



Proba de

Código

IGA

Instalador/ora de gas

Categoría A

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

- 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.

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.

2. Exercicio

Problema 1 [3,5 puntos]

O esquema da figura representa unha instalación receptora de gas natural conectada a unha rede de distribución alimentada a 1000 mmca para unha edificación plurifamiliar con seis vivendas (todas coas mesmas instalacións de gas). Xusto antes do contador hai un regulador coa saída a 22 mbar, funcionando os aparellos a 19 mbar. A perda de carga do contador é de 0,5 mbar.

- Hs do gas natural = 10500 kcal/m³.
- Potencias referidas ao Hi.

Os factores de simultaneidade, S_2 en función do número de vivendas, son:

- S_2 (6 vivendas) = 0,63 / S_2 (4 vivendas) = 0,72 / S_2 (2 vivendas) = 0,88.

Responda ás cuestións formuladas na páxina seguinte.

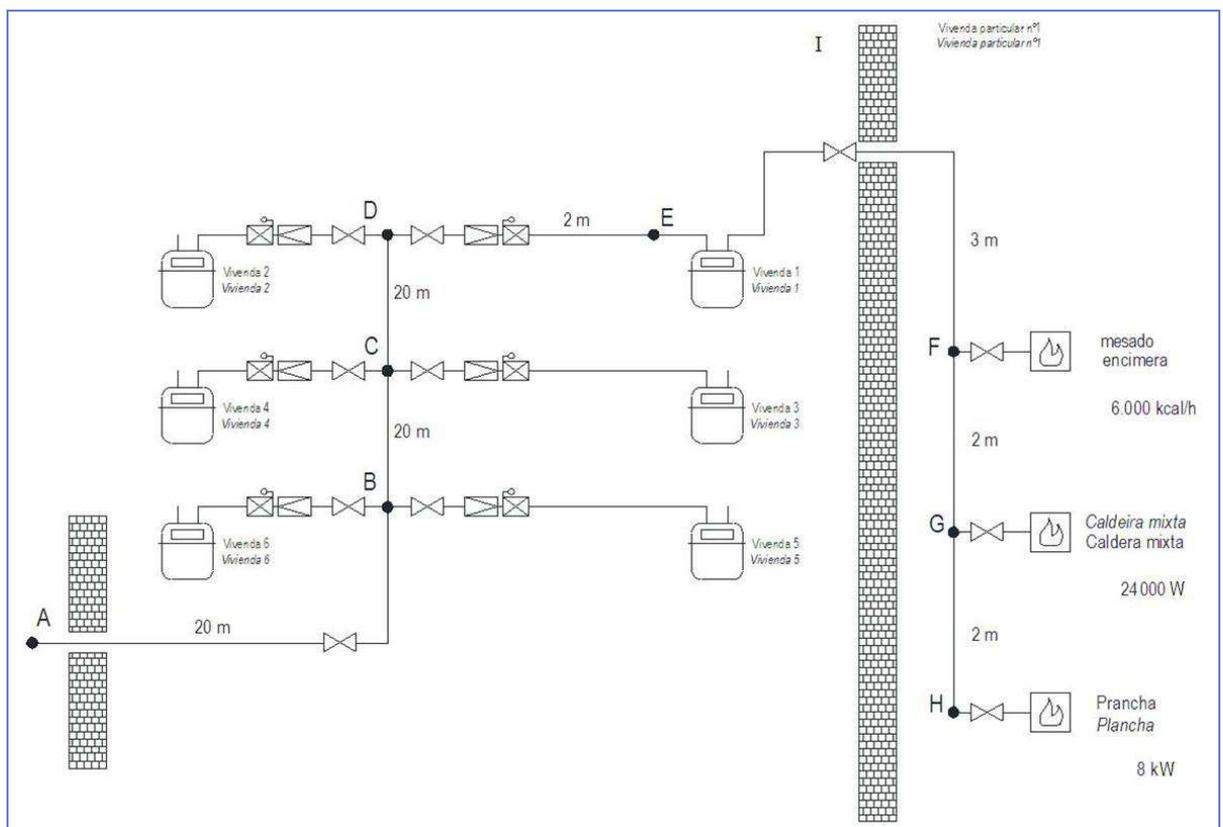
El esquema de la figura representa una instalación receptora de gas natural conectada a una red de distribución alimentada a 1000 mmca para una finca plurifamiliar con seis viviendas (todas con las mismas instalaciones de gas). Justo antes del contador hay un regulador con la salida a 22 mbar, funcionando los aparatos a 19 mbar. La pérdida de carga del contador es de 0,5 mbar.

