

---

Proba para a obtención da habilitación profesional

# Instalador/ora de gas

## Categoría B

---

IGB

Parte 2. Proba práctica



## Formato da proba

---

### Formato

- A proba constará de 3 problemas.

### 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 desenvolver 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.



## Exercicio

### Problema 1 [2 puntos]

Calcular a velocidade en m/s no interior dunha tubaxe de cobre 20/22 que alimenta con gas natural ao queimador dunha caldeira que ten unha potencia nominal de 47 kW, sendo a presión de servizo 28 mbar. O valor do PCS é  $H_s=40,311 \text{ MJ/Nm}^3$ .

*Calcular la velocidad en m/s en el interior de una tubería de cobre 20/22 que alimenta con gas natural al quemador de una caldera que tiene una potencia nominal de 47 kW, siendo la presión de servicio 28 mbar. El valor del PCS es  $H_s=40,311 \text{ MJ/Nm}^3$ .*

### Problema 2 [2 puntos]

Calcular o rendemento dun acumulador de auga quente sanitaria que quenta 60 litros de auga desde 10 °C ata 35 °C en 30 minutos, tendo en conta que funciona con propano de PCS  $H_s=49,623 \text{ MJ/kg}$  e que ten un consumo de 0,40 kg/h.

*Calcular el rendimiento de un acumulador de agua caliente sanitaria que calienta 60 litros de agua desde 10 °C hasta 35 °C en 30 minutos, teniendo en cuenta que funciona con propano de PCS  $H_s=49,623 \text{ MJ/kg}$  y que tiene un consumo de 0,40 kg/h.*

### Problema 3 [6 puntos]

Nunha vivenda co esquema de principio representado na figura que se achega, no que se indican potencias nominais e distancias reais, contamos cos seguintes datos por parte da compañía subministradora con respecto ao gas subministrado:

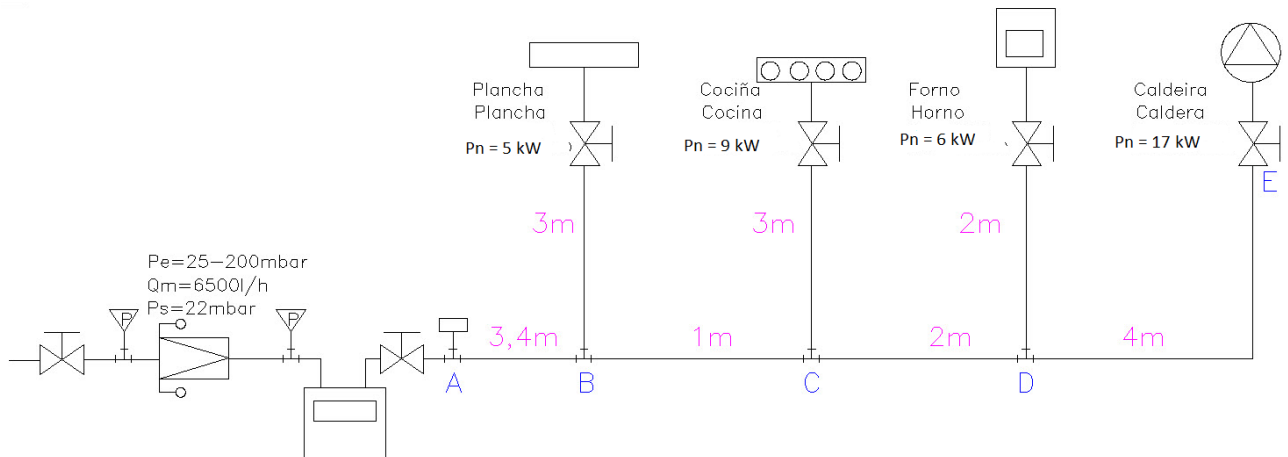
- Poder calorífico superior do gas natural PCS =  $9667 \text{ kcal/Nm}^3$ .
- Densidade relativa corrixida  $d_s = 0,62$ .
- Perda de carga admitida en instalación interior desde contador: 5 mmca.
- Distancias equivalentes un 20 % sobredimensionadas con respecto ás distancias reais.

