



---

Proba de

Código

IGB

# Instalador/ora de gas

## Categoría B

---

Parte 2. Proba práctica



# 1. Formato da proba

---

## Formato

- A proba consta de un problema.

## Puntuación

- 10 puntos.

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

- Material proporcionado polo tribunal.
- 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 [10 puntos; 1 por cada cuestión]

Unha instalación de propano co esquema de principio representado na figura que se achega, na que se indican potencias nominais e distancias reais, ten as seguintes características:

- Poder calorífico superior do propano  $PCS=13,8 \text{ kWh/kg}$ .
- Densidade relativa corrixida  $d_s=1,16$ .
- Vaporización da botella de 35 kg de propano: 1,25 kg/h.
- Autonomía de 15 días SEN A RESERVA (a reserva ten que quedar preparada para outros 15 días).
- Perda de carga admitida na instalación interior en baixa presión: 5 mmca.
- Perda de carga admitida en media presión: 50 mca. (\*)
- Distancias equivalentes sobredimensionadas un 20 % con respecto ás distancias reais.
- Tempos diarios de funcionamento dos elementos:
  - Vivenda. Cociña de mesado: 2h/día, forno: 2h/día e caldeira: 4h/día.
  - Baixo. Caldeira de calefacción: 4h/día e caldeira de AQS: 2h/día.

Resposte ás cuestións propostas.

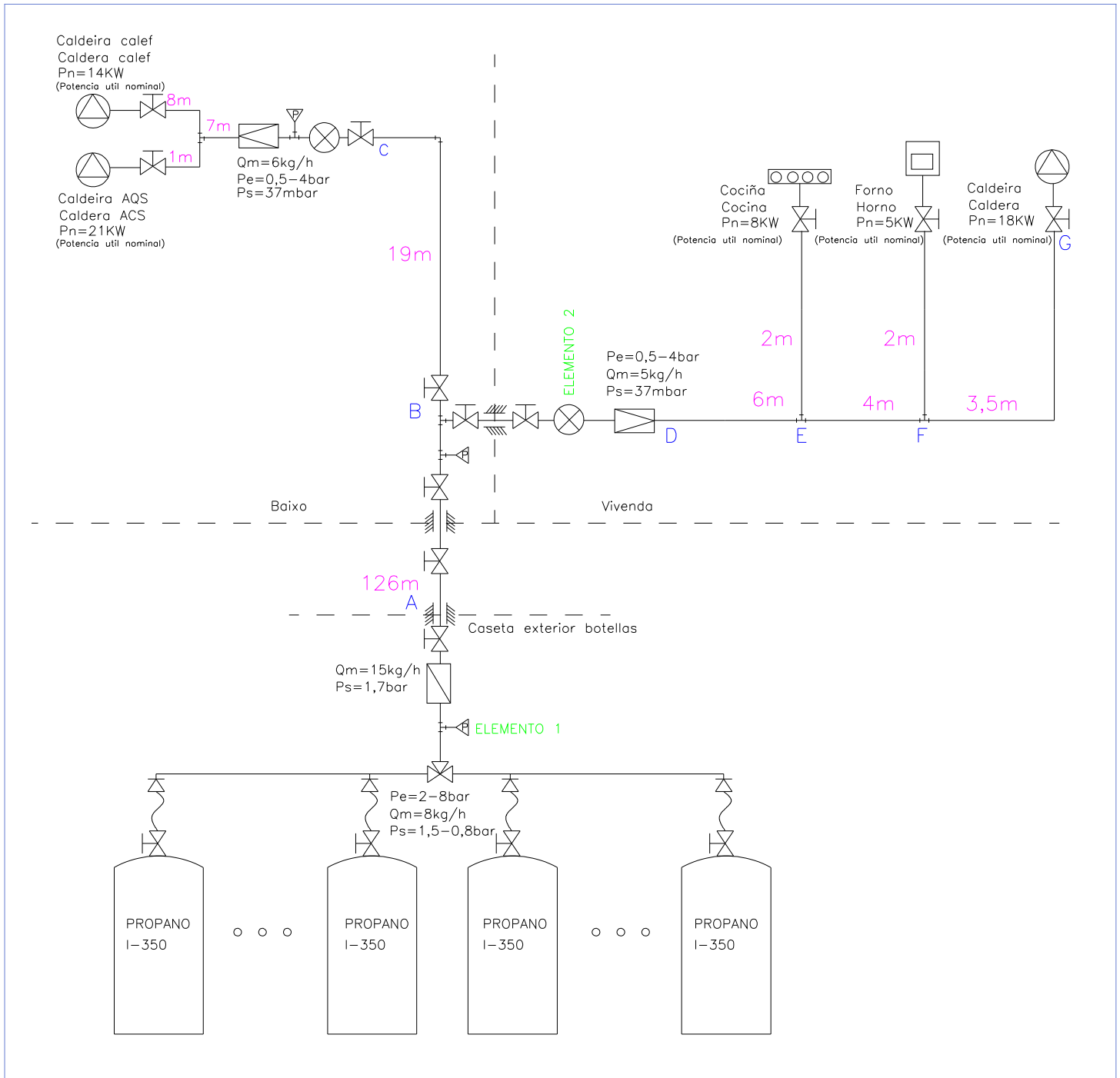
(\*) NOTA: O dato de perda de carga admitida en media presión indicado no enunciado é unha errata e o valor correcto sería 5 mca, Esta errata non afecta á resolución dos apartados 6 e 7, xa que neses casos o enunciado indica que deben empregarse os ábacos que se achegan e que inclúen o dato de presión correcto.

