

---

Proba para a obtención da habilitación profesional

# Instalador/ora de gas

## Categoría A

---

IGA

Parte 2. Proba práctica



# 1. Formato da proba

---

## Formato

- A proba constará de un problema.

## Puntuación

- 10 puntos.

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

- Bolígrafo con tinta negra ou azul.
- Calculadora científica, excepto as que sexan programables, gráficas ou con capacidade para almacenar e transmitir datos.

## Duración

- Tempo estimado para responder: 60 minutos.

## Advertencias para as persoas participantes

- Cumprirá que se desenvolva o conxunto ou a 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. Exercicio

### Problema 1 [1 puntos]

O esquema da figura representa unha nova instalación receptora que dá servizo a un edificio xa construído de catro plantas con dúas vivendas por planta, oito en total. Cada unha das instalacións individuais alimenta unha caldeira mixta de 21,25 kW, un forno independente de 3,65 kW e unha cociña de mesado de 6,45 kW (potencias referidas ao PCI). A instalación está conectada a unha rede de distribución de gas natural con MOP de 5 bar.

O armario de regulación que alimenta a instalación ten unha presión de saída de 50 mbar (+-10 %) e é necesario asegurar na entrada dos reguladores de abonado situados no inicio da instalación individual unha presión de 25 mbar.

A presión de saída do regulador é de 20 mbar (+-10%) e o contador ten unha perda de carga de 0,5 mbar.

O armario de regulación ten unha presión de saída de 55 mbar e está situado no muro de fachada do edificio (límite de propiedade), polo que o tramo desde a chave de acometida ata o armario de regulación será de polietileno. O resto da instalación a partir do armario de regulación que está instalado na fachada do edificio será en cobre.

Responda ás cuestións propostas tendo en conta os datos de funcionamento que se indican:

- A presión atmosférica media na zona é de 1,01 bar.
- $PCS_{\text{Gas Natural}} = 12,2 \text{ kWh/m}^3(\text{n}) = 10500 \text{ kcal/m}^3(\text{n})$ .
- Densidade de cálculo ( $d_s$ ) = 0,62.
- A instalación funciona con gas seco.
- Presión de garantía na chave de acometida ( $P_g$ ) = 1 bar.
- Presión mínima en B ( $P_B$ )=0,75 bar.
- Presión mínima admisible na chave do aparello individual ( $P_{\text{min}}$ ) = 17 mbar.

*El esquema de la figura representa una nueva instalación receptora que da servicio a un edificio ya construido de cuatro plantas con dos viviendas por planta, ocho en total. Cada una de las instalaciones individuales alimenta una caldera mixta de 21,25 kW, un horno independiente de 3,65 kW y una encimera de 6,45 kW (potencias referidas al PCI). La instalación está conectada a una red de distribución de gas natural con MOP de 5 bar.*