Responda ás cuestións propostas.

*En una vivienda con el esquema de principio representado en la figura adjunta, en el que se indican potencias nominales y distancias reales, contamos con los siguientes datos por parte de la compañía suministradora con respecto al gas suministrado:*

- Poder calorífico superior del gas natural PCS =  $9667 \text{ kcal/Nm}^3$ .
- Densidad relativa corregida  $d_s = 0,62$ .
- Pérdida de carga admitida en instalación interior desde contador: 5 mmca.
- Distancias equivalentes un 20 % sobredimensionadas con respecto a las distancias reales.

*Responda a las cuestiones propuestas.*



**1. Potencia de deseño da vivenda. [1 puntos]**

*Potencia de deseño de la vivienda. [1 puntos]*

**2. Grao de gasificación da instalación individual. [1 puntos]**

*Grado de gasificación de la instalación individual. [1 puntos]*

**3. Caudal de gas en  $m^3(n)/h$ , aplicando a norma UNE 60670-4, dos seguintes aparellos: plancha, cociña, forno e caldeira. [2 puntos]**

*Caudal de gas en  $m^3(n)/h$ , aplicando la norma UNE 60670-4, de los siguientes aparatos: plancha, cocina, horno y caldera. [2 puntos]*

**4. Empregando o ábaco que se achega, calcule a tubaxe en cobre do tramo A-B, xustificando a perda de carga por metro e caudal. [1 punto]**

*Utilizando el ábaco que se adjunta, calcule el tubo en cobre del tramo A-B, justificando la pérdida de carga por metro y caudal. [1 punto]*

**5. Empregando o ábaco que se achega, calcule a tubaxe en cobre do tramo B-C, xustificando a perda de carga por metro e caudal. [1 puntos]**

*Utilizando el ábaco que se adjunta, calcule el tubo en cobre del tramo B-C, justificando la pérdida de carga por metro y caudal. [1 puntos]*

**Táboa de selección de tubaxes de cobre con gas natural a presión  $\leq 50$  mbar (caudais en  $m^3/h$ )**
**Tabla de selección tuberías cobre con gas natural a presión  $\leq 50$  mbar (caudales en  $m^3/h$ )**