*Una instalación de propano con el esquema de principio representado en la figura adjunta, en la que se indican potencias nominales y distancias reales, tiene las siguientes características:*

- *Poder calorífico superior del propano  $PCS=13,8 \text{ kWh/kg}$ .*
- *Densidad relativa corregida  $d_s = 1,16$ .*
- *Vaporización de la botella de 35 kg de propano: 1,25 kg/h .*
- *Autonomía de 15 días SIN LA RESERVA (la reserva tiene que quedar preparada para otros 15 días).*
- *Pérdida de carga admitida en instalación interior en baja presión: 5 mmca.*
- *Pérdida de carga admitida en media presión: 50 mca. (\*)*
- *Distancias equivalentes sobredimensionadas un 20 % con respecto a las distancias reales.*
- *Tiempos diarios de funcionamiento de los elementos:*
  - *Vivienda. Encimera: 2h/día, horno: 2h/día y caldera: 4h/día.*
  - *Bajo. Caldera de calefacción: 4h/día y caldera de ACS: 2h/día.*

*Responda a las cuestiones propuestas.*

(\*) NOTA: El dato de pérdida de carga admitida en media presión indicado en el enunciado es una errata y el valor correcto sería 5 mca, Esta errata no afecta a la resolución de los apartados 6 y 7, ya que en esos casos el enunciado indica que deben emplearse obligatoriamente los ábacos que se adjuntan y que incluyen el dato de presión correcto.





- 1. Potencias de deseño da vivenda, baixo e instalación (xustifique matematicamente as 3 potencias).**  
*Potencia de deseño de la vivienda, bajo e instalación (justifique matematicamente las 3 potencias).*
- 2. Nomee os elementos 1 e 2 e indique a súa función.**  
*Nombre los elementos 1 y 2 e indique su función.*
- 3. Caudal de gas en kg/h da vivenda, baixo e instalación, aplicando a norma UNE 60670-4.**  
*Caudal de gas en kg/h de la vivienda, bajo e instalación, aplicando la norma UNE 60670-4.*
- 4. Numero mínimo de botellas por vaporización (xustifique matematicamente a resposta).**  
*Numero mínimo de botellas por vaporización (justifique matematicamente la respuesta).*
- 5. Cálculo e xustificación da batería de botellas.**  
*Cálculo y justificación de la batería de botellas.*
- 6. Empregando o ábaco que se achega, calcule a tubaxe en cobre do tramo A-B, xustificando a perda de carga por metro e caudal.**  
*Utilizando el ábaco que se adjunta, calcule el tubo en cobre del tramo A-B, justificando la pérdida de carga por metro y caudal.*
- 7. Empregando o ábaco que se achega, calcule a tubaxe en cobre do tramo B-C, xustificando a perda de carga por metro e caudal.**  
*Utilizando el ábaco que se adjunta, calcule el tubo en cobre del tramo B-C, justificando la pérdida de carga por metro y caudal.*
- 8. Empregando o ábaco que se achega, calcule a tubaxe en cobre do tramo D-E, xustificando a perda de carga por metro e caudal.**  
*Utilizando el ábaco que se adjunta, calcule el tubo en cobre del tramo D-E, justificando la pérdida de carga por metro y caudal.*
- 9. Empregando o ábaco que se achega, calcule a tubaxe en cobre do tramo E-F, xustificando a perda de carga por metro e caudal.**  
*Utilizando el ábaco que se adjunta, calcule el tubo en cobre del tramo E-F, justificando la pérdida de carga por metro y caudal.*
- 10. Empregando o ábaco que se achega, calcule a tubaxe en cobre do tramo F-G, xustificando a perda de carga por metro e caudal.**  
*Utilizando el ábaco que se adjunta, calcule el tubo en cobre del tramo F-G, justificando la pérdida de carga por metro y caudal.*



