Dormitorio | 3 |
|---|---|---|

| PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elementos | Orientación | U | S | At | C1 | C2 | Potencia |
| Muro ext. | O | 0,8 | 2,9 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 69,34 |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Muro ext. | E | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Muro ext. | O | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Cristal | O | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Cristal | E | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Cristal | O | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Medianería | ESP.NO CAL | 1,5 | 18,1 | 12,35 | 1,1 | 1 | 368,83 |
| Tabiquería int | ESP.CALEF | 2 | 15,2 | 1 | 1,1 | 1 | 33,44 |
| Suelo | ESP.NO CAL | 1,2 | 11,62 | 12,35 | 1,1 | 1 | 189,43 |
| Techo | ESP.NO CAL | 1,2 | 11,62 | 12,35 | 1,1 | 1 | 189,43 |
| Cubierta | | 1 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Puerta ext | S | 3 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | | | | PÉRDIDAS TOTALES | | | 850,47 Kcal/h |

| | | |
|---|---|---|
| Q VENTILACIÓN (qv) | 7,7 l/s | |
| PÉRD. VENTILACIÓN | P=0,3xqvxΔT | 205,41 Kcal/h |
| PÉRD. TOTALES EN: | Dormitorio | 1055,87 Kcal/h |

| DEPENDENCIA | Cocina | 1 |
|---|---|---|

| PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elementos | Orientación | U | S | At | C1 | C2 | Potencia |
| Muro ext. | S | 0,8 | 3,4 | 24,7 | 1,1 | 1 | 73,90 |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Muro ext. | E | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Muro ext. | O | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Cristal | S | 3,4 | 1,75 | 24,7 | 1,1 | 1 | 161,66 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Cristal | E | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Cristal | O | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Medianería | ESP.NO CAL | 1,5 | 14,2 | 12,35 | 1,1 | 1 | 289,36 |
| Tabiquería int | ESP.CALEF | 2 | 14,2 | 1 | 1,1 | 1 | 31,24 |
| Suelo | ESP.NO CAL | 1,2 | 9,65 | 12,35 | 1,1 | 1 | 157,31 |
| Techo | ESP.NO CAL | 1,2 | 9,65 | 12,35 | 1,1 | 1 | 157,31 |
| Cubierta | | 1 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Puerta ext | S | 3 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | | | | PÉRDIDAS TOTALES | | | 870,79 Kcal/h |

| | | |
|---|---|---|
| Q VENTILACIÓN (qv) | 0 l/s | |
| PÉRD. VENTILACIÓN | P=0,3xqvxΔT | 0,00 Kcal/h |
| PÉRD. TOTALES EN: | Cocina | 870,79 Kcal/h |

| DEPENDENCIA | Vestíbulo | 1 |
|---|---|---|

| PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elementos | Orientación | U | S | At | C1 | C2 | Potencia |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0,00 |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Muro ext. | E | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Muro ext. | O | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0,00 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Cristal | E | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Cristal | O | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Medianería | ESP.NO CAL | 1,5 | 7,5 | 12,35 | 1,1 | 1 | 152,83 |
| Tabiquería int | ESP.CALEF | 2 | 33,17 | 1 | 1,1 | 1 | 72,97 |
| Suelo | ESP.NO CAL | 1,2 | 9 | 12,35 | 1,1 | 1 | 146,72 |
| Techo | ESP.NO CAL | 1,2 | 9 | 12,35 | 1,1 | 1 | 146,72 |
| Cubierta | | 1 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Puerta ext | S | 3 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | | | | PÉRDIDAS TOTALES | | | 519,24 Kcal/h |

| | | |
|---|---|---|
| Q VENTILACIÓN (qv) | 0 l/s | |
| PÉRD. VENTILACIÓN | P=0,3xqvxΔT | 0,00 Kcal/h |
| PÉRD. TOTALES EN: | Vestíbulo | 519,24 Kcal/h |

| DEPENDENCIA | Aseo | 1 |
|---|---|---|

| PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elementos | Orientación | U | S | At | C1 | C2 | Potencia |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0,00 |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Muro ext. | E | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Muro ext. | O | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0,00 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Cristal | E | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Cristal | O | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Medianería | ESP.NO CAL | 1,5 | 4,4 | 12,35 | 1,1 | 1 | 89,66 |
| Tabiquería int | ESP.CALEF | 2 | 10,02 | 1 | 1,1 | 1 | 22,04 |
| Suelo | ESP.NO CAL | 1,2 | 3,95 | 12,35 | 1,1 | 1 | 64,39 |
| Techo | ESP.NO CAL | 1,2 | 3,95 | 12,35 | 1,1 | 1 | 64,39 |
| Cubierta | | 1 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Puerta ext | S | 3 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | | | | PÉRDIDAS TOTALES | | | 240,49 Kcal/h |

| | | |
|---|---|---|
| Q VENTILACIÓN (qv) | 0 l/s | |
| PÉRD. VENTILACIÓN | P=0,3xqvxΔT | 0,00 Kcal/h |
| PÉRD. TOTALES EN: | Aseo | 240,49 Kcal/h |

| DEPENDENCIA | Aseo | 2 |
|---|---|---|

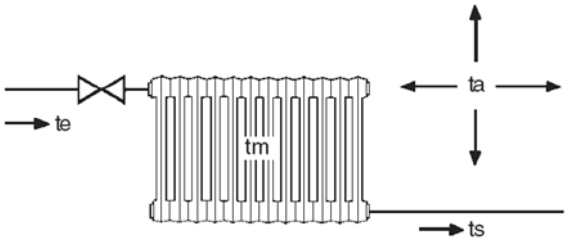
| PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elementos | Orientación | U | S | At | C1 | C2 | Potencia |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0,00 |
| Muro ext. | S | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Muro ext. | E | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Muro ext. | O | 0,8 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0,00 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0,00 |
| Cristal | S | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Cristal | E | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Cristal | O | 3,4 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1,1 | 0 |
| Medianería | ESP.NO CAL | 1,5 | 4,4 | 12,35 | 1,1 | 1 | 89,66 |
| Tabiquería int | ESP.CALEF | 2 | 10,02 | 1 | 1,1 | 1 | 22,04 |
| Suelo | ESP.NO CAL | 1,2 | 3,91 | 12,35 | 1,1 | 1 | 63,74 |
| Techo | ESP.NO CAL | 1,2 | 3,91 | 12,35 | 1,1 | 1 | 63,74 |
| Cubierta | | 1 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| Puerta ext | S | 3 | 0 | 24,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | | | | PÉRDIDAS TOTALES | | | 239,19 Kcal/h |

| | | |
|---|---|---|
| Q VENTILACIÓN (qv) | 0 l/s | |
| PÉRD. VENTILACIÓN | P=0,3xqvxΔT | 0,00 Kcal/h |
| PÉRD. TOTALES EN: | Aseo | 239,19 Kcal/h |

| | |
|---|---|
| **CARGA TÉRMICA TOTAL DE LA VIVIENDA** | **7030,31 Kcal/h** |

## 5. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN BITUBULAR DE RADIADORES

### 5.1. DETERMINACIÓN DE LAS TEMPERATURAS DE TRABAJO.




te = Temperatura de entrada fluido calefactor.
ts = Temperatura de salida fluido calefactor.
tm = Temperatura media radiador o panel.
ta = Temperatura ambiente.

Te=70ºC.

Ts=50ºC.

Salto térmico del agua ΔT=20ºC.

Temperatura ambiente=21ºC.