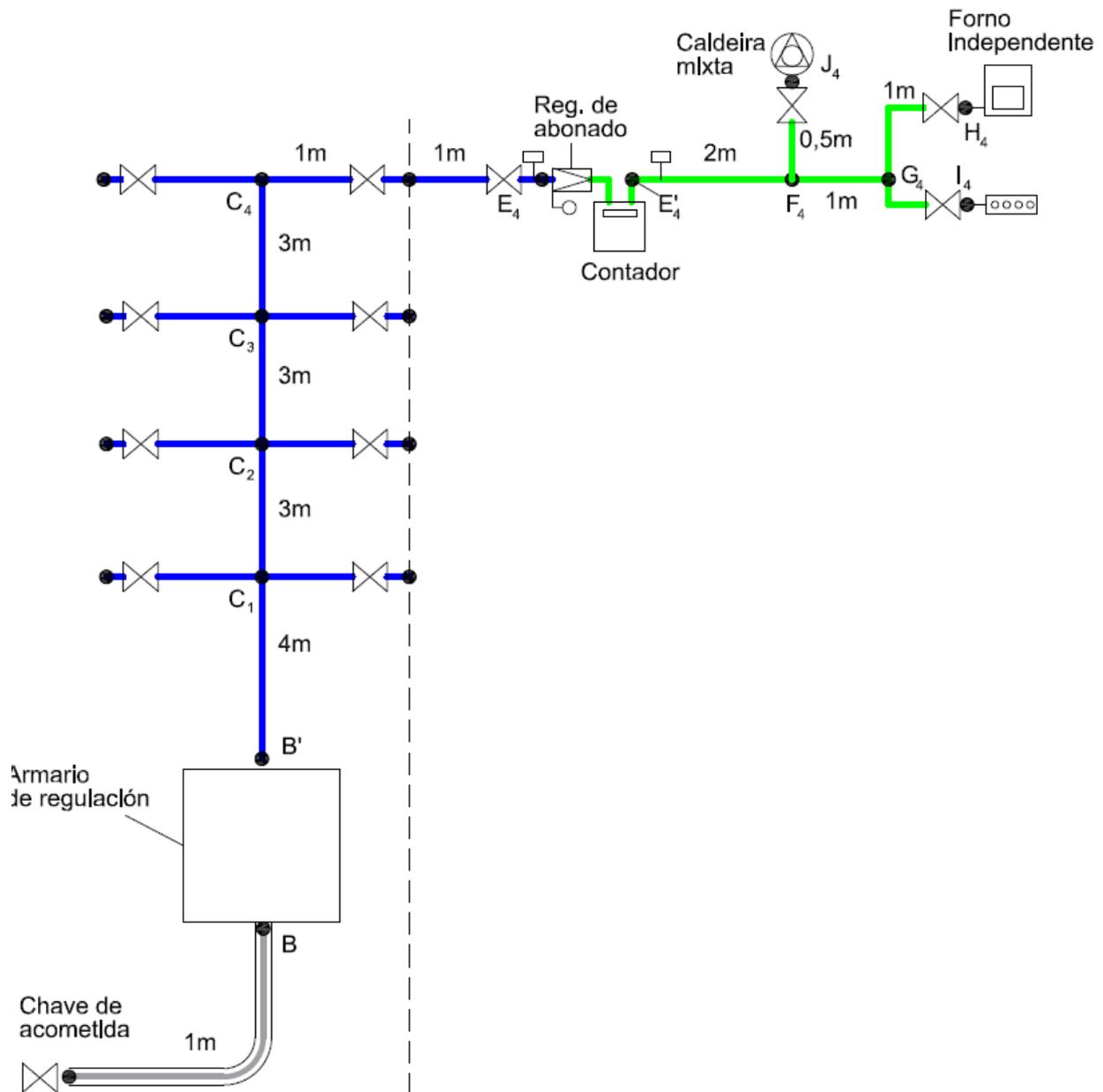
*El armario de regulación que alimenta la instalación tiene una presión de salida de 50 mbar (+-10%) y es necesario asegurar en la entrada de los reguladores de abonado situados en el inicio de la instalación individual una presión de 25 mbar.*

*La presión de salida del regulador es de 20 mbar (+-10%) y el contador tiene una pérdida de carga de 0,5 mbar.*

*El armario de regulación tiene una presión de salida de 55 mbar y está situado en el muro de fachada del edificio (límite de la propiedad), por lo que el tramo desde la llave de acometida hasta el armario de regulación será de polietileno. El resto de la instalación a partir del armario de regulación que está instalada en la fachada del edificio será en cobre.*

Responda a las cuestiones propuestas teniendo en cuenta los datos de funcionamiento que se indican:

- *La presión atmosférica media en la zona es de 1,01 bar.*
- *$PCS_{\text{Gas Natural}} = 12,2 \text{ kWh/m}^3(\text{n}) = 10500 \text{ kcal/m}^3(\text{n})$ .*
- *Densidad de cálculo ( $d_s$ ) = 0,62*
- *La instalación funciona con gas seco.*
- *Presión de garantía en la llave de acometida ( $P_g$ ) = 1 bar.*
- *Presión mínima en B ( $P_B$ ) = 0,75 bar.*
- *Presión mínima admisible en la llave de aparato individual ( $P_{\text{min}}$ ) = 17 mbar.*