Táboa de selección de tubaxes de cobre con propano a presión  $\leq 50$  mbar (caudais en kg/h)

Tabla de selección tuberías cobre con propano a presión  $\leq 50$  mbar (caudales en kg/h)

Propano $\leq 50$ mbar								
Calculada con fórmula de Renouard lineal						ds=	1,16	
						PCS=	13,8Kwh/kg	
						Densid.=	1,85kg/m <sup>3</sup>	
$\Delta P/m$ (mmca/m)	8/10	10/12	12/14	13/15	16/18	20/22	26/28	33/35
0,20	0,20	0,35	0,57	0,71	1,23	2,21	4,44	8,34
0,30	0,24	0,44	0,72	0,88	1,53	2,77	5,54	10,42
0,40	0,29	0,52	0,84	1,04	1,79	3,24	6,49	12,21
0,50	0,32	0,58	0,95	1,17	2,03	3,66	7,34	13,80
0,60	0,36	0,65	1,05	1,29	2,24	4,05	8,11	15,25
0,70	0,39	0,70	1,14	1,41	2,44	4,41	8,83	16,60
0,80	0,42	0,76	1,23	1,52	2,63	4,74	9,50	17,86
0,90	0,45	0,81	1,31	1,62	2,80	5,06	10,14	19,06
1,00	0,47	0,86	1,39	1,71	2,97	5,36	10,74	20,19
1,10	0,50	0,90	1,46	1,81	3,13	5,65	11,32	21,28
1,20	0,52	0,95	1,53	1,89	3,28	5,93	11,87	22,32
1,30	0,55	0,99	1,60	1,98	3,43	6,19	12,41	23,33
1,40	0,57	1,03	1,67	2,06	3,57	6,45	12,92	24,30
1,50	0,59	1,07	1,73	2,14	3,71	6,70	13,42	25,23
1,60	0,61	1,11	1,79	2,22	3,84	6,94	13,91	26,15
1,70	0,63	1,14	1,86	2,29	3,97	7,18	14,38	27,03
1,80	0,65	1,18	1,91	2,37	4,10	7,41	14,84	27,89
1,90	0,67	1,22	1,97	2,44	4,22	7,63	15,28	28,73
2,00	0,69	1,25	2,03	2,51	4,35	7,85	15,72	29,56
2,10	0,71	1,29	2,08	2,58	4,46	8,06	16,15	30,36
2,20	0,73	1,32	2,14	2,64	4,58	8,27	16,56	31,14
2,30	0,75	1,35	2,19	2,71	4,69	8,47	16,97	31,91
2,40	0,77	1,38	2,24	2,77	4,80	8,67	17,38	32,67
2,50	0,78	1,41	2,29	2,83	4,91	8,87	17,77	33,41
2,60	0,80	1,45	2,34	2,90	5,02	9,06	18,16	34,14
2,70	0,82	1,48	2,39	2,96	5,12	9,25	18,54	34,85
2,80	0,83	1,51	2,44	3,02	5,23	9,44	18,91	35,56
2,90	0,85	1,53	2,49	3,08	5,33	9,62	19,28	36,25
3,00	0,87	1,56	2,53	3,13	5,43	9,80	19,64	36,93
3,50	0,94	1,70	2,76	3,41	5,91	10,67	21,38	40,20
4,00	1,01	1,83	2,97	3,67	6,36	11,48	23,01	43,26
4,50	1,08	1,95	3,17	3,91	6,78	12,25	24,54	46,15
5,00	1,15	2,07	3,36	4,15	7,19	12,98	26,01	48,90
5,50	1,21	2,18	3,54	4,37	7,58	13,68	27,40	51,53
6,00	1,27	2,29	3,71	4,59	7,95	14,35	28,75	54,05
6,50	1,32	2,39	3,88	4,79	8,30	14,99	30,04	56,48
7,00	1,38	2,49	4,04	4,99	8,65	15,62	31,29	58,83
7,50	1,43	2,59	4,19	5,18	8,98	16,22	32,50	61,10
8,00	1,48	2,68	4,34	5,37	9,31	16,81	33,67	63,31
8,50	1,53	2,77	4,49	5,55	9,62	17,38	34,81	65,45
9,00	1,58	2,86	4,63	5,73	9,93	17,93	35,92	67,54
9,50	1,63	2,95	4,77	5,90	10,23	18,47	37,00	69,57
10,00	1,68	3,03	4,91	6,07	10,52	19,00	38,06	71,56