### 5.2. CÁLCULO DEL SALTO TÉRMICO ENTRE EL RADIADOR Y EL AMBIENTE.

Partimos de la siguiente fórmula:

$$\frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} = \frac{t_s - t_a}{t_e - t_a}$$

Donde:

Δts = salto térmico entre la temperatura del agua a la salida del radiador y la temperatura ambiente.

Δte = salto térmico entre la temperatura del agua a la entrada del radiador y la temperatura ambiente.

ts = temperatura del agua a la salida del radiador.

ta = temperatura del ambiente.

te = temperatura del agua a la entrada del radiador.

Calculamos el salto térmico entre la temperatura media del radiador y el ambiente en base a la siguiente condición:

| | |
|---|---|
| $\frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} \geq 0'7$ | $\Delta t = t_m - t_a$ <br> $donde\ t_m = \frac{t_e + t_s}{2}$ |
| $\frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} < 0'7$ | $\Delta t = \frac{t_e - t_s}{ln \frac{\Delta t_e}{\Delta t_s}}$ |

| DIMENSIONADO DE RADIADORES | |
|---|---|
| TEMPERATURAS | |
| Tª agua entrada radiador (ºC) | 70 |
| ΔT agua en radiador | 20 |
| Tª agua salida radiador (ºC) | 50 |
| Tª ambiente (ºC) | 21 |
| ΔT radiador-ambiente | 38,13 |

## 5.3. POTENCIA TÉRMICA DE LOS RADIADORES.

En los catálogos, las potencias de los elementos suelen estar calculadas para un salto térmico ΔT = 50° C (aunque últimamente es común encontrar un ΔT = 40° C).

Nuestra instalación trabaja con un ΔT=38,13 ºC, debemos hacer una corrección utilizando la ecuación característica del radiador.

Los fabricantes ofrecen en las tablas de sus catálogos el exponente "n" (y a veces el coeficiente "Km") necesario para efectuar dicha corrección.

La ecuación característica del radiador es:

$$P = K_m \cdot (\Delta T)^n$$

Aunque es más cómodo usar la siguiente fórmula simplificada, que se deduce a partir de la anterior y que es la que hemos empleado:

$$P = P_{\Delta T50}\left(\frac{\Delta T}{\Delta T_{50}}\right)^n$$

## 5.4. SELECCIÓN DE LOS RADIADORES.

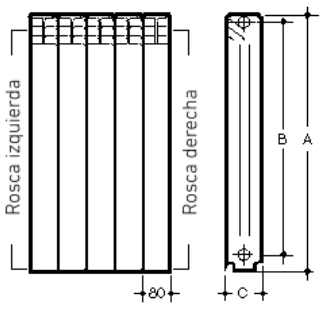
Hemos elegido la marca Baxi Roca, modelo Condal.

Este modelo permite de 3 a 12 elementos.

Hemos instalado el modelo Condal 80 en salón y dormitorios, y el Condal 70 en aseos, vestíbulo y cocina.

## Condal

| 45 | 60 | 70 | 80 |
|---|---|---|---|
| 20 | 20 | 20 | 20 |
| 110 | 110 | 110 | 110 |
| 423 | 574 | 675 | 775 |
| 350 | 500 | 600 | 700 |
| 80 | 80 | 80 | 80 |
| 95 | 95 | 95 | 95 |
| 1,08 | 1,36 | 1,53 | 1,69 |
| 0,26 | 0,33 | 0,35 | 0,4 |
| 67,1 | 84,8 | 98 | 110,3 |
| 89,6 | 113,3 | 131,4 | 147,7 |
| 1,3 | 1,3 | 1,31 | 1,31 |
| Se expiden en bloques de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 | | | |
| **72645xx** | **72660xx** | **72670xx** | **72680xx** |
| **12,80 €** | **13,25 €** | **15,70 €** | **17,80 €** |




### Montaje

Si se desea ampliar un radiador a mayor número de elementos deben usarse los manguitos y las juntas correspondientes.

| | |
|---|---|
| Manguito M-1'' A | 194002003* |
| Junta 1'' 42 x 32 x 1 | 194003005* |
| * En conjunto de 50 unidades | |

**Bitubo**:

- Hasta 1,5 m la conexión puede ir al mismo lado.
- Entre 1,5 m y 3 m la conexión debe ir cruzada.
- Para más de 3 m la conexión debe ir por ambos lados.

**Monotubo**:

- Hasta 1,5 m la conexión puede ser estándar.
- De 1,5 a 2 m prolongar la sonda hasta la mitad del radiador.
- Entre 2 y 3 m la conexión debe ir por ambos lados.

La colocación de tapones y reducciones no precisa de estopada o similar, la estanquidad se realiza mediante la misma junta del manguito.

### Instalación

En instalaciones con radiadores de aluminio se debe tener las siguientes precauciones que de no cumplirse simultáneamente, inhabilitan la Garantía:

- Colocar siempre en cada radiador un purgador automático PA5-1 (D ó I).
- Tratar el agua de la instalación para mantener el PH entre 5 y 8.
- Evitar que el radiador una vez instalado quede completamente aislado de la instalación, impidiendo que la llave y el detentor queden cerrados simultáneamente por algún tiempo.