		<b>Gas natural presión <math>\leq 50</math> mbar</b>							
		Calculada con fórmula de Renouard lineal					ds= 0,62		
		PCS= 12,2Kwh/ $m^3(n)$							
$\Delta P/m$ (mmca/m)		10/12	12/14	13/15	16/18	20/22	26/28	33/35	40/42
0,20		0,27	0,44	0,54	0,94	1,69	3,38	6,36	10,59
0,25		0,30	0,49	0,61	1,06	1,91	3,82	7,19	11,97
0,30		0,34	0,55	0,67	1,17	2,11	4,23	7,95	13,23
0,35		0,37	0,59	0,73	1,27	2,30	4,60	8,65	14,40
0,40		0,39	0,64	0,79	1,37	2,47	4,95	9,31	15,49
0,45		0,42	0,68	0,84	1,46	2,64	5,28	9,93	16,53
0,50		0,45	0,72	0,89	1,55	2,79	5,60	10,52	17,52
0,55		0,47	0,76	0,94	1,63	2,94	5,90	11,09	18,46
0,60		0,49	0,80	0,99	1,71	3,09	6,19	11,63	19,36
0,65		0,51	0,83	1,03	1,79	3,23	6,46	12,16	20,23
0,70		0,54	0,87	1,07	1,86	3,36	6,73	12,66	21,07
0,75		0,56	0,90	1,12	1,93	3,49	6,99	13,15	21,89
0,80		0,58	0,93	1,16	2,00	3,62	7,25	13,62	22,68
0,85		0,60	0,97	1,19	2,07	3,74	7,49	14,09	23,44
0,90		0,62	1,00	1,23	2,14	3,86	7,73	14,54	24,19
0,95		0,63	1,03	1,27	2,20	3,98	7,96	14,97	24,92
1,00		0,65	1,06	1,31	2,26	4,09	8,19	15,40	25,63
1,50		0,81	1,32	1,63	2,83	5,11	10,24	19,24	32,03
2,00		0,95	1,55	1,91	3,31	5,98	11,99	22,54	37,52
2,50		1,08	1,75	2,16	3,75	6,76	13,55	25,48	42,41
3,00		1,19	1,93	2,39	4,14	7,48	14,98	28,17	46,88
3,50		1,30	2,10	2,60	4,51	8,14	16,30	30,65	51,02
4,00		1,40	2,26	2,80	4,85	8,76	17,54	32,99	54,91
4,50		1,49	2,42	2,99	5,17	9,34	18,72	35,19	58,58
5,00		1,58	2,56	3,16	5,48	9,90	19,83	37,29	62,07
5,50		1,66	2,70	3,33	5,78	10,43	20,90	39,30	65,40
6,00		1,75	2,83	3,50	6,06	10,94	21,92	41,22	68,61
6,50		1,82	2,96	3,65	6,33	11,44	22,91	43,07	71,69
7,00		1,90	3,08	3,81	6,60	11,91	23,86	44,86	74,67
7,50		1,97	3,20	3,95	6,85	12,37	24,78	46,60	77,56
8,00		2,04	3,31	4,10	7,10	12,82	25,68	48,28	80,36
8,50		2,11	3,43	4,23	7,34	13,25	26,55	49,91	83,08
10,00		2,31	3,75	4,63	8,02	14,49	29,03	54,58	90,84
12,00		2,55	4,14	5,12	8,87	16,02	32,09	60,33	90,84
14,00		2,78	4,51	5,57	9,65	17,43	34,92	60,33	90,84
16,00		2,99	4,85	5,99	10,39	18,76	37,58	60,33	90,84
18,00		3,19	5,17	6,39	11,08	20,01	37,58	60,33	90,84
20,00		3,38	5,48	6,78	11,74	21,20	37,58	60,33	90,84
22,00		3,56	5,78	7,14	12,37	22,34	37,58	60,33	90,84
24,00		3,74	6,06	7,49	12,98	23,44	37,58	60,33	90,84
26,00		3,91	6,33	7,83	13,56	23,44	37,58	60,33	90,84
28,00		4,07	6,59	8,15	14,13	23,44	37,58	60,33	90,84
30,00		4,23	6,85	8,47	14,67	23,44	37,58	60,33	90,84



## Soluciones

### Problema 1

Aplicando a fórmula da norma 60670-4:

$$Q = 1,10 \cdot (P_{Hi} / H_s)$$

sendo:

- Q: caudal volumétrico dun aparello a gas.
- $H_s$ : poder calorífico superior do gas.
- $P_{Hi}$ : consumo calorífico do aparello.

Xa que logo:

$$Q = 1,10 \cdot (47 \text{ kW} / 40311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,0012 \text{ Nm}^3/\text{s} = 4,61 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Calculamos a velocidade:

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

sendo:

- v = velocidade en m/s.
- Q = caudal do gas expresado en  $\text{Nm}^3/\text{h} = 4,61 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- P = presión absoluta ao final do tramo en bar = 1 + 0,28 bar = 1,028 bar
- D = diámetro interior da conducción en mm = 20 mm

Xa que logo:

$$V = 354 \cdot (4,176 \text{ Nm}^3/\text{h}) / (1,028 \text{ bar} \cdot 20^2) = 3,59 \text{ m/s.}$$

*Aplicando la fórmula de la norma 60670-4:*

$$Q = 1,10 \cdot (P_{Hi} / H_s)$$

*siendo:*

- Q: caudal volumétrico del aparato a gas.
- $H_s$ : poder calorífico superior del gas.
- $P_{Hi}$ : consumo calorífico del aparato.