**Táboa de selección de tubaxes de cobre con propano caída de 0,5 bar (caudais en kg/h)**

*Tabla de selección tuberías cobre con propano caída de 0,5 bar (caudales en kg/h)*

Propano	P <sub>inicial</sub> =	1,85 bar(rel)	P <sub>final</sub> =	1,35 bar(rel)	ds= 1,16			
		Taboa calculada coa formula de Renouard cuadrática					PCS= 13,8Kwh/kg	
Lequiv m							Densid.= 1,85kg/m <sup>3</sup>	
	8/10	10/12	12/14	13/15	16/18	20/22	26/28	33/35
2	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
3	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
4	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
5	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
6	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
7	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
8	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
9	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
10	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
11	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
12	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
13	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
14	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
15	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
16	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
17	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
18	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
19	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
20	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
25	14,34	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
30	12,98	23,43	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
35	11,92	21,53	34,89	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
40	11,08	20,00	32,42	40,08	61,44	96,05	166,06	252,61
45	10,38	18,75	30,39	37,57	61,44	96,05	166,06	252,61
50	9,80	17,70	28,68	35,45	61,44	96,05	166,06	252,61
55	9,30	16,79	27,22	33,64	58,31	96,05	166,06	252,61
60	8,87	16,01	25,95	32,07	55,59	96,05	166,06	252,61
65	8,48	15,32	24,83	30,69	53,19	96,05	166,06	252,61
70	8,15	14,71	23,84	29,47	51,07	92,22	166,06	252,61
75	7,84	14,16	22,95	28,37	49,17	88,79	166,06	252,61
80	7,57	13,67	22,15	27,38	47,46	85,70	166,06	252,61
85	7,32	13,22	21,43	26,49	45,90	82,89	166,06	252,61
90	7,10	12,81	20,76	25,67	44,48	80,33	160,93	252,61
100	6,70	12,09	19,60	24,22	41,98	75,81	151,87	252,61
125	5,92	10,70	17,34	21,43	37,14	67,06	134,35	252,61
150	5,36	9,68	15,68	19,39	33,60	60,67	121,54	228,53
175	4,92	8,89	14,41	17,81	30,87	55,74	111,67	209,97
200	4,58	8,26	13,39	16,55	28,69	51,80	103,77	195,12



## 3. Solucións

### Problema 1

#### Cuestión 1

Calculamos a potencia de deseño da vivenda, do baixo e da instalación 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.
- 1,10: coeficiente corrector medio, función do PCS e do PCI do gas subministrado.

$$P_{\text{VIVENDA}} = [18 \text{ kW} + 8 \text{ kW} + (5 \text{ kW} / 2)] \cdot 1,10 = 31,35 \text{ kW}$$

$$P_{\text{BAIXO}} = [21 \text{ kW} + 14 \text{ kW}] \cdot 1,10 = 38,5 \text{ kW}$$

Xa que logo, a potencia de deseño da instalación será:

$$P_{\text{DESEÑO INSTALACIÓN}} = (31,35 \text{ kW} + 38,5 \text{ kW}) = 69,85 \text{ kW}$$