### Prueba hidráulica

Se recomienda probar los radiadores después de la instalación a una presión de 1,3 veces la que deberán soportar.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dependencia: | Sala de estar-comedor | 1 | |
| SELECCIÓN DEL RADIADOR | | | |
| Marca y modelo | BAXI ROCA CONDAL 80 | | |
| Potencia (Kcal/h) | 127,0 | | |
| ΔT (ºC) | 50 | | |
| Exponente "n" | 1,31 | | |
| Capacidad (litros) | 0,4 | | |
| Altura (mm) | 775 | | |
| Potencia de cada elemento: | | 89,06 | Kcal/h |
| Potencia calculada: | | 1757,26 | Kcal/h |
| Nº de elementos: | | 20 | |
| Potencia real instalada: | | 1781,21 | Kcal/h |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dependencia: | Dormitorio | 1 | |
| SELECCIÓN DEL RADIADOR | | | |
| Marca y modelo | BAXI ROCA CONDAL 80 | | |
| Potencia (Kcal/h) | 127,0 | | |
| ΔT (ºC) | 50 | | |
| Exponente "n" | 1,31 | | |
| Capacidad (litros) | 0,4 | | |
| Altura (mm) | 775 | | |
| Potencia de cada elemento: | | 89,06 | Kcal/h |
| Potencia calculada: | | 1417,01 | Kcal/h |
| Nº de elementos: | | 16 | |
| Potencia real instalada: | | 1424,97 | Kcal/h |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dependencia: | Dormitorio | 2 | |
| SELECCIÓN DEL RADIADOR | | | |
| Marca y modelo | BAXI ROCA CONDAL 80 | | |
| Potencia (Kcal/h) | 127,0 | | |
| ΔT (ºC) | 50 | | |
| Exponente "n" | 1,31 | | |
| Capacidad (litros) | 0,4 | | |
| Altura (mm) | 775 | | |
| Potencia de cada elemento: | | 89,06 | Kcal/h |
| Potencia calculada: | | 930,45 | Kcal/h |
| Nº de elementos: | | 11 | |
| Potencia real instalada: | | 979,66 | Kcal/h |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dependencia: | Dormitorio | 3 | |
| SELECCIÓN DEL RADIADOR | | | |
| Marca y modelo | BAXI ROCA CONDAL 80 | | |
| Potencia (Kcal/h) | 127,0 | | |
| ΔT (ºC) | 50 | | |
| Exponente "n" | 1,31 | | |
| Capacidad (litros) | 0,4 | | |
| Altura (mm) | 775 | | |
| Potencia de cada elemento: | | 89,06 | Kcal/h |
| Potencia calculada: | | 1055,87 | Kcal/h |
| Nº de elementos: | | 12 | |
| Potencia real instalada: | | 1068,72 | Kcal/h |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dependencia: | Cocina | 1 | |
| SELECCIÓN DEL RADIADOR | | | |
| Marca y modelo | BAXI ROCA CONDAL 70 | | |
| Potencia (Kcal/h) | 113,0 | | |
| ΔT (ºC) | 50 | | |
| Exponente "n" | 1,31 | | |
| Capacidad (litros) | 0,35 | | |
| Altura (mm) | 675 | | |
| Potencia de cada elemento: | | 79,23 | Kcal/h |
| Potencia calculada: | | 870,79 | Kcal/h |
| Nº de elementos: | | 11 | |
| Potencia real instalada: | | 871,55 | Kcal/h |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dependencia: | Vestíbulo | 1 | |
| SELECCIÓN DEL RADIADOR | | | |
| Marca y modelo | BAXI ROCA CONDAL 70 | | |
| Potencia (Kcal/h) | 113,0 | | |
| ΔT (ºC) | 50 | | |
| Exponente "n" | 1,31 | | |
| Capacidad (litros) | 0,35 | | |
| Altura (mm) | 675 | | |
| Potencia de cada elemento: | | 79,23 | Kcal/h |
| Potencia calculada: | | 519,24 | Kcal/h |
| Nº de elementos: | | 7 | |
| Potencia real instalada: | | 554,62 | Kcal/h |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dependencia: | Aseo | 1 | |
| SELECCIÓN DEL RADIADOR | | | |
| Marca y modelo | BAXI ROCA CONDAL 70 | | |
| Potencia (Kcal/h) | 113,0 | | |
| ΔT (ºC) | 50 | | |
| Exponente "n" | 1,31 | | |
| Capacidad (litros) | 0,35 | | |
| Altura (mm) | 675 | | |
| Potencia de cada elemento: | | 79,23 | Kcal/h |
| Potencia calculada: | | 240,49 | Kcal/h |
| Nº de elementos: | | 4 | |
| Potencia real instalada: | | 316,93 | Kcal/h |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dependencia: | Aseo | 2 | |
| SELECCIÓN DEL RADIADOR | | | |
| Marca y modelo | BAXI ROCA CONDAL 70 | | |
| Potencia (Kcal/h) | 113,0 | | |
| ΔT (ºC) | 50 | | |
| Exponente "n" | 1,31 | | |
| Capacidad (litros) | 0,35 | | |
| Altura (mm) | 675 | | |
| Potencia de cada elemento: | | 79,23 | Kcal/h |
| Potencia calculada: | | 239,19 | Kcal/h |
| Nº de elementos: | | 4 | |
| Potencia real instalada: | | 316,93 | Kcal/h |

### 5.4. CÁLCULO DEL CAUDAL DE LOS RADIADORES

Se ha empleado la siguiente fórmula:

$$\dot{v}\left(\frac{l}{h}\right) = \frac{\dot{Q}\left(\frac{kcal}{h}\right)}{\Delta T_{agua}}$$

Donde:

$\dot{Q}$= Potencia del radiador (Kcal/h)

$\dot{v}$= Caudal volumétrico (l/h)

$\Delta T_{agua}$ = Salto térmico del agua (temperatura de impulsión – temperatura de retorno).

## 6. CÁLCULO DE TUBERÍAS

### 6.1. CONSIDERACIONES INICIALES

**Tramos:** Se ha separado el cálculo en tramos de tubería: el caudal en el tramo más próximo a la caldera es el caudal total de la instalación, y en cada tramo de la línea de impulsión se resta el caudal de cada radiador a medida que distribuimos el agua, haciéndose a la inversa en la línea de retorno.

**Velocidad máxima:** Se han seguido las recomendaciones de CTE, (Documento DB HR Protección contra el Ruido, apartado 3.3.3., Conducciones y equipamiento, 3.3.3.1 Hidráulicas, punto 5), que limita la velocidad de circulación a **1 m/s** en las tuberías de calefacción y radiadores de las viviendas.

**Pérdida de carga máxima:** Se ha procurado que la pérdida de carga se encuentre dentro de valores aceptables: **j<30 mmca/m**.

### 6.2. DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

Para el cálculo inicial se ha considerado una velocidad de **0,5 m/s.**

Se ha partido de la fórmula del caudal y del área del círculo (para la sección de la tubería), para llegar a la fórmula del “diámetro calculado”:

$$Caudal = Velocidad \cdot Sección \rightarrow Sección = \frac{Caudal}{Velocidad}$$

$$Área\ del\ círculo = \pi r^2 \rightarrow Sección\ de\ la\ tubería = \pi \cdot \frac{Diámetro\ interior^2}{4}$$

$$\boldsymbol{Diámetro\ interior\ (m) = \sqrt{\frac{4 \cdot Caudal\ (\frac{m^3}{s})}{\pi \cdot Velocidad\ (\frac{m}{s})}}}$$

Una vez calculado el diámetro interior, se he elegido un diámetro comercial válido (siempre teniendo en cuenta que la pérdida de carga no supere los 30 mmca/m).

El tipo de tubería seleccionado para los diámetros comerciales ha sido el **Cobre**.

### 6.3. VELOCIDAD EN LA TUBERÍA

Una vez seleccionado un diámetro comercial válido, se ha recalculado la velocidad para ese diámetro despejando la fórmula anterior:

$$\boldsymbol{Velocidad\ instalada}\ (\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{s}}) = \sqrt{\frac{\boldsymbol{4 \cdot Caudal}\ (\frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{s}})}{\boldsymbol{\pi \cdot Diámetro\ instalado(m)^2}}}$$

### 6.4. PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA

Hemos utilizado la fórmula de Flamant:

$$\boldsymbol{J}\left(\frac{\boldsymbol{mmca}}{\boldsymbol{m}}\right) = \boldsymbol{378} \cdot \frac{\boldsymbol{Q}(\frac{\boldsymbol{l}}{\boldsymbol{h}})^{\boldsymbol{1,75}}}{\boldsymbol{\emptyset int\ instalado(mm)^{4,75}}}$$

### 6.5. PÉRDIDA DE CARGA EN ELEMENTOS SINGULARES

Hemos utilizado el Método de Longitud Equivalente de Tubería. Para ello, partiendo de los coeficientes de resistencia K de cada elemento, y del valor de rugosidad absoluta del cobre (0,0015), hemos aplicado la siguiente fórmula experimental:

$$\boldsymbol{Longitud\ equivalente}\ (\boldsymbol{m}) = \frac{\boldsymbol{9,1 \cdot K \cdot \emptyset int\ instalado(m)^{1,25}}}{(\frac{\boldsymbol{0,0015 + 0,034}}{\boldsymbol{100}})^{\boldsymbol{0,25}}}$$

### 6.6. VOLUMEN DE AGUA EN LAS TUBERÍAS

Hemos empleado la fórmula del volumen en un cilindro:

$$\boldsymbol{Volumen}\ (\boldsymbol{m3}) = \frac{\boldsymbol{\pi \cdot Diámetro\ instalado(m)^2}}{\boldsymbol{4}} \cdot \boldsymbol{Longitud}\ (\boldsymbol{m})$$

