



Proba de

Código

# **Carné profesional de instalacións térmicas de edificios**

CIT

Parte 2. Proba práctica



# 1. Formato da proba

---

## Formato

- A proba consta de catro problemas.

## Puntuación

- 10 puntos.

## Duración

- Tempo estimado para responder: 60 minutos.

## Materiais e instrumentos que se poden empregar durante a proba

- Bolígrafo con tinta negra ou azul.
- Regulamento técnico publicado no BOE (sen anotacións).
- Calculadora científica, excepto as que sexan programables, gráficas ou con capacidade para almacenar e transmitir datos.

## Advertencias para as persoas participantes

- Cumprirá desenvolver o conxunto ou secuencia de operacións ordenadas que dan lugar ao resultado final ou a xustificación razoada da resposta, se se require na cuestión algún argumento de reflexión. En caso contrario, non se puntuará o exercicio.
- Os exames non deben levar ningún tipo de marca nin texto que poidan identificar a persoa candidata, agás nos espazos reservados para a súa identificación.



## 2. Exercicios

---

### Problema 1 [2 puntos: 1 cada cuestión]

Debemos realizar o cambio dun vaso de expansión nunha instalación de calefacción que incorpora unha caldeira de gasóleo de condensación con AQS.

*Debemos realizar el cambio de un vaso de expansión en una instalación de calefacción que incorpora una caldera de gasoil de condensación con ACS.*

#### 1. Calcule o aumento de volume $\Delta V$ que se produce na auga da instalación coñecendo os seguintes datos:

---

*Calcule el aumento de volumen  $\Delta V$  que se produce en el agua de la instalación conociendo los siguientes datos:*

- Temperatura máxima da instalación  $T_{MAX}=75\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - Temperatura mínima da instalación  $T_{MIN}=10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - Volume de auga contida na instalación a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ :  $Q=3750$  litros.
  - Volume específico da auga a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$   $Ve_{10}=1,00027$  litros/kg.
  - Volume específico da auga a  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$   $Ve_{75}=1,0258$  litros/kg.
- *Temperatura máxima de la instalación  $T_{MAX}=75\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*
  - *Temperatura mínima de la instalación  $T_{MIN}=10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*
  - *Volumen de agua contenida en la instalación a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ :  $Q=3750$  litros.*
  - *Volumen específico del agua a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$   $Ve_{10}=1,00027$  litros/kg.*
  - *Volumen específico del agua a  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$   $Ve_{75}=1,0258$  litros/kg.*

#### 2. Tendo en consideración que o vaso é pechado, que a presión relativa máxima de funcionamento ( $Pe$ ) da instalación é de 2,7 bar e que a presión relativa de precarga ( $Pp$ ) do vaso de expansión é de 1,5 bar, calcule cal debe ser o volume necesario do vaso de expansión.

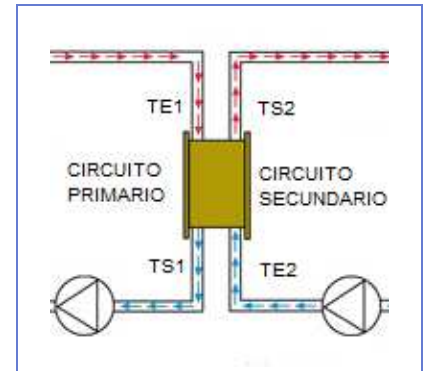
---

*Teniendo en consideración que el vaso es cerrado, que la presión relativa máxima de funcionamiento ( $Pe$ ) de la instalación es de 2,7 bar y que la presión relativa de precarga ( $Pp$ ) del vaso de expansión es de 1,5 bar, calcule cuál debe ser el volumen necesario del vaso de expansión.*

**Problema 2** [2 puntos: 1 cada cuestión]

Para unha instalación solar térmica situada na provincia de Ourense, que funciona segundo o esquema adxunto, cómpre coñecermos os parámetros de funcionamento que se indican a seguir:

*Para una instalación solar térmica situada en la provincia de Ourense, que funciona según el esquema adjunto necesitamos conocer los parámetros de funcionamiento que se indican a continuación:*



1. Calcule o rendemento do intercambiador de placas que temos instalado tendo en conta as temperaturas de entrada e saída que se indican na figura adxunta.