*Por tanto:*

$$Q = 1,10 \cdot (47 \text{ kW} / 40,311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,0012 \text{ Nm}^3/\text{s} = 4,61 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

*Calculamos la velocidad:*

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

*siendo:*

- v = velocidad en m/s.
- Q = caudal del gas expresado en  $\text{Nm}^3/\text{h} = 4,61 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- P = presión absoluta al final del tramo en bar = 1 + 0,28 bar = 1,028 bar
- D = diámetro interior de la conducción en mm = 20 mm

*Por tanto:*

$$V = 354 \cdot (4,61 \text{ Nm}^3/\text{h}) / (1,028 \text{ bar} \cdot 20^2) = 3,97 \text{ m/s.}$$



## Problema 2

$$P_{\text{útil}} = E_{\text{útil}}/t$$

sendo:

- $P_{\text{útil}}$  = potencia útil.
- $E_{\text{útil}}$  = enerxía útil =  $m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1) = 60 \text{ kg} \cdot 1 \text{ (kcal / kg}^\circ\text{C)} \cdot (35-10)^\circ\text{C} = 1\,500 \text{ kcal}$ .
- $t$  = tempo = 0,5 horas.

Xa que logo:

$$P_{\text{útil}} = 1\,500 \text{ kcal} / 0,5 \text{ horas} = 3\,000 \text{ kcal/h}$$

Calculamos a potencia calorífica:

$$P_{\text{calorífica}} = Q \cdot H_s$$

onde:

- $Q$  = consumo = 0,40 kg/h.
- $H_s$  = poder calorífico superior = 49,623 MJ/kg

Xa que logo:

$$P_{\text{calorífica}} = 0,40 \text{ kg/h} \cdot 49,623 \text{ MJ/kg} = 19,84 \text{ MJ/h}$$

Expresando o resultado en kcal / h:

$$(19,84 \text{ MJ/h}) \cdot (1\,000 \text{ kJ/MJ}) \cdot (0,24 \text{ kcal/kJ}) = 4\,761,60 \text{ kcal/h}$$

Por tanto o rendemento  $\eta$  será:

$$\eta = \text{Potencia útil} / \text{Potencia calorífica} = (3\,000 \text{ kcal/h}) / (4\,763,80 \text{ kcal/h}) = 0,63$$

O rendemento expresado en tanto por cento é do 63 %.

$$P_{\text{útil}} = E_{\text{útil}} / t$$

siendo:

- $P_{\text{útil}}$  = potencia útil.
- $E_{\text{útil}}$  = enerxía útil =  $m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1) = 60 \text{ kg} \cdot 1 \text{ (kcal / kg}^\circ\text{C)} \cdot (35-10)^\circ\text{C} = 1\,500 \text{ kcal}$ .
- $t$  = tempo = 0,5 horas.

Por tanto:

$$P_{\text{útil}} = 1\,500 \text{ kcal} / 0,5 \text{ horas} = 3\,000 \text{ kcal/h}$$

Calculamos la potencia calorífica:

$$P_{\text{calorífica}} = Q \cdot H_s$$

donde:

- $Q$  = consumo = 0,40 kg/h.
- $H_s$  = poder calorífico superior = 49,623 MJ/kg

Por tanto:

$$P_{\text{calorífica}} = 0,40 \text{ kg/h} \cdot 49,623 \text{ MJ/kg} = 19,84 \text{ MJ/h}$$

Expresando el resultado en kcal / h:

$$(19,84 \text{ MJ/h}) \cdot (1\,000 \text{ kJ/MJ}) \cdot (0,24 \text{ kcal/kJ}) = 4\,761,60 \text{ kcal/h}$$

Por tanto el rendimiento  $\eta$  será:

$$\eta = \text{Potencia útil} / \text{Potencia calorífica} = 3\,000 \text{ kcal/h} / 4\,763,80 \text{ kcal/h} = 0,63$$

El rendimiento expresado en tanto por ciento es del 63 %.