### 6.7. CÁLCULOS

A continuación se muestran los cálculos efectuados:

| TRAMO | CAUDAL (l/h) | CAUDAL (m3/s) | LONG (m) | V. CÁLCULO (m/s) | Ø CALCULADO (mm) | Diámetro comercial instalado Ø INTERIOR (mm) | Ø EXTERIOR (mm) | V. INSTALADA (m/s) | J (mmca/m) | ELEMENTOS SINGULARES | Nº elementos | K | LONG .EQUIV. (m) | LONG. TOTAL EQUIV. (m) | PÉRDIDA DE CARGA TOTAL (mmca) | VOL. AGUA (litros) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KA | 365,73 | 0,00010 | 1,56 | 0,5 | 16,08 | 16 | 18 | 0,51 | 22,05 | Válv. corte | 1 | 3,8 | 1,43 | 1,92 | 76,83 | 0,31 |
| | | | | | | | | | | Codo (90º) | 1 | 0,8 | 0,30 | | | |
| | | | | | | | | | | T Ángulo | 1 | 0,5 | 0,19 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| AB | 321,2 | 0,00009 | 4,07 | 0,5 | 15,07 | 16 | 18 | 0,44 | 17,57 | Codo (90º) | 2 | 0,8 | 0,60 | 1,06 | 90,07 | 0,82 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,45 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| BC | 285,57 | 0,00008 | 2,85 | 0,5 | 14,21 | 16 | 18 | 0,39 | 14,30 | Codo (90º) | 1 | 0,8 | 0,30 | 0,75 | 51,55 | 0,57 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,45 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| CD | 249,95 | 0,00007 | 2,5 | 0,5 | 13,30 | 14 | 16 | 0,45 | 21,36 | T Recta | 1 | 1,2 | 0,38 | 0,38 | 61,59 | 0,38 |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| DE | 234,1 | 0,00007 | 3,32 | 0,5 | 12,87 | 13 | 15 | 0,49 | 27,08 | T Recta | 1 | 1,2 | 0,35 | 0,35 | 99,38 | 0,44 |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| EF | 218,26 | 0,00006 | 2,64 | 0,5 | 12,43 | 13 | 15 | 0,46 | 23,96 | Codo (90º) | 1 | 0,8 | 0,23 | 0,58 | 77,20 | 0,35 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,35 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| FG | 169,27 | 0,00005 | 2,97 | 0,5 | 10,94 | 12 | 14 | 0,42 | 22,46 | T Recta | 1 | 1,2 | 0,32 | 0,32 | 73,80 | 0,34 |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| GH | 115,84 | 0,00003 | 3,23 | 0,5 | 9,05 | 10 | 12 | 0,41 | 27,49 | Codo (90º) | 1 | 0,8 | 0,17 | 0,27 | 96,30 | 0,25 |
| | | | | | | | | | | T Ángulo | 1 | 0,5 | 0,10 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| HI | 88,11 | 0,00002 | 5,19 | 0,5 | 7,89 | 10 | 12 | 0,31 | 17,03 | Codo (90º) | 1 | 0,8 | 0,17 | 0,42 | 95,54 | 0,41 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,25 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| IJ | 44,53 | 0,00001 | 1,99 | 0,5 | 5,61 | 8 | 10 | 0,25 | 14,89 | Codo (90º) | 2 | 0,8 | 0,25 | 0,25 | 33,41 | 0,10 |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| K'A' | 365,73 | 0,00010 | 2,81 | 0,5 | 16,08 | 16 | 18 | 0,51 | 22,05 | Válv. corte | 1 | 3,8 | 1,43 | 2,49 | 116,87 | 0,56 |
| | | | | | | | | | | Codo (90º) | 2 | 0,8 | 0,60 | | | |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,45 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| A'B' | 321,2 | 0,00009 | 3,96 | 0,5 | 15,07 | 16 | 18 | 0,44 | 17,57 | Codo (90º) | 2 | 0,8 | 0,60 | 1,06 | 88,14 | 0,80 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,45 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| B'C' | 285,57 | 0,00008 | 2,43 | 0,5 | 14,21 | 16 | 18 | 0,39 | 14,30 | Codo (90º) | 1 | 0,8 | 0,30 | 0,75 | 45,55 | 0,49 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,45 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| C'D' | 249,95 | 0,00007 | 1,57 | 0,5 | 13,30 | 14 | 16 | 0,45 | 21,36 | T Recta | 1 | 1,2 | 0,38 | 0,38 | 41,72 | 0,24 |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| D'E' | 234,1 | 0,00007 | 2,97 | 0,5 | 12,87 | 13 | 15 | 0,49 | 27,08 | T Recta | 1 | 1,2 | 0,35 | 0,35 | 89,90 | 0,39 |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| E'F' | 218,26 | 0,00006 | 3,84 | 0,5 | 12,43 | 13 | 15 | 0,46 | 23,96 | Codo (90º) | 1 | 0,8 | 0,23 | 0,58 | 105,95 | 0,51 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,35 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| F'G' | 169,27 | 0,00005 | 2,85 | 0,5 | 10,94 | 12 | 14 | 0,42 | 22,46 | Codo (90º) | 1 | 0,8 | 0,21 | 0,53 | 75,84 | 0,32 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,32 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| G'H' | 115,84 | 0,00003 | 2,63 | 0,5 | 9,05 | 10 | 12 | 0,41 | 27,49 | Codo (90º) | 1 | 0,8 | 0,17 | 0,42 | 83,84 | 0,21 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,25 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| H'I' | 88,11 | 0,00002 | 6,35 | 0,5 | 7,89 | 10 | 12 | 0,31 | 17,03 | Codo (90º) | 2 | 0,8 | 0,34 | 0,59 | 118,16 | 0,50 |
| | | | | | | | | | | T Recta | 1 | 1,2 | 0,25 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| I'J' | 44,53 | 0,00001 | 0,6 | 0,5 | 5,61 | 8 | 10 | 0,25 | 14,89 | Codo (90º) | 2 | 0,8 | 0,25 | 0,25 | 12,71 | 0,03 |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | SIN ELEMENTO | 1 | 0 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 1534,34 | 8,03 |

## 6.8. AISLAMIENTO DE LAS TUBERÍAS

Hemos seguido lo estipulado en el RITE, IT 1.2.4.2.1.: las tuberías que contengan fluidos con **Tª>40ºC** deben aislarse cuando atraviesen **locales no calefactados**.

Para el cálculo del espesor del aislante, se ha seguido el procedimiento descrito en dicha norma, partiendo de una conductividad λ y de un espesor de referencia, y aplicando la siguiente fórmula:

$$d = \frac{D}{2}\left[ EXP\left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \bullet \ln \frac{D + 2 \bullet d_{ref}}{D} \right) - 1 \right]$$

donde:

λref : conductividad térmica de referencia, igual a 0,04 W/(m·K) a 10 °C.

λ: conductividad térmica del material empleado, en W/(m·K)

dref : espesor mínimo de referencia, en mm

d: espesor mínimo del material empleado, en mm

D: diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro exterior de la tubería, en mm

In: logaritmo neperiano (base 2,7183...)