*Calculamos la potencia de diseño de la vivienda, del bajo y de la instalación 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 dos aparatos de mayor consumo.
- C, D: consumos caloríficos de los dos aparatos de menor consumo.
- 1,10: coeficiente corrector medio, función del PCS y del PCI del gas suministrado.

$$P_{\text{VIVIENDA}} = [18 \text{ kW} + 8 \text{ kW} + (5 \text{ kW} / 2)] \cdot 1,10 = 31,35 \text{ kW}$$

$$P_{\text{BAJO}} = [21 \text{ kW} + 14 \text{ kW}] \cdot 1,10 = 38,5 \text{ kW}$$

*Por tanto, la potencia de diseño de la instalación será:*

$$P_{\text{DISEÑO INSTALACIÓN}} = (31,35 \text{ kW} + 38,5 \text{ kW}) = 69,85 \text{ kW}$$

#### Cuestión 2

Elemento 1: Toma Peterson. Serve para medir a presión. Utilízase en alta e media, e pode usarse tamén en baixa presión.

Elemento 2: Maxiscopio. Indica a falta de presión de gas nos gases usados tradicionalmente mediante un indicador que pasa de cor verde a cor vermella.





*Elemento 1: Toma Peterson. Sirve para medir la presión. Se utiliza en alta y media, y puede usarse también en baja presión.*

*Elemento 2: Maxiscopio. Indica la falta de presión de gas en los gases usados tradicionalmente mediante un indicador que pasa de color verde a color rojo.*

### Cuestión 3

---

Aplicamos a fórmula recollida na norma 60670-4:

$$Q = 1,10 \cdot (P_{A\_PCI} / PCS)$$

Sendo:

$Q$ : caudal volumétrico.

$PCS$ : poder calorífico superior do gas.

$P_{A\_PCI}$ : potencia de deseño.

Por tanto:

$$Q_{\text{vivienda}} = 31,35 \text{ kW} / 13,8 \text{ kWh /kg} = 2,27 \text{ kg/hora.}$$

$$Q_{\text{baixo}} = 38,6 \text{ kW} / 13,8 \text{ kWh /kg} = 2,79 \text{ kg/hora.}$$

$$Q_{\text{total}} = 60,95 \text{ kW} / 13,8 \text{ kWh /kg} = 5,06 \text{ kg/hora.}$$

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

$$Q = 1,10 \cdot (P_{A\_PCI} / PCS)$$

*Siendo:*

$Q$ : caudal volumétrico.

$PCS$ : poder calorífico superior del gas.

$P_{A\_PCI}$ : potencia de diseño

*Por tanto:*

$$Q_{\text{vivienda}} = 31,35 \text{ kW} / 13,8 \text{ kWh /kg} = 2,27 \text{ kg/hora}$$

$$Q_{\text{bajo}} = 38,6 \text{ kW} / 13,8 \text{ kWh /kg} = 2,79 \text{ kg/hora}$$

$$Q_{\text{total}} = 60,95 \text{ kW} / 13,8 \text{ kWh /kg} = 5,06 \text{ kg/hora}$$



#### Cuestión 4

---

Calculamos o número mínimo de botellas por vaporización empregando a fórmula:

$$N_{\text{vaporización}} = Q_{\text{total}} / V_{\text{botella}}$$

Sendo:

$N_{\text{vaporización}}$  : Número de botellas.

$Q_{\text{total}}$  : Caudal volumétrico total.

$V_{\text{botella}}$  : Vaporización da botella de 35 kg de propano.

Xa que logo:

$$N_{\text{vaporización}} = 5,06 \text{ kg/h} / 1,25 \text{ h/kg} = 4,05 \text{ botellas.}$$

O número mínimo de botellas será de 5.

*Calculamos el número mínimo de botellas por vaporización empleando la fórmula:*

$$N_{\text{vaporización}} = Q_{\text{total}} / V_{\text{botella}}$$

*Siendo:*

$N_{\text{vaporización}}$  : Número de botellas.

$Q_{\text{total}}$  : Caudal volumétrico total.

$V_{\text{botella}}$  : Vaporización de la botella de 35 kg de propano.