- Hs del gas natural = 10500 (kcal/h)/m³.
- Potencias referidas al Hi.

Los factores de simultaneidad, S_2 en función del número de viviendas, son:

- S_2 (6 viviendas) = 0,63 / S_2 (4 viviendas) = 0,72 / S_2 (2 viviendas) = 0,88.

Responda a las cuestiones planteadas en la página siguiente.





1. Calcular o caudal de deseño para os tramos E-F, F-G e G-H. [1,5 puntos]

Calcular el caudal de diseño para los tramos E-F, F-G y G-H. [1,5 puntos]
2. Calcular a perda de carga por unidade por lonxitude en mmcda/m (tramo E-H). [0,5 puntos]

Calcular la pérdida de carga por unidad por longitud en mmcda/m (tramo E-H). [0,5 puntos]
3. Calcular o caudal de gas de deseño da acometida interior (tramo A-B) en m³/h. [0,5 puntos]

Calcular el caudal de gas de diseño de la acometida interior (tramo A-B) en m³/h. [0,5 puntos]
4. Cal é o caudal máximo de gas por hora para unha das vivendas, supondo que os tres aparellos da vivenda funcionaran á vez durante esa hora? [1 punto]

¿Cuál es el caudal máximo de gas por hora para una de las viviendas, suponiendo que los tres aparatos de la vivienda funcionasen a la vez durante esa hora? [1 punto]

Problema 2 [3,5 puntos]

Nun chalé están instaladas unha cociña de 8 kW e unha caldeira mixta de 30 kW (ambas as potencias referidas ao poder calorífico inferior). Tendo en conta que a cociña se emprega unhas dúas horas ao día e a caldeira unhas cinco horas ao día (entre calefacción e AQS e por termo medio), responda ás seguintes cuestións (o gas empregado é propano: Hs = 13,84 kWh/kg; densidade = 2,095 kg/m³(n)):

En un chalet se encuentran instaladas una cocina de 8 kW y una caldera mixta de 30 kW (ambas potencias referidas al poder calorífico inferior). Teniendo en cuenta que la cocina se emplea unas dos horas al día y la caldera unas cinco horas al día (entre calefacción y ACS y por término medio), responda a las siguientes cuestiones (el gas empleado es propano: Hs = 13,84 kWh/kg; densidad = 2,095 kg/m³(n)):

1. Cal é o grao de gasificación da vivenda? [0,5 puntos]

¿Cuál es el grado de gasificación de la vivienda? [0,5 puntos]
2. Calcular o volume total de gas consumido durante 30 días consecutivos co gasto diario anteriormente explicado. [1,5 puntos]

Calcular el volumen total del gas consumido durante 30 días consecutivos con el gasto diario anteriormente explicado. [1,5 puntos]
3. Para un caudal de gas de 1 m³(n)/h na tubaxe desde o depósito ao quentador, calcular o diámetro mínimo da conducción supondo unha distancia de 10 metros e unha presión mínima na chave do quentador de 500 mmca e que a presión de servizo desde o depósito é de 1,75 bar. O gas empregado é propano das seguintes características: Hs = 13,84 kWh/kg; densidade = 2,095 kg/m³(n). [1,5 puntos]

Para un caudal de gas de 1 m³(n)/h en la tubería desde el depósito al calentador, calcular el diámetro mínimo de la conducción suponiendo una distancia de 10 metros y una presión mínima en la llave del calentador de 500 mmca y que la presión de servicio desde el depósito es 1,75 bar. El gas empleado es propano de las siguientes características: Hs = 13,84 kWh/kg; densidad = 2,095 kg/m³(n). [1,5 puntos]



Problema 3 [1,5 puntos]

Un queimador de potencia 160132 kcal/h está proxectado para queimar un gas de poder calorífico superior de 22876 kcal/m³ e densidade relativa de valor 1,96. Este queimador, cunha perda de carga de 12 mbar, agora, ten que funcionar con outro gas que ten unha densidade relativa de valor 1 e poder calorífico superior de 10320 kcal/m³. Con estes datos, e aplicando as fórmulas que se dan, calcular o caudal e a perda de carga a través deste para o novo gas.