*Calcule el rendimiento del intercambiador de placas que tenemos instalado teniendo en cuenta las temperaturas de entrada y salida que se indican en la figura adjunta.*

- Temperatura de entrada do primario (TE1): 52 °C.
  - Temperatura de saída do primario (TS1): 37 °C.
  - Temperatura de entrada do secundario (TE2): 32 °C.
  - Temperatura de saída do secundario (TS2): 44 °C.
- 
- *Temperatura de entrada del primario (TE1): 52 °C.*
  - *Temperatura de salida del primario (TS1): 37 °C.*
  - *Temperatura de entrada del secundario (TE2): 32 °C.*
  - *Temperatura de salida del secundario (TS2): 44 °C.*

2. Calcule a potencia térmica transmitida no circuito primario tendo en conta que o caudal da bomba é de 5,5 m<sup>3</sup>/hora. Consideramos que a calor específica da auga C<sub>e</sub>= 1 kcal/kg °C e a súa densidade ρ= 1 kg/l.

*Calcule la potencia térmica transmitida en el circuito primario teniendo en cuenta que el caudal de la bomba es de 5,5 m<sup>3</sup>/hora. Consideramos que el calor específico del agua C<sub>e</sub>= 1 kcal/kg °C y su densidad ρ =1 kg/l.*

### Problema 3 [3 puntos]

Nun local situado na cidade de Ourense, quérense manter as seguintes condicións ambientais empregando un climatizador auga-aire:

- A temperatura para manter no local é  $T_2 = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  e humidade relativa  $HR_2 = 60\text{ }\%$ .
- A temperatura exterior é  $T_1 = 29\text{ }^{\circ}\text{C}$  e a humidade relativa  $HR_1 = 70\text{ }\%$ .
- A calor sensible efectiva do local é  $Q_{se} = 15000\text{ kcal/h}$ .
- A calor latente efectiva do local é  $Q_{le} = 5000\text{ kcal/h}$ .
- O factor bypass da batería é  $FB = 0,2$ .
- O caudal de aire que atravesa o climatizador é  $C_{batería} = 1000\text{ m}^3/\text{h}$ .
- O caudal de retorno de aire é o 30 % do caudal do climatizador.

Calcule cal debe ser a temperatura do aire á saída dese climatizador  $T_{saída\ climatizador}$  tendo en conta que:

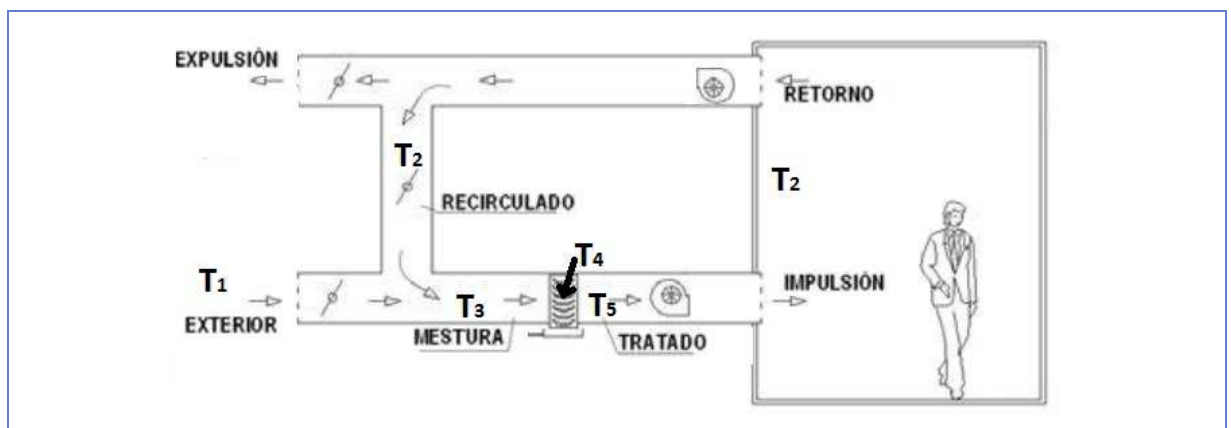
- $FB = (T_{saída\ climatizador} - T_{batería\ climatizador}) / (T_{entrada\ climatizador} - T_{batería\ climatizador})$
- Factor de calor sensible efectivo  $F_{cs} = Q_{se} / (Q_{se} + Q_{le})$