EX: significa el número neperiano elevado a la expresión entre paréntesis

| CÁLCULO DEL AISLANTE PARA LAS TUBERÍAS (INT. EDIFICIOS) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Temperatura máxima del agua | | | 61-100 | ºC |
| λ de referencia según RITE | | | 0,04 | W/m.K |
| Tramo | Ø int aislante (mm) | λ aislante (W/m.K) | Espesor de referencia (mm) | Espesor mín. a instalar (mm) |
| KA | 18 | 0,05 | 25 | 38,40 |
| A-B | 18 | 0,05 | 25 | 38,40 |
| B-C | 18 | 0,05 | 25 | 38,40 |
| C-D | 16 | 0,05 | 25 | 39,03 |
| D-E | 15 | 0,05 | 25 | 39,39 |
| E-F | 15 | 0,05 | 25 | 39,39 |
| F-G | 14 | 0,05 | 25 | 39,79 |
| G-H | 12 | 0,05 | 25 | 40,74 |
| H-I | 12 | 0,05 | 25 | 40,74 |
| I-J | 10 | 0,05 | 25 | 41,95 |
| K'-A' | 18 | 0,05 | 25 | 38,40 |
| A'-B' | 18 | 0,05 | 25 | 38,40 |
| B'-C' | 18 | 0,05 | 25 | 38,40 |
| C'-D' | 16 | 0,05 | 25 | 39,03 |
| D'-E' | 15 | 0,05 | 25 | 39,39 |
| E'-F' | 15 | 0,05 | 25 | 39,39 |
| F'-G' | 14 | 0,05 | 25 | 39,79 |
| G'-H' | 12 | 0,05 | 25 | 40,74 |
| H'-I' | 12 | 0,05 | 25 | 40,74 |
| I'-J' | 10 | 0,05 | 25 | 41,95 |

## 7. SELECCIÓN DE LA CALDERA

Se ha estimado la potencia de la caldera en base a la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{P_caldera = (P_emisores + P_tuberías) \cdot A}$$

Donde:

***P_emisores*** es la potencia instalada total de los radiadores.

***P_tuberías*** son las pérdidas de calor en las tuberías, que según el RITE (IT 1.2.4.2.1.1) no han de ser mayores al 4% de la potencia máxima.

***A*** es el aumento por inercia, que se toma entre un 10% y un 20%.

| **Selección de la caldera** | | |
|---|---|---|
| Potencia emisores | 7314,59 | Kcal/h |
| P tuberías (4% de Q emisores) | 292,58 | Kcal/h |
| Aumento por inercia | 120,00% | |
| Total Potencia necesaria | 9128,60 | Kcal/h |
| Total Potencia necesaria | 10,61 | Kw |
| **Marca y modelo de la caldera elegida** | Saunier Duval Themafast 25 | |
| **Potencia caldera elegida** | 18,1 | Kw |
| **Capacidad del vaso de expansión** | 8 | litros |

## THEMAFAST Condens

| | Ud | 30 | 25 |
|---|---|---|---|
| Referencia | GN/GP[1] | 0010019545 | 0010019544 |
| Tipo de gas | | II2H3P | II2H3P |
| Caudal de gas a Pmax. (G20) | m³/h | 3,238 | 2,698 |
| | | | |
| Calefacción | | | |
| Potencia útil (50/30 °C) | kW | 6,6 - 26,7 | 5,4 - 19,6 |
| Potencia útil (80/60 °C) | kW | 5,9 - 24,5 | 4,9 - 18,1 |
| Rendimiento s/PCI (50/30 °C) G20 | % | 106,8 | 106,2 |
| Rendimiento s/PCI (80/60 °C) G20 | % | 97,7 | 97,7 |
| Temperatura | °C | 10 / 80 | 10 / 80 |
| Máxima presión de trabajo | MPa/bar | 0,3 / 3 | 0,3 / 3 |
| Caudal de condensados a Pmax | l/h | 2,85 | 2,70 |
| Capacidad del vaso de expansión | L | 8 | 8 |
| | | | |
| Agua caliente sanitaria | | | |
| Potencia útil | kW | 6,1 - 30,6 | 5,1 - 25,5 |
| Ajuste de temperatura | °C | 38 - 60 | 38 - 60 |
| Caudal mínimo | L/min. | 1,5 | 1,5 |
| Caudal específico EN 13.203 (ΔT 25 °C) | L/min. | 17,4 | 14,6 |
| Máxima presión de agua admisible | MPa/bar | 1 / 10 | 1 / 10 |
| Volumen del acumulador de ACS | L | 3 | 3 |
| | | | |
| Evacuación de humos | | | |
| Longitud máx. horizontal C13 60/100 | m | 10 | 10 |
| Longitud máx. horizontal C13 80/125 | m | 25 | 25 |
| Longitud máx. doble flujo C83 80/80 | m | 2x20 | 2x20 |
| | | | |
| Circuito eléctrico | | | |
| Máximo consumo | W | 143 | 137 |
| Protección | - | IPX5 | IPX5 |
| | | | |
| Otros datos | | | |
| Ø Tubo evacuación de válvula seguridad | mm | 13,5 | 13,5 |
| Ø Tubo evacuación de condensados | mm | 14,0 | 14,0 |
| | | | |
| Dimensiones y peso | | | |
| Anchura | mm | 418 | 418 |
| Profundidad | mm | 344 | 344 |
| Altura | mm | 740 | 740 |
| Peso de montaje | kg | 39 | 38,4 |

1) La caldera viene ajustada para Gas Natural. Para Propano es necesario ajustar la regulación con una sencilla y rápida manipulación del mecanismo de gas.

## 8. CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN

Se han realizado los siguientes cálculos:

$$\boldsymbol{Volumen\ del\ V_}\mathbf{exp} = \Delta \boldsymbol{V} \cdot \frac{\boldsymbol{Pmax}}{\boldsymbol{Pmax} - \boldsymbol{Pmin}}$$

$\Delta \boldsymbol{V} = Volumen\ de\ agua\ de\ la\ instalación\ \cdot Coeficiente\ de\ expansión$

***Pmax*** *= Presión máxima absoluta del circuito = Presión de tarado de la válvula de seguridad de la caldera ≈ 4 bar.*

***Pmin*** *= Presión mínima absoluta del circuito = Altura manométrica del circuito + 0,5 bar (para asegurar que no entre aire por las partes altas del circuito, según* UNE 100155:2004).

*En este caso, y dado que la altura manométrica es prácticamente despreciable, hemos tomado Pmin = 1,5 bar.*

Para determinar el coeficiente de expansión, se debe buscar en la tabla con la temperatura media del agua de la instalación.

$$\boldsymbol{T^{a}\ media} = \frac{T^{a}\ impulsión + T^{a}\ retorno}{2} = \frac{70^{o}C + 50^{o}C}{2} = \boldsymbol{60^{o}C}$$

| Coeficiente de Expansion | |
|---|---|
| Temp. Agua ºC | Ce |
| 30 | 0,00328 |
| 40 | 0,00656 |
| 50 | 0,01050 |
| 60 | 0,01510 |
| 70 | 0,02040 |
| 80 | 0,02620 |
| 90 | 0,03280 |
| 100 | 0,04000 |

| Cálculo del volumen de agua en los radiadores | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Dependencia** | **Modelo elegido** | **Nº Elementos** | **Volumen por elemento (litros)** | **Volumen total (litros)** |
| Sala de estar- comedo | BAXI ROCA CONDAL 80 | 20 | 0,4 | 8,00 |
| Dormitorio 1 | BAXI ROCA CONDAL 80 | 16 | 0,4 | 6,40 |
| Dormitorio 2 | BAXI ROCA CONDAL 80 | 11 | 0,4 | 4,40 |
| Dormitorio 3 | BAXI ROCA CONDAL 80 | 12 | 0,4 | 4,80 |
| Cocina | BAXI ROCA CONDAL 70 | 11 | 0,35 | 3,85 |
| Vestíbulo | BAXI ROCA CONDAL 70 | 7 | 0,35 | 2,45 |
| Aseo 1 | BAXI ROCA CONDAL 70 | 4 | 0,35 | 1,40 |
| Aseo 2 | BAXI ROCA CONDAL 70 | 4 | 0,35 | 1,40 |
| | | | Volumen total | **32,70** |

| Volumen de agua en la instalación | | |
|---|---|---|
| Volumen de agua en las tuberías internas de la caldera | 1,00 | litros |
| Volumen de agua en acumular interno de la caldera (si lo hay) | 3,00 | litros |
| Volumen de agua en tuberías | 8,03 | litros |
| Volumen de agua en radiadores | 32,70 | litros |
| Volumen de agua total en la instalación | **44,73** | litros |

| Cálculo del Vaso de Expansión | | |
|---|---|---|
| Presión máxima (absoluta) | 4,00 | bar |
| Presión mínima (absoluta) | 1,50 | bar |
| Volumen de agua en la instalación | 44,73 | litros |
| Temperatura media del agua | 60 | ºC |
| Coeficiente de expansión | 0,01510 | |
| Volumen del vaso de expansión | 1,08 | litros |

Como el vaso de expansión interno de la caldera es de 8 litros, tenemos más que suficiente.