Fórmula para a potencia dun queimador de gas en kcal/h:

$$P = (W / 700) \cdot S \cdot c \cdot \sqrt{\Delta p} = Q \cdot H \quad W = \frac{H}{\sqrt{d}}$$

Sendo:

- Q = Caudal en m³/h do gas que pasa a través do queimador.
- c = Coeficiente de descarga (0,60 ÷ 0,97 adimensional). Tomarase para este problema o valor de 0,70.
- Δp = Perda de carga en mbar.
- d = Densidade relativa do fluído (densidade do aire: 1 kg/m³).
- S = Sección do orificio do queimador en mm².
- H = Poder calorífico superior en kcal/m³.
- W = Índice de Wobbe.

Un quemador de potencia 160132 kcal/h está proyectado para quemar un gas de poder calorífico superior de 22876 kcal/m³ y densidad relativa de valor 1,96. Este quemador, con una pérdida de carga de 12 mbar, ahora, tiene que funcionar con otro gas que tiene una densidad relativa de valor 1 y poder calorífico superior de 10320 kcal/m³. Con estos datos, y aplicando las fórmulas que se dan, calcular el caudal y la pérdida de carga a través del mismo para el nuevo gas.

Fórmula para la potencia de un quemador de gas en kcal/h:

$$P = (W / 700) \cdot S \cdot c \cdot \sqrt{\Delta p} = Q \cdot H \quad w = \frac{H}{\sqrt{d}}$$

Siendo:

- Q = Caudal en m³/h del gas que pasa a través del quemador.
- c = Coeficiente de descarga (0,60 ÷ 0,97 adimensional). Se tomará para este problema el valor de 0,70.
- Δp = Pérdida de carga en mbar.
- d = Densidad relativa del fluido (densidad del aire: 1 kg/m³)
- S = Sección del orificio del quemador en mm².
- H = Poder calorífico superior en kcal/m³.
- W = Índice de Wobbe.



Problema 4 [1,5 puntos]

No problema anterior supúñase que a sección do queimador non cambiaba. Supoñamos agora, que a presión dispoñible do novo gas é demasiado baixa. Temos que buscar unha solución aumentando a área do queimador, de tal maneira que a perda de carga non varíe. Pídese:

En el problema anterior se suponía que la sección del quemador no cambiaba. Supongamos ahora, que la presión disponible del nuevo gas es demasiado baja. Tenemos que buscar una solución aumentando el área del quemador, de tal manera que la pérdida de carga no varíe. Se pide:

1. Cál é a nova sección en función da sección inicial e dos índices de Wobbe inicial e final. [1 punto]

¿Cuál es la nueva sección en función de la sección inicial y los índices de Wobbe inicial y final. [1 punto]

2. Se a sección inicial era 120 mm^2 , cal deberá ser a área da sección final? [0,5 puntos]

Si la sección inicial era 120 mm^2 , ¿cuál deberá ser el área de la sección final? [0,5 puntos]



3. Solucións

Problema 1

Cuestión 1

Consumos enerxéticos dos aparellos:

Consumos enerxéticos de los aparatos:

Mesado / Encimera: 6000 kcal/h.

Caldeira mixta / Caldera mixta: 24000 W.

Prancha / Plancha: 8 kW.