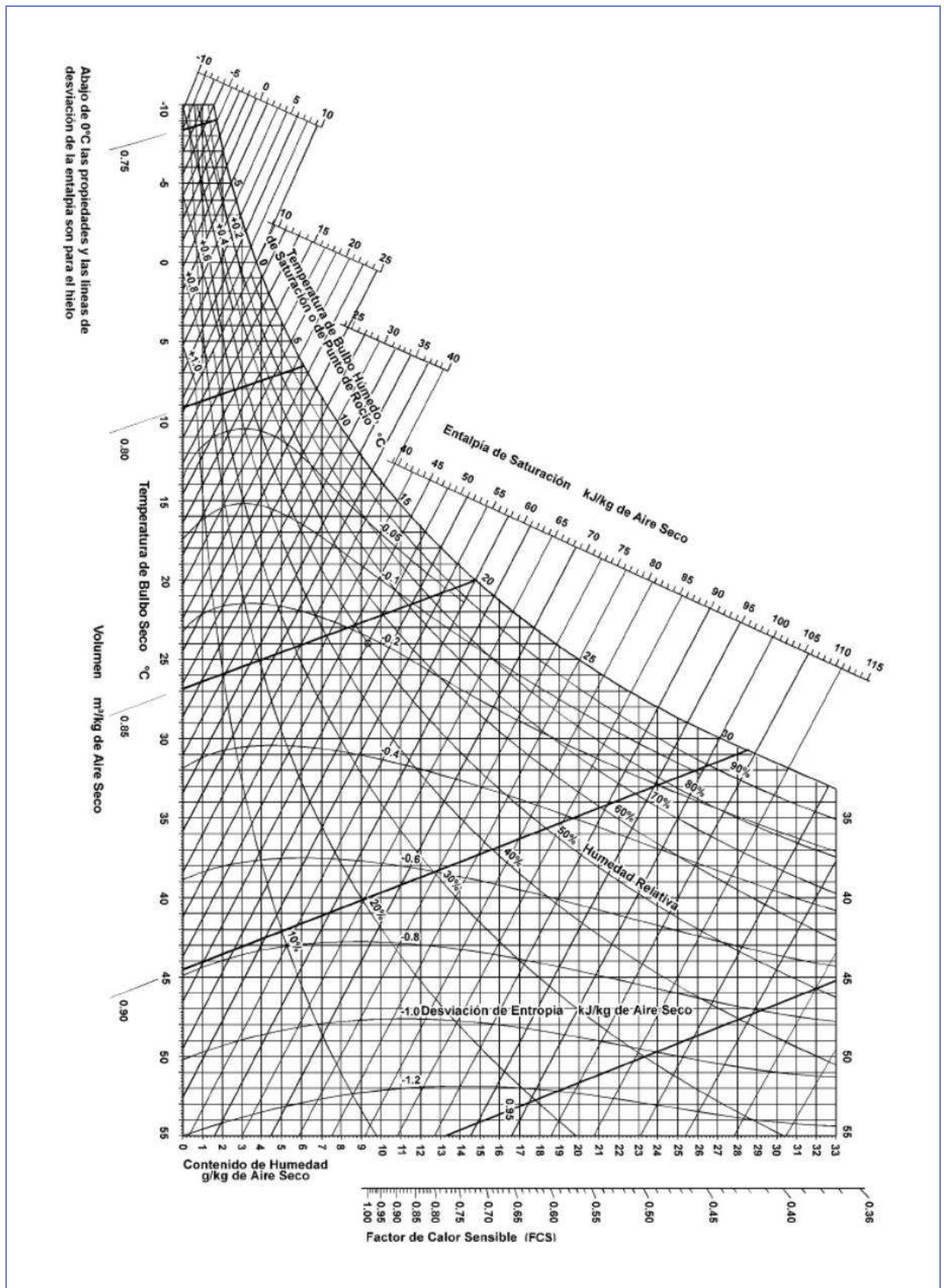
*En un local situado en la ciudad de Ourense, se quieren mantener las siguientes condiciones ambientales empleando un climatizador agua-aire:*

- *La temperatura a mantener en el local es  $T_2=25\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa  $HR_2 = 60\text{ }\%$ .*
- *La temperatura exterior es  $T_1=29\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa  $HR_1 = 70\text{ }\%$ .*
- *El calor sensible efectivo del local es  $Q_{se}=15000\text{ kcal/h}$ .*
- *El calor latente efectivo del local es  $Q_{le}=5000\text{ kcal/h}$ .*
- *El factor bypass de la batería es  $FB=0,2$ .*
- *El caudal de aire que atraviesa el climatizador es  $C_{batería}=1000\text{ m}^3/\text{h}$ .*
- *El caudal de retorno del aire es el 30% del caudal del climatizador.*

*Calcule cuál debe ser la temperatura del aire a la salida de ese climatizador  $T_{salida\ climatizador}$  teniendo en cuenta que:*

- $FB = (T_{salida\ climatizador} - T_{batería\ climatizador}) / (T_{entrada\ climatizador} - T_{batería\ climatizador})$
- $\text{Factor de calor sensible efectivo} = F_{cs} = Q_{se} / (Q_{se} + Q_{le})$







**Problema 4** [3 puntos: 1 cada cuestión]

O pechamento exterior dun edificio componse destes elementos enumerados de interior a exterior:

- 1,5 cm de revocadura de xeso.
- 14 cm de ladrillo perforado.
- 4 cm de panel de poliestireno.
- 14 cm de ladrillo macizo.