## 9. SELECCIÓN DE LA BOMBA DE RECIRCULACIÓN

Para seleccionar la bomba necesitamos dos parámetros:

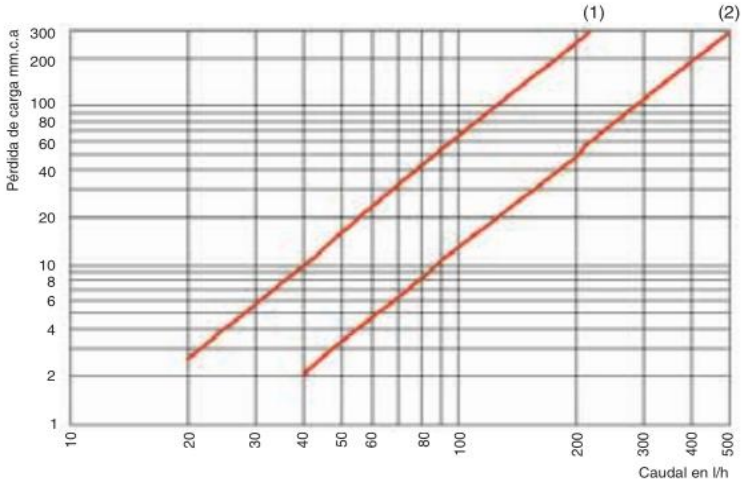
a) El **caudal total** de agua de la instalación.

b) La **pérdida de carga** total de la instalación, que será la **del circuito más desfavorable**, y que deberá tener en cuenta las pérdidas de carga en la caldera, en las tuberías y accesorios, y en el radiador mayor (incluidas las válvulas del mismo).

Es preciso recurrir a las curvas de pérdida de carga que proporcionan los fabricantes para aportar cierta exactitud a los cálculos.

**RADIADORES DE ALUMINIO**

**Gráfico pérdida de carga**

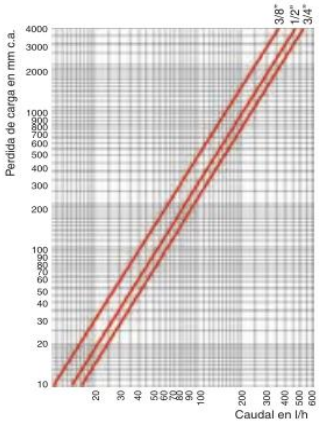



(1) Instalación bitubo
(2) Instalación monotubo con llave totalmente abierta (45% a radiador y 55% al by-pass)

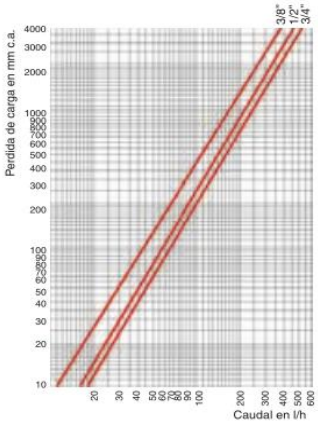
**Gráficos de pérdida de carga de la llave MONOGIRO NT Termostática (rosca hembra) y MONOGIRO 1/2" M16 y M18 Termostática (rosca macho)**

La pérdida de carga de los gráficos, corresponde a un diferencial de temperatura de 2°C, entre la temperatura seleccionada en el cabezal y la del ambiente.

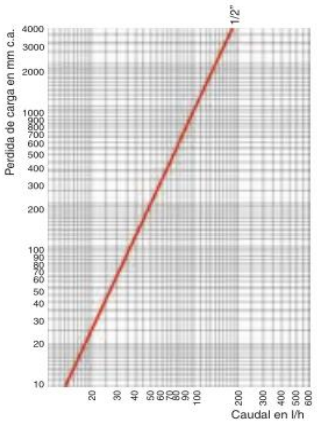
**Llave paso escuadra (rosca hembra y macho)**



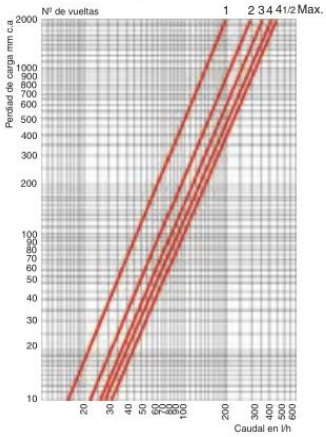

**Llave paso recto (rosca hembra y macho)**



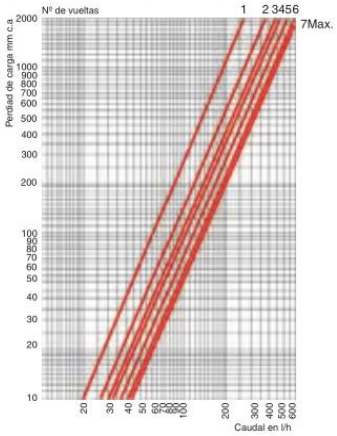

**Llave cromada 1/2" E 13-15 (rosca macho)**



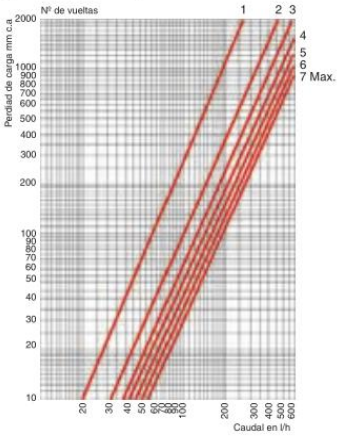
**Detentor 3/8" recto (rosca hembra)**




**Detentor 1/2" recto (rosca hembra y macho)**




**Detentor 3/4" recto (rosca hembra)**




| Selección de la Bomba | | |
|---|---|---|
| Pérdida de carga en la caldera | 1000,00 | mmca |
| Pérdida de carga en tubería + accesorios | 1534,34 | mmca |
| Pérdida de carga en el radiador mayor (mayor caudal) | 170,00 | mmca |
| Pérdida de carga total | 2704,34 | mmca |
| Pérdida de carga total | 27,04 | KPa |
| Caudal total en el circuito de calefacción | 365,73 | l/h |