Conversión a kcal/h:

$$8\text{kW} = \frac{8\text{kJ}}{\text{s}} \cdot \frac{1\text{kcal}}{4,186\text{kJ}} \cdot \frac{3600\text{s}}{\text{h}} = 6880 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$24000\text{W} = \frac{24000\text{J}}{\text{s}} \cdot \frac{1\text{cal}}{4,186\text{J}} \cdot \frac{1\text{kcal}}{1000\text{cal}} \cdot \frac{3600\text{s}}{\text{h}} = 20640 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

A potencia de deseño prevista para unha instalación de vivenda, P, segundo a UNE 60670-4 é:

La potencia de diseño prevista para una instalación de vivienda, P, según la UNE 60670-4 es:

$P=(A+B+(C+D+\dots)/2) \cdot 1,1$, que expresado de forma equivalente:

$$P = \left(A + B + \frac{C + D + \dots}{2} \right) \cdot 1,1$$

A, B: Consumos caloríficos dos aparellos de maior consumo (referidos a Hi).

A, B: Consumos caloríficos de los aparatos de mayor consumo (referidos a Hi).

C, D, ...: Consumos caloríficos do resto de aparellos (referidos a Hi).

C, D, ...: Consumos caloríficos del resto de aparatos (referidos a Hi).

1,1: coeficiente corrector (relación Hs/Hi).

1,1: coeficiente corrector (relación Hs/Hi).

O caudal de deseño para unha instalación individual segundo a UNE 60670-4 é:

El caudal de diseño para una instalación individual según la UNE 60670-4 es:

$Q=P/H_s=(A+B+(C+D+\dots)/2) \cdot 1,1/H_s$, que expresado de forma equivalente:

$$Q = \frac{P}{H_s} = \frac{\left(A + B + \frac{C + D + \dots}{2} \right) \cdot 1,1}{H_s}$$

H_s = Poder calorífico superior do gas suministrado.

H_s = Poder calorífico superior del gas suministrado.



$$Q_{si_{E-F}} = \frac{\left(20640 + 6880 + \frac{6000}{2}\right) \cdot 1,1}{10500} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/m}^3} = 3,20 \text{m}^3/\text{h}$$

$$Q_{si_{F-G}} = \frac{(20640 + 6880) \cdot 1,1}{10500} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/m}^3} = 2,88 \text{m}^3/\text{h}$$

$$Q_{si_{G-H}} = \frac{6880 \cdot 1,1}{10500} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/m}^3} = 0,72 \text{m}^3/\text{h}$$

Cuestión 2

Para compensar a perda de carga tómasse como lonxitude da tubaxe a lonxitude real incrementada nun 20 % , a cal se denomina lonxitude equivalente:

Para compensar la pérdida de carga se toma como longitud de la tubería la longitud real incrementada en un 20 %, la cual se denomina longitud equivalente:

$$L_E = 1,2 \cdot L_R$$

Onde:

Donde:

L_E = Lonxitude equivalente.

L_E = Longitud equivalente.

L_R = Lonxitude real.

L_R = Longitud real.

$$L_E = (7 \cdot 1,2) \text{ m} = 8,4 \text{ m.}$$

A perda de carga por unidade de lonxitude:

La pérdida de carga por unidad de longitud:

$$\frac{22 - 19 - 0,5}{8,4} \cdot \frac{\text{mbar}}{\text{m}} = 0,29 \text{ mbar/m ; cambiando de unidades:}$$

$$0,29 \frac{\text{mbar}}{\text{m}} \cdot \frac{1 \text{ mmca}}{0,0981 \text{ mbar}} = 2,9 \text{ mmca/m}$$

Cuestión 3

$$Q_{sc} = Q_{si} N S_2$$

N: número de vivendas.

N: número de viviendas.

$$S_2(6 \text{ vivendas}) = 0,63$$

$$S_2(6 \text{ viviendas}) = 0,63$$

$$Q_{sc_{A-B}} = 3,20 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 6 \text{ vivendas} \cdot \frac{0,63}{\text{vivienda}} = 12,10 \text{m}^3/\text{h}$$



Cuestión 4

Coefficiente corrector (relación H_s/H_i): 1,1

$$\frac{(6000 + 20640 + 6880) \cdot 1,1}{10500} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/m}^3} = 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Problema 2

Cuestión 1

$$P = (30+8) \text{ kW} \cdot 1,1 = 41,8 \text{ kW}$$

Coefficiente corrector (relación H_s/H_i): 1,1

O grao de gasificación é grao 2, xa que 41,8 kW é maior que 30 kW e menor que 70 kW.