A temperatura do aire interior  $T_{\text{int}} = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$  e a do aire exterior  $T_{\text{ext}} = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A superficie do pechamento é  $S = 10\text{ m}^2$ .

Cómpre ademais ter en conta:

- Resistencia térmica superficial interior do pechamento:  $R_{\text{si}} = 0,13\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
- Resistencia térmica superficial exterior do pechamento:  $R_{\text{se}} = 0,04\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
- Coeficiente de condutividade térmica do xeso:  $\lambda_{\text{xesos}} = 0,40\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Coeficiente de condutividade térmica do ladrillo perforado:  $\lambda_{\text{lad. perforado}} = 0,35\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Coeficiente de condutividade térmica do poliestireno:  $\lambda_{\text{poliestireno}} = 0,030\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Coeficiente de condutividade térmica do ladrillo macizo:  $\lambda_{\text{lad. macizo}} = 0,85\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

*Un cerramiento exterior de un edificio se compone de estos elementos enumerados de interior a exterior:*

- 1,5 cm de enlucido de yeso.
- 14 cm de ladrillo perforado.
- 4 cm de panel de poliestireno.
- 14 cm de ladrillo macizo.

*La temperatura del aire interior  $T_{\text{int}} = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la del aire exterior  $T_{\text{ext}} = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La superficie del cerramiento es  $S = 10\text{ m}^2$ .*

*Es necesario tener en cuenta además:*

- Resistencia térmica superficial interior del cerramiento:  $R_{\text{si}} = 0,13\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
- Resistencia térmica superficial exterior del cerramiento:  $R_{\text{se}} = 0,04\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
- Coeficiente de conductividad térmica del yeso:  $\lambda_{\text{yeso}} = 0,40\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Coeficiente de conductividad térmica del ladrillo perforado:  $\lambda_{\text{lad. perforado}} = 0,35\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Coeficiente de conductividad térmica del poliestireno:  $\lambda_{\text{poliestireno}} = 0,030\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Coeficiente de conductividad térmica del ladrillo macizo:  $\lambda_{\text{lad. macizo}} = 0,85\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

**1. Calcule a transmitancia térmica do pechamento.** [1 punto]

*Calcule la transmitancia térmica del cerramiento.* [1 punto]

**2. Calcule as perdas de calor a través do pechamento.** [1 punto]

*Calcule las pérdidas de calor a través del cerramiento.* [1 punto]

**3. Determine as temperaturas superficiais da cara interna e externa do pechamento.** [1 punto]

*Determine las temperaturas superficiales de la cara interna y externa del cerramiento.* [1 punto]





## 3. Solucións

### Problema 1

#### Cuestión 1

$$E = V_{e75} - V_{e10} = 1,0258 \text{ litros/kg} - 1,00027 \text{ litros/kg} = 0,0255 \text{ litros/kg.}$$

Sendo:

- $E$  = Volume específico de expansión.
- $V_{e10}$  = Volume específico da auga a 10 °C = 1,00027 litros/kg.
- $V_{e75}$  = Volume específico da auga a 75 °C = 1,0258 litros/kg.

$$\Delta V = Q \cdot (1/V_{e10}) \cdot E = 3750 \text{ litros} \cdot (1/1,00027 \text{ litros/kg}) \cdot 0,0255 \text{ litros/kg} = 95,60 \text{ litros.}$$

Sendo:

- $\Delta V$  = Incremento de volume producido na instalación.
- $Q$  = Volume de auga a 10 °C contida na instalación  $Q=3750$  litros.
- $V_{e10}$  = Volume específico da auga a 10 °C = 1,00027 litros/kg.
- $E$  = Volume específico de expansión = 0,0255 litros/kg.

$$E = V_{e75} - V_{e10} = 1,0258 \text{ litros/kg} - 1,00027 \text{ litros/kg} = 0,0255 \text{ litros/kg}$$

Siendo:

- $E$  = Volumen específico de expansión.
- $V_{e10}$  = Volumen específico del agua a 10 °C = 1,00027 litros/kg.
- $V_{e75}$  = Volumen específico del agua a 75 °C = 1,0258 litros/kg.

$$\Delta V = Q \cdot (1/V_{e10}) \cdot E = 3750 \text{ litros} \cdot (1/1,00027 \text{ litros/kg}) \cdot 0,0255 \text{ litros/kg} = 95,60 \text{ litros.}$$

Siendo:

- $\Delta V$  = Incremento de volumen producido en la instalación.
- $Q$  = Volumen de agua a 10 °C contenida en la instalación  $Q = 3750$  litros.
- $V_{e10}$  = Volumen específico del agua a 10 °C = 1,00027 litros/kg.
- $E$  = Volumen específico de expansión = 0,0255 litros/kg.