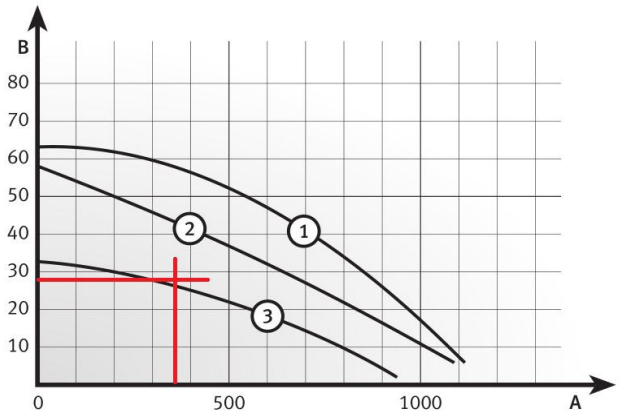
**La bomba que incorpora la caldera es apropiada para el circuito de radiadores calculado**

En rojo se muestra el punto de intersección entre:

Pérdida de carga total del circuito: 27,04 KPa

Caudal total del circuito: 365,73 l/h

Curvas de presión disponible de la bomba del circuito de calefacción




1 Velocidad máxima, **bypass cerrado**

2 Velocidad máxima, **bypass abierto** (≈20%), posición de fábrica

3 Velocidad mínima, **bypass abierto** (≈20%), posición de fábrica

A Caudal de agua en el circuito de calefacción (l/h)

B Presión disponible en el circuito de calefacción (kPa)

## 10. PLANOS

Se adjuntan a continuación los siguientes planos:

**-Plano de situación.**

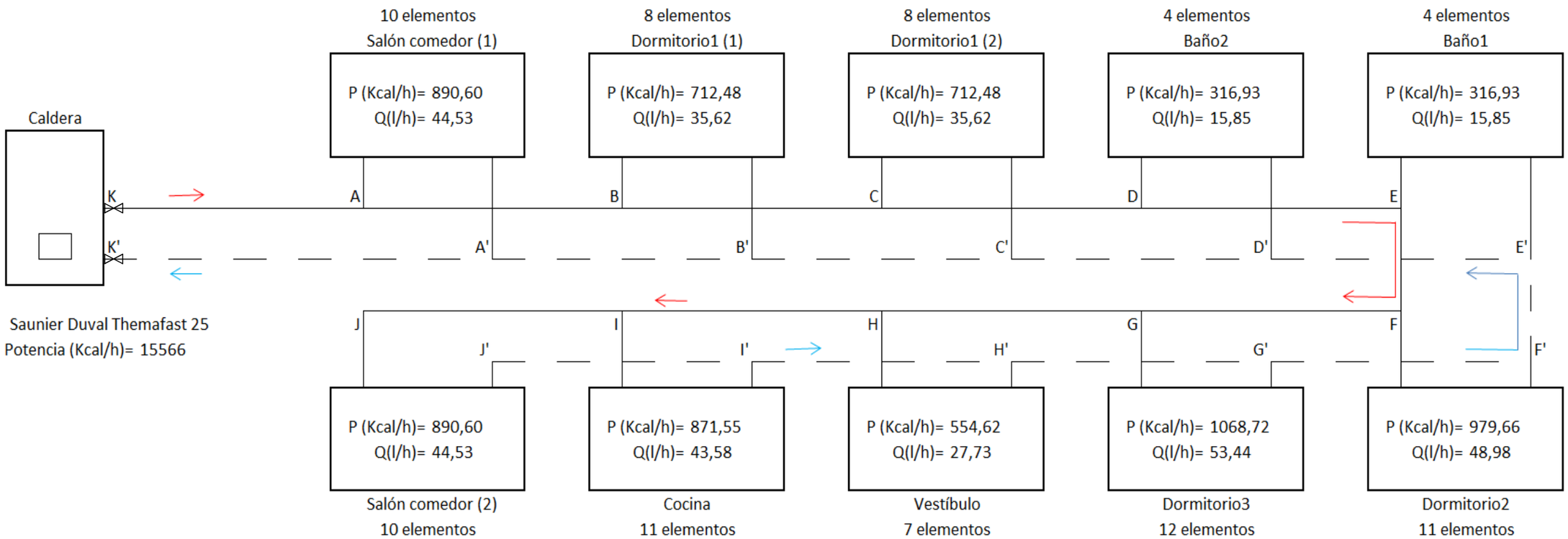
**-Plano de principio.**

**-Plano de instalación.**

**-Plano de montaje de la caldera y los radiadores.**

| PROYECTISTA | TITULAR | | |
|---|---|---|---|
| JESÚS FCO. BERNAL CASTELL | CIPFP CANASTELL | | |
| TÍTULO | FECHA | ESCALA | |
| **PLANO DE SITUACIÓN** | 01/11/2016 | | |