## Problema 3

### Cuestión 1

---

Calculamos a potencia da instalación da vivenda partindo dos distintos consumos:

- Plancha: 5 kW
- Cociña: 9 kW.
- Forno: 6 kW.
- Caldeira: 17 kW

Aplicando a fórmula recollida na norma 60670-4:

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

Sendo:

- A, B: consumos caloríficos dos dous aparellos de maior consumo.
- C, D: consumos caloríficos dos dous aparellos de menor consumo.

$$P_{\text{deseño}} = [17 \text{ kW} + 9 \text{ kW} + (5 \text{ kW} + 6 \text{ kW}) / 2] \cdot 1,10 = 34,65 \text{ kW}$$

*Calculamos la potencia de la instalación de la vivienda partiendo de los distintos consumos:*

- *Plancha: 5 kW*
- *Cocina: 9 kW.*
- *Horno: 6 kW.*
- *Caldera: 17 kW*

*Aplicando la fórmula recogida en la norma 60670-4:*

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

*Siendo:*

- *A, B: consumos caloríficos de los dous aparatos de mayor consumo.*
- *C, D: consumos caloríficos de los dos aparatos de menor consumo.*

$$P_{\text{diseño}} = [17 \text{ kW} + 9 \text{ kW} + (5 \text{ kW} + 6 \text{ kW}) / 2] \cdot 1,10 = 34,65 \text{ kW}$$

### Cuestión 2

---

Dado que a potencia de deseño está abranguida entre 30 e 70 kW, trátase dun grao de gasificación 2.

*Dado que la potencia de diseño está comprendida entre 30 e 70 kW, se trata de un grado de gasificación 2.*

### Cuestión 3

---

Aplicamos a formula recollida na norma 60670-4:

$$Q = 1,10 \cdot (P_{\text{HI}} / H_{\text{S}})$$

onde:

- Q: caudal volumétrico dun aparello a gas.
- $H_{\text{S}}$ : poder calorífico superior do gas.
- $P_{\text{HI}}$ : consumo calorífico do aparello.





Dado que coñecemos o dato de poder calorífico superior do gas natural ( $9.667 \text{ kcal/Nm}^3$ ), podemos calcular o caudal por servizo tendo en conta que  $1 \text{ kW}$  son  $860 \text{ cal/hora}$ :

- Prancha =  $5 \text{ kW} \rightarrow P_{n \text{ prancha}} = 4300 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_{\text{plancha}} = 0,44 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$
- Cociña =  $9 \text{ kW} \rightarrow P_{n \text{ cociña}} = 7740 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_{\text{cociña}} = 0,80 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$
- Forno =  $6 \text{ kW} \rightarrow P_{n \text{ forno}} = 5160 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_{\text{forno}} = 0,53 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$
- Caldeira =  $17 \text{ kW} \rightarrow P_{n \text{ caldeira}} = 14620 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_{\text{caldeira}} = 1,51 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$

Aplicamos la formula recogida en la norma 60670-4:

$$Q = 1,10 \cdot (P_{Hi} / H_s)$$

donde:

- $Q$ : caudal volumétrico de un aparato a gas.
- $H_s$ : poder calorífico superior del gas.
- $P_{Hi}$ : consumo calorífico del aparato.