#### Cuestión 2

$$V = \Delta V \cdot C_p = \Delta V \cdot (P_e / (P_e - P_p)) = 95,60 \text{ litros} \cdot (3,7 \text{ bar} / (3,7 - 2,5) \text{ bar}) = 294,77 \text{ litros.}$$

- $V$  = Volume necesario vaso expansión.
- $\Delta V$  = Incremento de volume producido na instalación = 95,60 litros
- Presión máxima absoluta de funcionamento  $P_e = 2,7 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 3,7 \text{ bar}$ .
- Presión absoluta de precarga  $P_p = 1,5 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 2,5 \text{ bar}$ .
- $C_p$  = Coeficiente de presión =  $(P_e / (P_e - P_p))$





$$V = \Delta V \cdot C_p = \Delta V \cdot (P_e / (P_e - P_p)) = 95,60 \text{ litros} \cdot (3,7 \text{ bar} / (3,7 - 2,5) \text{ bar}) = 294,77 \text{ litros.}$$

- $V$  = Volumen necesario vaso expansión.
- $\Delta V$  = Incremento de volumen producido en la instalación = 95,60 litros
- Presión máxima absoluta de funcionamiento  $P_e = 2,7 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 3,7 \text{ bar}$
- Presión absoluta de precarga  $P_p = 1,5 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 2,5 \text{ bar}$
- $C_p$  = Coeficiente de presión =  $(P_e / (P_e - P_p))$

## Problema 2

### Cuestión 1

$$\text{Rendemento} = \text{Eficiencia (E)} = (T_{E1} - T_{S1}) / (T_{E1} - T_{E2}) = (52^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C}) / (52^\circ\text{C} - 32^\circ\text{C}) = 0,75$$

Expresado en tanto por cento corresponde a un rendemento do 75 %.

$$\text{Rendimiento} = \text{Eficiencia (E)} = (T_{E1} - T_{S1}) / (T_{E1} - T_{E2}) = (52^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C}) / (52^\circ\text{C} - 32^\circ\text{C}) = 0,75$$

Expresado en tanto por ciento corresponde a un rendimiento del 75 %.

### Cuestión 2

Se coñecemos:

- Caudal da bomba  $Q = 5,5 \text{ m}^3/\text{hora} = 5500 \text{ litros/hora}$
- Calor específica da auga  $C_e = 1 \text{ kcal} / (\text{kg } ^\circ\text{C})$
- Densidade da auga  $\rho = 1 \text{ kg/litro}$
- Temperatura de entrada do primario  $T_{E1} = 52^\circ\text{C}$
- Temperatura de saída do primario  $T_{S1} = 37^\circ\text{C}$

Podemos calcular a potencia  $P$ :

$$P = Q \cdot C_e \cdot \rho \cdot (T_{E1} - T_{S1}) = 5500 \text{ (litros/hora)} \cdot 1 \text{ (kcal / (kg } ^\circ\text{C))} \cdot 1 \text{ (kg/litro)} \cdot (52 - 37)^\circ\text{C} = 82500 \text{ kcal/h.}$$

Tendo en conta que  $1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h}$ , daquela  $82500 \text{ kcal/h} = 95,93 \text{ kW}$

Si conocemos:

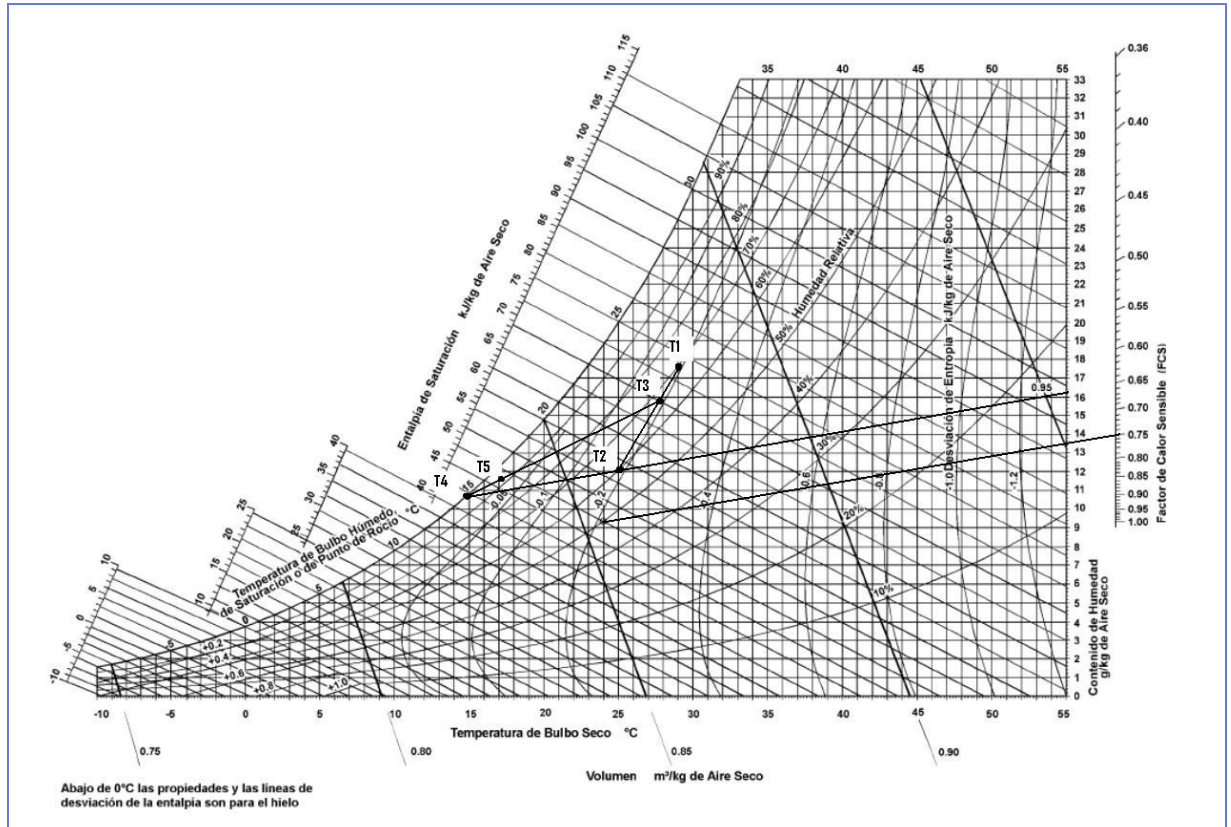
- Caudal de la bomba  $Q = 5,5 \text{ m}^3/\text{hora} = 5500 \text{ litros/hora}$
- Calor específico del agua  $C_e = 1 \text{ kcal} / (\text{kg } ^\circ\text{C})$
- Densidad del agua  $\rho = 1 \text{ kg} / \text{litro}$
- Temperatura de entrada del primario  $T_{E1} = 52^\circ\text{C}$
- Temperatura de salida del primario  $T_{S1} = 37^\circ\text{C}$

Podemos calcular la potencia  $P$ :

$$P = Q \cdot C_e \cdot \rho \cdot (T_{E1} - T_{S1}) = 5500 \text{ (litros/hora)} \cdot 1 \text{ (kcal / (kg } ^\circ\text{C))} \cdot 1 \text{ (kg / litro)} \cdot (52 - 37)^\circ\text{C} = 82500 \text{ kcal/h}$$

Teniendo en cuenta que  $1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h}$ , entonces  $82500 \text{ kcal/h} = 95,93 \text{ kW}$

### Problema 3



Tendo en conta as temperaturas e os valores de humidade relativa do interior e do exterior do local podemos representar os puntos T1 e T2 no diagrama.

Para calcularmos a  $T_{\text{batería climatizador}}$  debemos obter o valor do factor de calor sensible efectivo FCS:

$$F_{CS} = Q_{se} / (Q_{se} + Q_{le}) = 15000 \text{ kcal/h} / (15000 \text{ kcal/h} + 5000 \text{ kcal/h}) = 0,75$$

- Calor sensible efectiva do local é  $Q_{se}=15000 \text{ kcal/h}$ .
- Calor latente efectiva do local é  $Q_{le}=5000 \text{ kcal/h}$ .

Se trazamos unha paralela á recta de  $F_{CS}$  por  $P_2$  ata cortar a liña de saturación, obtemos o punto  $T_4 = 14,8^\circ\text{C}$  que corresponde a  $T_{\text{batería climatizador}}$ .