1. Calcular a potencia en kcal/h da caldeira, da cociña de mesado e do forno. [0,5 puntos cada unha]

Calcular la potencia en kcal/h de la caldera, de la encimera y del horno. [0,5 puntos cada una]

2. Calcular a potencia de deseño dunha instalación individual expresada en kW. [1 puntos]

Calcular la potencia de diseño de una instalación individual expresada en kW. [1 puntos]

3. Calcular o caudal de deseño da instalación no tramo AB tendo en conta que a potencia de deseño nese tramo ten un valor de 145,46 kW. [2 puntos]

Calcular el caudal de diseño de la instalación en el tramo AB teniendo en cuenta que la potencia de diseño en ese tramo tiene un valor de 145,46 kW. [2 puntos]



4. Calcular a máxima caída de presión no tramo B'-E4 expresada en mmcda sen considerar a ganancia de presión dos tramos ascendentes. [0,5 puntos]

Calcular la máxima caída de presión en el tramo B'-E4 expresada en mmcda sin considerar la ganancia de presión de los tramos ascendentes. [0,5 puntos]

5. Calcular a presión mínima no punto E4' expresada en mmcda. [0,25 puntos]

Calcular la presión mínima en el punto E4' expresada en mmcda. [0,25 puntos]

6. Calcular a caída máxima de presión nos tramos E4'-H4, E4'-I4, E4'-J4. [0,25 puntos cada un]

Calcular la caída máxima de presión en los tramos E4'-H4, E4'-I4, E4'-J4. [0,25 puntos cada uno]

7. Calcular o diámetro do tramo AB empregando a ecuación de Renouard cadrática que se achega, supondo que a lonxitude equivalente do tramo é de 1,2 m e o caudal nese tramo ten un valor de 11,92 m<sup>3</sup>(n)/h. [2 puntos]

Calcular el diámetro del tramo AB empleando la ecuación de Renouard cuadrática que se adjunta, suponiendo que la longitud equivalente del tramo es de 1,2 m y el caudal en ese tramo tiene un valor de 11,92 m<sup>3</sup>(n)/h. [2 puntos]

$$(P_A)^2 - (P_B)^2 = 48,6 \cdot d_s \cdot L_E \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

Onde / donde:

- $P_A$  = Presión absoluta en A.
- $P_B$  = Presión absoluta en B.
- $d_s$  = Densidade do gas / densidad del gas.
- $L_E$  = Lonxitude equivalente do tramo / Longitud equivalente del tramo.
- $Q$  = Caudal do tramo / Caudal del tramo.
- $D$  = Diámetro.

8. Se o diámetro comercial do tramo AB é de 20x3 mm comprobar, utilizando a fórmula que se achega, que non se supera unha velocidade de 20 m/s supondo que o caudal nese tramo ten un valor de 11,92 m<sup>3</sup>(n)/h. [2 puntos]

Si el diámetro comercial del tramo AB es de 20x3mm comprobar, utilizando la expresión que se adjunta, que no se supera una velocidad de 20 m/s suponiendo que el caudal en ese tramo tiene un valor de 11,92 m<sup>3</sup>(n)/h. [2 puntos]

$$V = 354 \cdot [ Q / (P_B \cdot D^2) ]$$

Onde / donde:

- $V$  = Velocidade do gas / velocidad del gas.
- $P_B$  = Presión absoluta en B.
- $D$  = Diámetro interior.