*Por tanto:*

$$N_{\text{vaporización}} = 5,06 \text{ kg/h} / 1,25 \text{ h/kg} = 4,05 \text{ botellas.}$$

*El número mínimo de botellas será de 5.*

#### Cuestión 5

---

Para realizarmos o cálculo da batería de botellas debemos calcular previamente o gasto de cada un dos compoñentes da instalación, empregando a fórmula seguinte:

$$\text{Gasto} = (P \cdot 1,1 / \text{PCS}) \cdot n$$

Sendo:

P: potencia.

PCS: poder calorífico superior do gas.

n: número de horas.



Xa que logo:

$$\text{Gasto}_{\text{cocina}} = [(8 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 2\text{h} = 1,27 \text{ kg/día.}$$

$$\text{Gasto}_{\text{forno}} = [(5 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 2\text{h} = 0,78 \text{ kg/día.}$$

$$\text{Gasto}_{\text{caldeira-vivenda}} = [(18 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 4\text{h} = 5,74 \text{ kg/día.}$$

$$\text{Gasto}_{\text{ACS}} = [(21 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 2\text{h} = 3,35 \text{ kg/día.}$$

$$\text{Gasto}_{\text{caldeira-baixo}} = [(14 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 4\text{h} = 4,46 \text{ kg/día.}$$

Sumando todos os valores de gasto individual obtemos un gasto total de:

$$\text{Gasto}_{\text{total}} = (1,27 + 0,78 + 5,74 + 3,35 + 4,46) \text{ kg/día} = 15,60 \text{ kg/día.}$$

Por tanto, o gasto para 15 días será:

$$\text{Gasto}_{15 \text{ días}} = 15,60 \text{ kg/día} \cdot 15 \text{ días} = 234 \text{ kg.}$$

Considerando que a capacidade das botellas é de 35 kg, o número de botellas necesario será de:

$$N_{\text{gasto}} = 234 \text{ kg} / 35 \text{ kg} = 6,68 \text{ botellas} \implies 7 \text{ botellas.}$$

Tendo en conta que  $N(\text{gasto}) > N(\text{vaporización}) \implies$  Será necesaria unha batería de  $7 + 7$  botellas.

*Para realizar el cálculo de la batería de botellas debemos calcular previamente el gasto de cada uno de los componentes de la instalación, empleando la fórmula siguiente:*

$$\text{Gasto} = (P \cdot 1,1 / PCS) \cdot n$$

*Siendo:*

*P: potencia.*

*PCS: poder calorífico superior del gas.*

*n: número de horas.*

*Por tanto:*

$$\text{Gasto}_{\text{cocina}} = [(8 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 2\text{h} = 1,27 \text{ kg/día.}$$

$$\text{Gasto}_{\text{horno}} = [(5 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 2\text{h} = 0,78 \text{ kg/día.}$$

$$\text{Gasto}_{\text{caldera-vivienda}} = [(18 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 4\text{h} = 5,74 \text{ kg/día.}$$

$$\text{Gasto}_{\text{ACS}} = [(21 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 2\text{h} = 3,35 \text{ kg/día.}$$

$$\text{Gasto}_{\text{caldera-bajo}} = [(14 \text{ kW} \cdot 1,1) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] \cdot 4\text{h} = 4,46 \text{ kg/día.}$$



Sumando todos los valores de gasto individual obtenemos un gasto total de:

$$Gasto_{total} = (1,27 + 0,78 + 5,74 + 3,35 + 4,46) \text{ kg/día} = 15,60 \text{ kg/día.}$$

Por tanto, el gasto para 15 días será:

$$Gasto_{15 \text{ días}} = 15,60 \text{ kg/día} \cdot 15 \text{ días} = 234 \text{ kg.}$$

Considerando que la capacidad de las botellas es de 35 kg, el número de botellas necesario será de:

$$N_{gasto} = 234 \text{ kg} / 35 \text{ kg} = 6,68 \text{ botellas} \Rightarrow 7 \text{ botellas.}$$

Teniendo en cuenta que  $N(gasto) > N(vaporización) \Rightarrow$  Será necesaria una batería de 7 + 7 botellas.