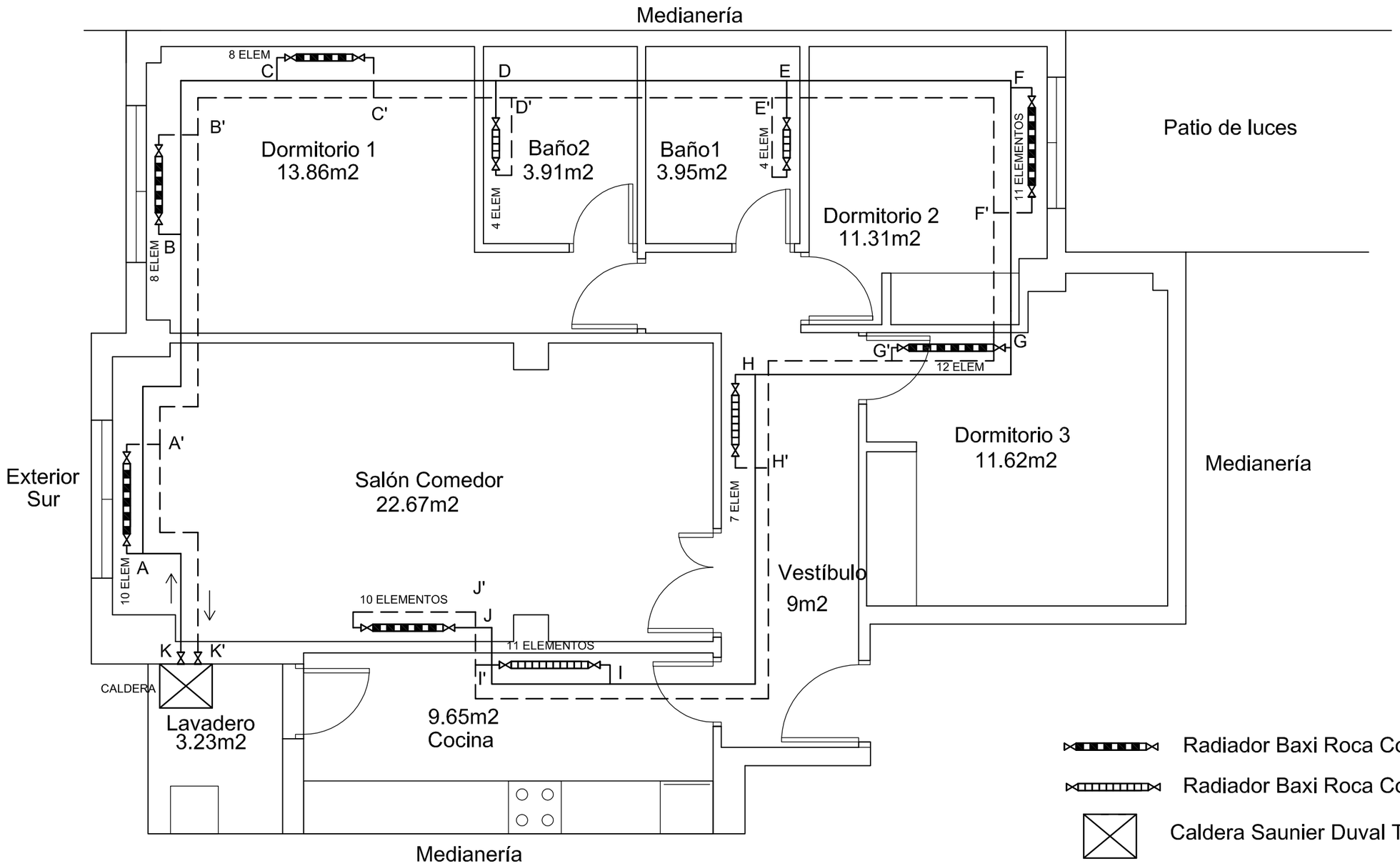
# DIAGRAMA DE PRINCIPIO




| TRAMO | LONG (m) | Cu Ø ext (mm) | TRAMO | LONG (m) | Cu Ø ext (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| KA | 1,56 | 18 | K'A' | 2,81 | 18 |
| A-B | 4,07 | 18 | A'B' | 3,96 | 18 |
| B-C | 2,85 | 18 | B'C' | 2,43 | 18 |
| C-D | 2,5 | 16 | C'D' | 1,57 | 16 |
| D-E | 3,32 | 15 | D'E' | 2,97 | 15 |
| E-F | 2,64 | 15 | E'F' | 3,84 | 15 |
| F-G | 2,97 | 14 | F'G' | 2,85 | 14 |
| G-H | 3,23 | 12 | G'H' | 2,63 | 12 |
| H-I | 5,19 | 12 | H'I' | 6,35 | 12 |
| I-J | 1,99 | 10 | I'J' | 0,6 | 10 |

**SALÓN Y DORMITORIOS: RADIADORES BAXI ROCA CONDAL 80**
**RESTO DE LA VIVIENDA: RADIADORES BAXI ROCA CONDAL 70**

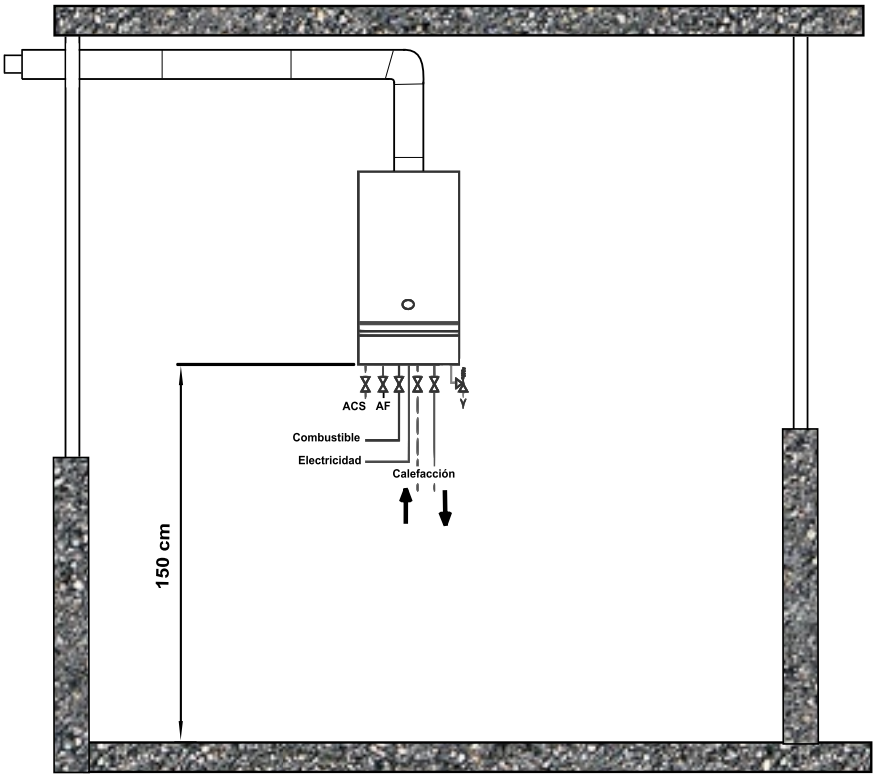
| PROYECTISTA | TITULAR | | |
|---|---|---|---|
| JESÚS FCO. BERNAL CASTELL | CIPFP CANASTELL | | |
| TÍTULO | | FECHA | ESCALA |
| **PLANO DE PRINCIPIO BITUBO DIRECTO** | | 26/09/2016 | |



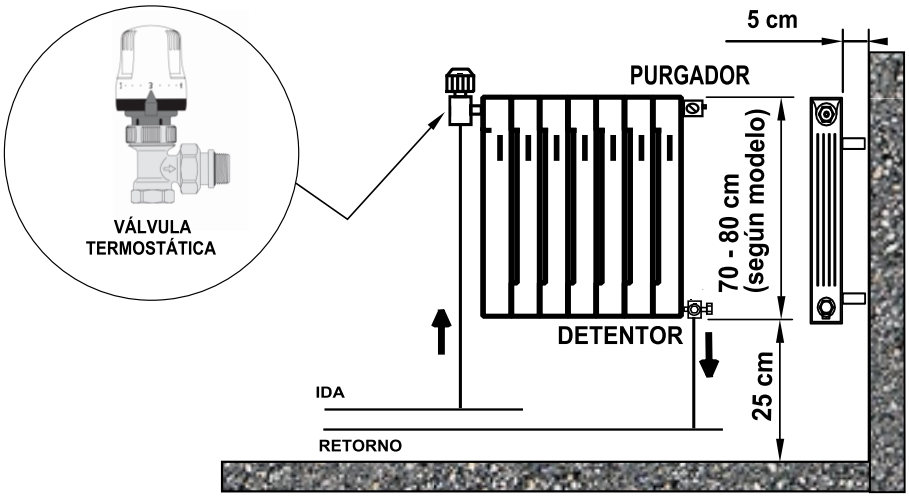

| TRAMO | LONG (m) | Cu Ø ext (mm) | TRAMO | LONG (m) | Cu Ø ext (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| KA | 1,56 | 18 | K'A' | 2,81 | 18 |
| A-B | 4,07 | 18 | A'B' | 3,96 | 18 |
| B-C | 2,85 | 18 | B'C' | 2,43 | 18 |
| C-D | 2,5 | 16 | C'D' | 1,57 | 16 |
| D-E | 3,32 | 15 | D'E' | 2,97 | 15 |
| E-F | 2,64 | 15 | E'F' | 3,84 | 15 |
| F-G | 2,97 | 14 | F'G' | 2,85 | 14 |
| G-H | 3,23 | 12 | G'H' | 2,63 | 12 |
| H-I | 5,19 | 12 | H'I' | 6,35 | 12 |
| I-J | 1,99 | 10 | I'J' | 0,6 | 10 |

| PROYECTISTA | TITULAR | | |
|---|---|---|---|
| JESÚS FCO. BERNAL CASTELL | CIPFP CANASTELL | | |
| TÍTULO | | FECHA | ESCALA |
| Plano instalación bitubo directo | | 26/09/2016 | 1:50 |

## CALDERA SAUNIER DUVAL THEMAFAST 25




## RADIADORES BAXI ROCA CONDAL 70 Y 80




| NOMBRE | FECHA | PETICIONARIO |
|---|---|---|
| JESUS FRANCISCO BERNAL CASTELL | 01/11/2016 | CIPFPCANASTELL |

| | | |
|---|---|---|
| | **MONTAJE CALDERA Y RADIADORES**<br>**INSTALACIÓN BITUBO DIRECTO** | ESCALA |