Calculamos o valor da  $T_{\text{entrada climatizador}}$  coñecendo:

- O caudal de aire que atravesa o climatizador:  $C_{\text{batería}} = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$
- A temperatura a manter no local  $T_2=25^\circ\text{C}$
- A temperatura exterior  $T_1=29^\circ\text{C}$

$$C_{\text{Total}} \cdot T_{\text{entrada climatizador}} = (0,7 \cdot C_{\text{Total}} \cdot T_1) + (0,3 \cdot C_{\text{Total}} \cdot T_2)$$

$$(1000 \text{ m}^3/\text{h}) \cdot T_{\text{entrada climatizador}} = (0,7 \cdot 1000 (\text{m}^3/\text{h}) \cdot 29^\circ\text{C}) + (0,3 \cdot 1000 (\text{m}^3/\text{h}) \cdot 25^\circ\text{C})$$

$$\text{Por tanto: } T_{\text{entrada climatizador}} = 27,8^\circ\text{C}$$

$$FB = (T_{\text{saída climatizador}} - T_{\text{batería climatizador}}) / (T_{\text{entrada climatizador}} - T_{\text{batería climatizador}})$$

$$0,2 = (T_{\text{saída climatizador}} - 14,8^\circ\text{C}) / (27,8^\circ\text{C} - 14,8^\circ\text{C}).$$

$$\text{Xa que logo: } T_{\text{saída climatizador}} = 17,4^\circ\text{C}.$$



Teniendo en cuenta las temperaturas y los valores de humedad relativa del interior y del exterior del local podemos representar los puntos T1 y T2 en el diagrama.

Para calcular la  $T_{\text{batería climatizador}}$  debemos obter el valor del Factor de calor sensible efectivo:

$$F_{CS} = Q_{se} / (Q_{se} + Q_{le}) = 15000 \text{ kcal/h} / (15000 \text{ kcal/h} + 5000 \text{ kcal/h}) = 0,75$$

- Calor sensible efectivo del local es  $Q_{se}=15000 \text{ kcal/h}$ .
- Calor latente efectivo del local es  $Q_{le}=5000 \text{ kcal/h}$ .

Si trazamos una paralela a la recta de  $F_{CS}$  por T2 hasta cortar la línea de saturación obtenemos el punto T4=14,8 °C que corresponde a  $T_{\text{batería climatizador}}$

Calculamos el valor de la  $T_{\text{entrada climatizador}}$  conociendo:

- El caudal de aire que atraviesa el climatizador:  $C_{\text{batería}}=1000 \text{ m}^3/\text{h}$
- La temperatura a mantener en el local  $T_2=25 \text{ °C}$
- La temperatura exterior  $T_1=29 \text{ °C}$

$$C_{\text{Total}} \cdot T_{\text{entrada climatizador}} = (0,7 \cdot C_{\text{Total}} \cdot T_1) + (0,3 \cdot C_{\text{Total}} \cdot T_2)$$

$$1000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot T_{\text{entrada climatizador}} = (0,7 \cdot 1000 (\text{m}^3/\text{h}) \cdot 29 \text{ °C}) + (0,3 \cdot 1000 (\text{m}^3/\text{h}) \cdot 25 \text{ °C}) =$$

$$T_{\text{entrada climatizador}} = 27,8 \text{ °C}.$$

$$FB = (T_{\text{saída climatizador}} - T_{\text{batería climatizador}}) / (T_{\text{entrada climatizador}} - T_{\text{batería climatizador}})$$

$$0,2 = (T_{\text{saída climatizador}} - 14,8 \text{ °C}) / (27,8 \text{ °C} - 14,8 \text{ °C})$$

$$\text{Por tanto: } T_{\text{saída climatizador}} = 17,4 \text{ °C}$$

## Problema 4

### Cuestión 1

Transmitancia térmica do pechamento U:

$$U = 1 / (R_{si} + (e1 / \lambda_1) + (e2 / \lambda_2) + (e3 / \lambda_3) + (e4 / \lambda_4) + R_{se}) = 1 / (0,13 + (0,015 / 0,40) + (0,14 / 0,35) + (0,04 / 0,03) + (0,14 / 0,85) + 0,04) = 0,475 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

- Resistencia térmica superficial interior do pechamento  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
- e1 = espesor da parede de xeso = 1,5 cm = 0,015 m
- Coeficiente de condutividade térmica do xeso:  $\lambda_{\text{xeso}} = 0,40 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- e2 = espesor da parede de ladrillo perforado = 14 cm = 0,14 m
- Coeficiente de condutividade térmica do ladrillo perforado:  $\lambda_{\text{ladr. perforado}} = 0,35 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- e3 = espesor da parede de poliestireno = 4 cm = 0,04 m
- Coeficiente de condutividade térmica do poliestireno:  $\lambda_{\text{poliestireno}} = 0,030 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- e4 = espesor da parede de ladrillo macizo = 14 cm = 0,14 m
- Coeficiente de condutividade térmica do ladrillo macizo:  $\lambda_{\text{ladr. macizo}} = 0,85 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- Resistencia térmica superficial exterior do pechamento  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$