### Cuestión 6

Os tramos A-B e B-C pertencen a media presión, sendo a perda de presión admitida de 0,5 bar. Se coñecemos o valor da lonxitude equivalente ( $L_{eq}$ ) e do caudal, podemos utilizar directamente os valores do ábaco para seleccionar a tubaxe necesaria:

$$\text{Caudal do tramo A-B} = 5,06 \text{ kg/h}$$

$$L_{eq(media)} = (L_{A-B} + L_{B-C}) \cdot 1,2$$

Sendo:

$$L_{A-B} = \text{Lonxitude tramo AB.}$$

$$L_{B-C} = \text{Lonxitude tramo BC.}$$

Xa que logo:

$$L_{eq(media)} = (126 + 19) \cdot 1,2 = 174 \text{ metros.}$$

Utilizando o ábaco, para 175 m seleccionamos a tubaxe de 10/12, xa que permite ate 8,89 kg/h (non sería correcto seleccionar a anterior de 8/10, xa que só permite un caudal de 4,92 kg/h, que é inferior ao de 5,06 kg/h).



Los tramos A-B e B-C pertenecen a media presión, siendo la pérdida de presión admitida de 0,5 bar. Si conocemos el valor de la longitud equivalente ( $L_{eq}$ ) y del caudal, podemos utilizar directamente los valores del ábaco para seleccionar la tubería necesaria:

Caudal del tramo A-B = 5,06 kg/h.

$$L_{eq(media)} = (L_{A-B} + L_{B-C}) \cdot 1,2$$

Siendo:

$L_{A-B}$  = Longitud tramo AB.

$L_{B-C}$  = Longitud tramo BC.

Por tanto:

$$L_{eq(media)} = (126 + 19) \cdot 1,2 = 174 \text{ metros.}$$

Utilizando el ábaco, para 175 m seleccionamos la tubería de 10/12, ya que permite hasta 8,89 kg/h (no sería correcto seleccionar la anterior de 8/10, ya que sólo permite un caudal de 4,92 kg/h, que es inferior al de 5,06 kg/h).

### Cuestión 7

Sendo o caudal do tramo B-C de 2,79 kg/h, se utilizamos o ábaco, tendo en conta que a  $L_{eq}$  é de 175 metros, obtemos que a tubaxe para empregar debe ser de 8/10, xa que admite ata 5,06 kg/h.

Siendo el caudal del tramo B-C de 2,79 kg/h, si utilizamos el ábaco, teniendo en cuenta que la  $L_{eq}$  es de 175 metros, obtenemos que la tubería a emplear debe ser de 8/10, ya que admite hasta 5,06 kg/h.

### Cuestión 8

Calculamos a lonxitude equivalente ( $L_{EQ}$ ) do tramo máis desfavorable (D-E)+(E-F)+(F-G) e a perda de carga unitaria ( $\Delta P_{UNITARIA}$ ):

$$L_{eq} = (L_{D-E} + L_{E-F} + L_{F-G}) \cdot 1,2$$

Sendo:

$L_{D-E}$  = Lonxitude tramo DE.

$L_{E-F}$  = Lonxitude tramo EF.

$L_{F-G}$  = Lonxitude tramo FG.

Xa que logo:

$$L_{eq} = (6 + 4 + 3,5) \text{ m} \cdot 1,2 = 16,2 \text{ m}$$

A perda de carga unitaria será:

$$\Delta P_{UNITARIA} = \Delta P_{admitida} / L_{eq} = 5 \text{ mmca} / 16,2 \text{ m} = 0,30 \text{ mmca} / \text{m}$$



Tendo en conta que o caudal da vivenda é de 2,27 kg/h, podemos utilizar o ábaco. Para  $\Delta P_{\text{UNITARIA}} = 0,30$  mmca/m a tubaxe para seleccionar debe ser a de 20/22, xa que vai a permitir un caudal de ata 2,77 kg/h (non sería válida a anterior de 16/18, xa que só permite ata 1,53 kg/h).