Dado que conocemos el dato de poder calorífico superior del gas natural ( $9.667 \text{ kcal/Nm}^3$ ), podemos calcular el caudal por servicio teniendo en cuenta que  $1 \text{ kW}$  son  $860 \text{ cal/hora}$ :

- Plancha =  $5 \text{ kW} \rightarrow P_{n \text{ plancha}} = 4300 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_{\text{plancha}} = 0,44 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$
- Cocina =  $8 \text{ kW} \rightarrow P_{n \text{ cocina}} = 7740 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_{\text{cocina}} = 0,80 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$
- Horno =  $5 \text{ kW} \rightarrow P_{n \text{ horno}} = 5160 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_{\text{horno}} = 0,53 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$
- Caldera =  $18 \text{ kW} \rightarrow P_{n \text{ caldera}} = 14620 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_{\text{caldera}} = 1,51 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$ .

#### Cuestión 4

A lonxitude equivalente do tramo máis desfavorable (A-B)+(B-C)+(C-D)+(D-E) e a perda de carga unitaria son:

- $L_{\text{eq(tramo-desf)}} = 12,48 \text{ m}$
- $\Delta P_{\text{unitaria}} = 5 \text{ mmca} / 12,48 \text{ m} = 0,40 \text{ mmca/m}$

Calculamos o caudal segundo a UNE 60670-4 para o tramo A-B:

$$Q_{(A-B)} = 1,51 + 0,80 + [(0,53 + 0,44)/2] = 2,79 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$$

Utilizando a táboa que se achega, determinamos que a tubaxe a seleccionar é 26/28 xa que para  $0,4 \text{ mmca/m}$  admite  $4,95 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$  (non sería posible empregar a tubaxe inmediatamente inferior de 20/22 xa que non admitiría o caudal de  $2,79 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$ ).

La longitud equivalente del tramo más desfavorable (A-B)+(B-C)+(C-D)+(D-E) y la pérdida de carga unitaria son:

- $L_{\text{eq(tramo-desf)}} = 12,48 \text{ m}$
- $\Delta P_{\text{unitaria}} = 5 \text{ mmca} / 12,48 \text{ m} = 0,40 \text{ mmca/m}$

Calculamos el caudal según la UNE 60670-4 para el tramo A-B:

$$Q_{(A-B)} = 1,51 + 0,80 + [(0,53 + 0,44)/2] = 2,79 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$$

Utilizando la tabla adjunta, determinamos que a tubería a seleccionar es 26/28 ya que para  $0,4 \text{ mmca/m}$  admite  $4,95 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$  (no sería posible emplear la tubería inmediatamente inferior de 20/22 ya que no admitiría el caudal de  $2,79 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$ ).



### Cuestión 5

---

Pertence ao tramo máis desfavorable:

$$\Delta P_{\text{unitaria}} = 0,40 \text{ mmca/m}$$

Calculamos o caudal segundo a UNE 60670-4 para o tramo B-C:

$$Q_{(B-C)} = 1,51 + 0,80 + [(0,53)/2] = 2,57 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$$

Utilizando a táboa que se achega, determinamos que a tubaxe a seleccionar é 26/28 xa que para 0,4 mmca/m admite 4,95 m<sup>3</sup>(n)/h (non sería posible empregar a tubaxe inmediatamente inferior de 20/22, xa que non admitiría o caudal de 2,57 m<sup>3</sup>(n)/h).

*Pertenece al tramo más desfavorable:*

$$\Delta P_{\text{unitaria}} = 0,40 \text{ mmca/m}$$

*Calculamos el caudal según la UNE 60670-4 para el tramo B-C:*

$$Q_{(B-C)} = 1,51 + 0,80 + [(0,53)/2] = 2,57 \text{ m}^3(\text{n})/\text{h}$$

*Utilizando a tabla adjunta, determinamos que la tubería a seleccionar es 26/28 ya que para 0,4 mmca/m admite 4,95 m<sup>3</sup>(n)/h (no sería posible emplear la tubería inmediatamente inferior de 20/22, ya que no admitiría el caudal de 2,57 m<sup>3</sup>(n)/h).*