## 3. Solucións

### Problema 1

#### Cuestión 1

A potencia de cada aparello, expresada en kcal/h, será:

*La potencia de cada aparato, expresada en kcal/h, será:*

- *Caldeira / Caldera:  $P \text{ (kcal/h)} = P \text{ (W)} \cdot 0,86 = 21250 \text{ W} \cdot 0,86 = 18275 \text{ kcal/h}$*
- *Forno / Horno:  $P \text{ (kcal/h)} = P \text{ (W)} \cdot 0,86 = 3650 \text{ W} \cdot 0,86 = 3139 \text{ kcal/h}$*
- *Mesado / Encimera :  $P \text{ (kcal/h)} = P \text{ (W)} \cdot 0,86 = 6450 \text{ W} \cdot 0,86 = 5547 \text{ kcal/h}$*

#### Cuestión 2

Segundo a UNE 60670-4, para o cálculo da potencia de deseño en kW dunha instalación individual aplicaremos a seguinte expresión:

$$P_{IV} = [A + B + (C + D / 2)] \cdot 1,10$$

Sendo:

- $P_{IV}$  : potencia de deseño da instalación individual da vivenda.
- A, B: consumos caloríficos (referidos ao PCI) dos dous aparellos de maior consumo.
- C, D: consumos caloríficos (referidos ao PCI) dos dous aparellos de menor consumo.
- 1,10: coeficiente corrector medio, función do PCS e do PCI do gas subministrado.

$$P_{IV} = [21,25 \text{ kW} + 6,45 \text{ kW} + (3,65 \text{ kW} / 2)] \cdot 1,10 = 32,47 \text{ kW}$$

*Según la UNE 60670-4, para el cálculo de la potencia de diseño en kW de una instalación individual aplicaremos la siguiente expresión:*

$$P_{IV} = [A + B + (C + D / 2)] \cdot 1,10$$

*Siendo:*

- $P_{IV}$  : potencia de deseño de la instalación individual de la vivienda.
- A, B: consumos caloríficos (referidos al PCI) de los dos aparatos de mayor consumo.
- C, D: consumos caloríficos (referidos al PCI) de los dos aparatos de menor consumo.
- 1,10: coeficiente corrector medio, función del PCS y del PCI del gas suministrado.

$$P_{IV} = [21,25 \text{ kW} + 6,45 \text{ kW} + (3,65 \text{ kW} / 2)] \cdot 1,10 = 32,47 \text{ kW}$$

#### Cuestión 3

Para calcular o caudal de deseño dunha instalación individual, en  $\text{m}^3 \text{ (n)}/\text{h}$ , partimos da potencia de deseño e empregamos a seguinte expresión segundo a UNE 60670-4:

$$Q_{SI} = P_i / H_s$$



sendo:

- $Q_{SI}$ : caudal de diseño da instalación individual.
- $P_I$ : potencia de diseño da instalación individual = 145,46 kW
- $H_s$ : poder calorífico superior do gas subministrado = 12,2 kWh/m<sup>3</sup>(n)

Por tanto:

$$Q_{SI} = P_I / H_s = 145,46 / 12,2 = 11,92 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$$

*Para calcular el caudal de diseño de una instalación individual, en m<sup>3</sup> (n)/h, partimos de la potencia de diseño y empleamos la siguiente expresión según la UNE 60670-4:*

$$Q_{SI} = P_I / H_s$$

*Siendo:*

- $Q_{SI}$ : caudal de diseño de la instalación individual.
- $P_i$ : potencia de diseño de la instalación individual = 145,46 kW
- $H_s$ : poder calorífico superior del gas suministrado = 12,2 kWh/m<sup>3</sup>(n)

*Por tanto*

$$Q_{SI} = P_I / H_s = 145,46 / 12,2 = 11,92 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$$

#### Cuestión 4

---

Para calcular a máxima caída de presión no tramo B'E<sub>4</sub> partiremos da presión mais desfavorable do armario de regulación que será de 50 mbar (55 mbar – 10%) e debemos ter en conta que é necesario asegurar 25 mbar no regulador de abonado. Con estas consideracións a perda de carga admisible será:

*Para calcular la máxima caída de presión en el tramo B'E<sub>4</sub> partiremos de la presión mas desfavorable del armario de regulación que será de 50 mbar (55 mbar – 10%) y debemos tener en cuenta que es necesario asegurar 25 mbar en el regulador de abonado. Con estas consideraciones la pérdida de carga admisible será:*

$$\Delta P_{B'E_4} = 50 - 25 = 25 \text{ mbar} = 250 \text{ mmcda}$$

#### Cuestión 5

---

Para calcular a presión mínima no punto E<sub>4</sub>' debemos ter en conta que á entrada do regulador de abonado a presión mínima admisible é de 25 mbar e á saída do mesmo podemos ter como mínimo 18 mbar (20 mbar – 10%). Tendo en conta que perda de carga no contador é de 0,5 mbar, a presión mínima no punto E<sub>4</sub>' será:

*Para calcular la presión mínima en el punto E<sub>4</sub>' debemos ter en cuenta que a la entrada del regulador de abonado la presión mínima admisible es de 25 mbar y a la salida del mismo podemos tener como mínimo 18 mbar (20 mbar – 10%). Teniendo en cuenta que la pérdida de carga en el contador es de 0,5 mbar, la presión mínima en el punto E<sub>4</sub>' será:*

$$P_{E_4'} = 18 - 0,5 = 17,5 \text{ mbar} = 175 \text{ mmcda}$$



### Cuestión 6

Para calcular a máxima caída de presión nos tramos E4'-H, E4'-I, E4'-J, hai que ter en conta que a presión mínima para o correcto funcionamento dos aparatos receptores é de 17 mbar polo que a caída de presión máxima en calquera dos tramos non pode superar:

*Para calcular la máxima caída de presión en los tramos E4'-H, E4'-I, E4'-J, hay que tener en cuenta que la presión mínima para el correcto funcionamiento de los aparatos receptores es de 17 mbar por lo que la caída de presión máxima en cualquiera de los tramos no puede superar:*

$$\Delta P = 17,5 - 17 = 0,5 \text{ mbar} = 5 \text{ mmcda}$$

### Cuestión 7

Para calcular o diámetro do tramo AB empregaremos a ecuación de Renouard cadrática:

*Para calcular el diámetro del tramo AB emplearemos la ecuación de Renouard cuadrática.*

$$(P_A)^2 - (P_B)^2 = 48,6 \cdot d_s \cdot L_E \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

Onde / donde:

- $P_A$  = Presión absoluta en A =  $P_{REL A} + P_{ATM} = 1 + 1,01 = 2,01 \text{ bar}$
- $P_B$  = Presión absoluta en B =  $P_{REL B} + P_{ATM} = 0,75 + 1,01 = 1,76 \text{ bar}$
- $d_s$  = Densidade do gas / densidad del gas = 0,62
- $L_E$  = Lonxitude equivalente do tramo / Longitud equivalente del tramo = 1,2 m
- $Q$  = Caudal do tramo / Caudal del tramo = 11,92 m<sup>3</sup>(n) / h
- $D$  = Diámetro.

O diámetro do tramo AB será:

*El diámetro del tramo AB será:*

$$D = [(48,6 \cdot d_s \cdot L_E \cdot Q^{1,82}) / (P_A^2 - P_B^2)]^{1/4,82}$$

$$= [(48,6 \cdot 0,62 \cdot 1,2 \cdot 11,92^{1,82}) / (2,01^2 - 1,76^2)]^{1/4,82} = 5,43 \text{ mm}$$

### Cuestión 8

Para comprobar que non se supera a velocidade de 20 m/s empregaremos a seguinte ecuación:

*Para comprobar que no se supera la velocidad de 20 m/s emplearemos la siguiente ecuación:*

$$V = 354 \cdot Q / (P_B \cdot D^2)$$

Onde / donde:

- $V$  = Velocidade do gas / velocidad del gas
- $P_B$  = Presión absoluta en B = 1,76 bar
- $D$  = Diámetro = 14 mm
- $Q$  = Caudal = 11,92 m<sup>3</sup>(n)/h

Polo tanto /por tanto:

$$V = 354 \cdot 11,92 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h} / (1,76 \text{ bar} \cdot 14^2) = 12,23 \text{ m/s}$$

Podemos asegurar que non se supera a velocidade de 20 m/s.

*Podemos asegurar que no se supera la velocidad de 20 m/s.*