*Transmitancia térmica do cerramento U:*

$$U = 1 / (R_{si} + (e1 / \lambda1) + (e2 / \lambda2) + (e3 / \lambda3) + (e4 / \lambda4) + R_{se}) = 1 / (0,13 + (0,015 / 0,40) + (0,14 / 0,35) + (0,04 / 0,03) + (0,14 / 0,85) + 0,04) = 0,475 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

- Resistencia térmica superficial interior do cerramento  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
- $e1$  = espesor da parede de yeso = 1,5 cm = 0,015 m
- Coeficiente de conductividade térmica do yeso:  $\lambda_{\text{yeso}} = 0,40 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- $e2$  = espesor da parede de ladrillo perforado = 14 cm = 0,14 m
- Coeficiente de conductividade térmica do ladrillo perforado:  $\lambda_{\text{ladr. perforado}} = 0,35 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- $e3$  = espesor da parede de poliestireno = 4 cm = 0,04 m
- Coeficiente de conductividade térmica do poliestireno:  $\lambda_{\text{poliestireno}} = 0,030 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- $e4$  = espesor da parede de ladrillo macizo = 14 cm = 0,14 m
- Coeficiente de conductividade térmica do ladrillo macizo:  $\lambda_{\text{ladr. macizo}} = 0,85 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- Resistencia térmica superficial exterior do cerramento  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

### Cuestión 2

$$Q = U \cdot S \cdot (T_i - T_e) = 0,475 \cdot 10 \cdot (294 - 276) = 85,5 \text{ W}$$

- $Q$  = Perdas de calor a través do pechamento
- $U$  = Transmitancia térmica do pechamento = 0,475 W/(m<sup>2</sup>·K)
- $S$  = Superficie do pechamento = 10 m<sup>2</sup>
- $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C} = 294 \text{ K}$
- $T_e = 3 \text{ }^\circ\text{C} = 276 \text{ K}$

$$Q = U \cdot S \cdot (T_i - T_e) = 0,475 \cdot 10 \cdot (294 - 276) = 85,5 \text{ W}$$

- $Q$  = Pérdidas de calor a través do cerramento
- $U$  = Transmitancia térmica do cerramento = 0,475 W/(m<sup>2</sup>·K)
- $S$  = Superficie do cerramento = 10 m<sup>2</sup>
- $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C} = 294 \text{ K}$
- $T_e = 3 \text{ }^\circ\text{C} = 276 \text{ K}$

### Cuestión 3

Se coñecemos:

- $Q$  = perdas de calor a través do pechamento = 85,5 W
- $S$  = superficie do pechamento = 10 m<sup>2</sup>
- $T_i = 21 \text{ }^\circ\text{C} = 294 \text{ K}$
- $T_e = 3 \text{ }^\circ\text{C} = 276 \text{ K}$
- Resistencia térmica superficial interior do pechamento  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
- Resistencia térmica superficial exterior do pechamento  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$



Podemos calcular:

- a) Temperatura superficial da cara interna do pechamento T<sub>1</sub>:

$$Q = S \cdot (T_i - T_1) / R_{si}$$

$$85,5 = 10 \cdot (294 - T_1) / 0,13$$

$$T_1 = 292,89 \text{ K} = 19,89 \text{ °C}$$

- b) Temperatura superficial da cara externa do pechamento T<sub>2</sub>:

$$Q = S \cdot (T_2 - T_e) / R_{se}$$

$$85,5 = 10 \cdot (T_2 - 276) / 0,04$$

$$T_2 = 276,34 \text{ K} = 3,34 \text{ °C}$$

*Si conocemos:*

- $Q = \text{pérdidas de calor a través del cerramiento} = 85,5 \text{ W}$
- $S = \text{superficie del cerramiento} = 10 \text{ m}^2$
- $T_i = 21 \text{ °C} = 294 \text{ K}$
- $T_e = 3 \text{ °C} = 276 \text{ K}$
- Resistencia térmica superficial interior del cerramiento  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Resistencia térmica superficial exterior del cerramiento  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

*Podemos calcular:*

- a) Temperatura superficial de la cara interna del cerramiento T<sub>1</sub>:

$$Q = S \cdot (T_i - T_1) / R_{si}$$

$$85,5 = 10 \cdot (294 - T_1) / 0,13$$

$$T_1 = 292,89 \text{ K} = 19,89 \text{ °C}$$

- b) Temperatura superficial de la cara externa del cerramiento T<sub>2</sub>:

$$Q = S \cdot (T_2 - T_e) / R_{se}$$

$$85,5 = 10 \cdot (T_2 - 276) / 0,04$$

$$T_2 = 276,34 \text{ K} = 3,34 \text{ °C}$$