El grado de gasificación es grado, 2 ya que 41,8 kW es mayor que 30 kW y menor que 70 kW.

Cuestión 2

$H_s = 13,84 \text{ kWh/kg}$; densidade = $2,095 \text{ kg/m}^3(\text{n})$.

$H_s = 13,84 \text{ kWh/kg}$; densidad = $2,095 \text{ kg/m}^3(\text{n})$.

Coefficiente corrector (relación H_s/H_i): 1,1

Para a cociña:

Para la cocina:

$$Q_{\text{si}_{\text{cociña}}} = \frac{8 \cdot 1,1}{13,84} \cdot \frac{\text{kW}}{\text{kWh/kg}} = 0,6358 \text{ kg/h}$$

Como a cociña traballa dúas horas ao día:

Como la cocina trabaja dos horas al día:

$$0,6358 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 2 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 1,27 \text{ kg/día}$$

Como funciona 30 días:

$$1,27 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \cdot 30 \text{ días} = 38,1 \text{ kg}; \text{ que pasando a } \text{m}^3(\text{n}) \text{ en 30 días será:}$$

$$\frac{38,1 \text{ kg}}{2,095 \text{ kg/m}^3(\text{n})} = 18,18 \text{ m}^3(\text{n})$$

Para a caldeira:

Para la caldera:

$$Q_{\text{si}_{\text{caldeira}}} = \frac{30 \cdot 1,1}{13,84} \cdot \frac{\text{kW}}{\text{kWh/kg}} = 2,384 \text{ kg/h}$$



Como a caldeira traballa cinco horas ao día:

Como la caldera trabaja cinco horas al día:

$$2,384 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 5 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 11,92 \text{ kg/día}$$

Como funciona 30 días: $11,92 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \cdot 30 \text{ días} = 357,6 \text{ kg}$; que pasando a $\text{m}^3(\text{n})$ en 30 días será:

$$\frac{357,6 \text{ kg}}{2,095 \text{ kg/m}^3(\text{n})} = 170,69 \text{ m}^3(\text{n})$$

Volume total de gas consumido: $18,18\text{m}^3(\text{n}) + 170,69\text{m}^3(\text{n}) = 188,87 \text{ m}^3(\text{n})$.

Volumen total del gas consumido: $18,18\text{m}^3(\text{n}) + 170,69\text{m}^3(\text{n}) = 188,87 \text{ m}^3(\text{n})$.

Cuestión 3

O diámetro mínimo da conducción calcúlase a partir da velocidade máxima de circulación do gas co fin de que o ruído que puidese producirse non chegue a ser molesto (UNE 60670), así que utilizaremos a expresión da velocidade máxima permitida para o gas de 20 m/s:

El diámetro mínimo de la conducción se calcula a partir de la velocidad máxima de circulación del gas a fin de que el ruido que pudiera producirse no llegue a ser molesto (UNE 60670), así que utilizaremos la expresión de la velocidad máxima permitida para el gas de 20 m/s:

$$V = (354 \cdot Q) / (P \cdot D^2) \leq 20 \text{ m/s.}$$

Onde:

Onde:

354 = constante para cinguirse ás unidades seguintes.

354 = constante para ceñirse a las unidades siguientes.

V = velocidade do gas en m/seg.

V = velocidad del gas en m/seg.

Q = caudal do gas expresado $\text{m}^3(\text{n})/\text{h}$.

Q = caudal del gas expresado $\text{m}^3(\text{n})/\text{h}$.

D = diámetro interior da conducción en mm.

D = diámetro interior de la conducción en mm.

P = presión absoluta ao final do tramo en bar.

P = presión absoluta al final del tramo en bar.

$20 = 354 \cdot 1 / (1,05 \cdot D^2)$, despexando o diámetro:

$20 = 354 \cdot 1 / (1,05 \cdot D^2)$, despejando el diámetro:

$$\frac{20}{354} = \frac{1}{1,05 \cdot D^2}; D = \sqrt{\frac{354}{20 \cdot 105}} = 4,105 \text{ mm.}$$

Como estamos en gas propano cunha presión de 1,75 bar, este permítenos moita perda de carga e a ecuación de Renouard permitiría utilizar unha conducción de menor diámetro.