*Calculamos la longitud equivalente ( $L_{EQ}$ ) del tramo más desfavorable (D-E)+(E-F)+(F-G) y la pérdida de carga unitaria ( $\Delta P_{\text{UNITARIA}}$ ):*

$$L_{eq} = (L_{D-E} + L_{E-F} + L_{F-G}) \cdot 1,2$$

*Siendo:*

$$L_{D-E} = \text{Longitud tramo DE.}$$

$$L_{E-F} = \text{Longitud tramo EF.}$$

$$L_{F-G} = \text{Longitud tramo FG.}$$

*Por tanto:*

$$L_{EQ} = (6 + 4 + 3,5) \text{ m} \cdot 1,2 = 16,2 \text{ m}$$

*La pérdida de carga unitaria será:*

$$\Delta P_{\text{UNITARIA}} = \Delta P_{\text{admitida}} / L_{eq} = 5 \text{ mmca} / 16,2 \text{ m} = 0,30 \text{ mmca} / \text{m}$$

*Teniendo en cuenta que el caudal de la vivienda es de 2,27 kg/h, podemos utilizar el ábaco. Para  $\Delta P_{\text{UNITARIA}} = 0,30$  mmca/m la tubería a seleccionar debe ser la de 20/22, ya que va a permitir un caudal de hasta 2,77 kg/h (no sería válida la anterior de 16/18, ya que solo permite hasta 1,53 kg/h).*

## Cuestión 9

Tendo en conta que para o tramo E-F:

$$\Delta P_{\text{UNITARIA}} = 5 \text{ mmca} / 16,2 \text{ m} = 0,30 \text{ mmca} / \text{m}$$

Aplicando a fórmula recollida na norma 60670-4:

$$Q = 1,10 \cdot (P_{A\_PCI} / PCS)$$

Sendo:

Q: caudal volumétrico.

PCS: poder calorífico superior do gas.

$P_{A\_PCI}$ : potencia de deseño.

Xa que logo:

$$Q_{EF} = 1,10 \cdot [(23 \text{ kW}) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] = 1,83 \text{ kg/h}$$



Utilizando o ábaco, seleccionamos a tubaxe de 20/22, xa que permite ata 2,77 kg/h (a anterior tubaxe 16/18 non permite o caudal de 1,83 kg/h).

*Teniendo en cuenta que para el tramo E-F:*

$$\Delta P_{\text{UNITARIA}} = 5 \text{ mmca} / 16,2 \text{ m} = 0,30 \text{ mmca} / \text{m}$$

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

$$Q = 1,10 \cdot (P_{A\_PCI} / PCS)$$

*Siendo:*

*Q: caudal volumétrico.*

*PCS: poder calorífico superior del gas.*

*P<sub>A\_PCI</sub> : potencia de diseño.*

*Por tanto:*

$$Q_{EF} = 1,10 \cdot [(23 \text{ kW}) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] = 1,83 \text{ kg/hora}$$

*Utilizando el ábaco, seleccionamos la tubería de 20/22, ya que permite hasta 2,77 kg/h (la anterior tubería 16/18 no permite el caudal de 1,83 kg/h).*

### Cuestión 10

---

Tendo en conta que para o tramo F-G:

$$\Delta P_{\text{UNITARIA}} = 5 \text{ mmca} / 16,2 \text{ m} = 0,30 \text{ mmca} / \text{m}$$

Aplicando a fórmula recollida na norma 60670-4:

$$Q = 1,10 \cdot (P_{A\_PCI} / PCS)$$

Sendo:

*Q: caudal volumétrico.*

*PCS: poder calorífico superior do gas.*

*P<sub>A\_PCI</sub> : potencia de deseño.*

Xa que logo:

$$Q_{FG} = 1,10 \cdot [(18 \text{ kW}) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] = 1,43 \text{ kg/hora}$$

Utilizando o ábaco, seleccionamos a tubaxe de 16/18, xa que permite ata 1,53 kg/h (a anterior tubaxe 13/15 non permite o caudal de 1,43 kg/h).



*Teniendo en cuenta que para el tramo F-G:*

$$\Delta P_{UNITARIA} = 5 \text{ mmca} / 16,2 \text{ m} = 0,30 \text{ mmca} / \text{m}$$

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

$$Q = 1,10 \cdot (P_{A\_PCI} / PCS)$$

*Siendo:*

*Q: caudal volumétrico.*

*PCS: poder calorífico superior del gas.*

*P<sub>A\\_PCI</sub>: potencia de diseño.*

*Por tanto:*

$$Q_{FG} = 1,10 \cdot [(18 \text{ kW}) / (13,8 \text{ kWh} / \text{kg})] = 1,43 \text{ kg/hora}$$

*Utilizando el ábaco, seleccionamos la tubería de 16/18, ya que permite hasta 1,53 kg/h (la anterior tubería 13/15 no permite el caudal de 1,43 kg/h).*