Como estamos en gas propano con una presión de 1,75 bar, este nos permite mucha pérdida de carga y la ecuación de Renouard permitiría utilizar una conducción de menor diámetro.



Como $P > 50$ mbar, o diámetro comercial calcularíase a partir da fórmula de Renouard para redes de alta e media presión.

Como $P > 50$ mbar, el diámetro comercial se calcularía a partir de la fórmula de Renouard para redes de alta y media presión.

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 \cdot d \cdot L_E \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

P_a : presión absoluta ao inicio dun tramo de instalación en bar.

P_a : presión absoluta al inicio de un tramo de instalación en bar.

P_b : presión absoluta ao final dun tramo de instalación en bar.

P_b : presión absoluta al final de un tramo de instalación en bar.

d : densidade relativa do gas.

d : densidad relativa del gas.

L_E : lonxitude equivalente do tramo en m.

L_E : longitud equivalente del tramo en m.

Q : caudal en $m^3(n)/h$.

Q : caudal en $m^3(n)/h$.

D : diámetro interior da conducción en mm.

D : diámetro interior de la conducción en mm.

Con esta ecuación de Renouard obteríase un diámetro de 2,97 mm.

Con esta ecuación de Renouard se obtendría un diámetro de 2,97 mm.

$$D = \sqrt[4,82]{\frac{48,6 \cdot d \cdot L_E \cdot Q^{1,82}}{P_a^2 - P_b^2}} = \sqrt[4,82]{\frac{48,6 \cdot 2,095 \cdot 12}{2,75^2 - 1,05^2}} = 2,97 \text{ mm.}$$

Para este diámetro e caudal comprobamos que se cumpre a segunda condición de aplicación da ecuación de Renouard $Q/D=0,34 < 150$.

Para este diámetro y caudal comprobamos que se cumple la segunda condición de aplicación de la ecuación de Renouard $Q/D=0,34 < 150$.

Xa que logo, necesitaríamos como mínimo una tubaxe con 4,105 mm de diámetro para cumprir co requisito de 20 m/s de velocidade máxima de gas.

Por lo tanto, necesitaríamos como mínimo una tubería con 4,105 mm de diámetro para cumplir con el requisito de 20 m/s de velocidad máxima de gas.



Problema 3

$$Q_i = \frac{P_i}{H_i} = \frac{160132 \text{ kcal/h}}{22876 \text{ kcal/m}^3} = 7 \text{ m}^3/\text{h}.$$

O índice de Woobe inicial será:

El índice de Woobe inicial será:

$$W_i = \frac{H_i}{\sqrt{d_i}} = \frac{22876 \text{ kcal/m}^3}{\sqrt{1,96}} = 16340 \text{ kcal/m}^3$$

O caudal final será:

El caudal final será:

$$Q_f = \frac{P_f}{H_f} = \frac{160132 \text{ kcal/h}}{10320 \text{ kcal/m}^3} = 15,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

O índice de Woobe final será:

El índice de Woobe final será:

$$W_f = \frac{H_f}{\sqrt{d_f}} = \frac{10320 \text{ kcal/m}^3}{1} = 10320 \text{ kcal/m}^3$$

Agora igualamos a fórmula do queimador para as dúas situacións:

Ahora igualamos la fórmula del quemador para las dos situaciones:

$$P = \left(\frac{W_i}{700} \right) \cdot S \cdot c \cdot \sqrt{\Delta p_i} = \left(\frac{W_f}{700} \right) \cdot S \cdot c \cdot \sqrt{\Delta p_f}$$

A perda de carga é:

La pérdida de carga es:

$$\Delta p_f = \left(\frac{W_i}{W_f} \right)^2 \cdot \Delta p_i = \left(\frac{16340 \text{ kcal/m}^3}{10320 \text{ kcal/m}^3} \right)^2 \cdot 12 \text{ mbar} = 30,08 \text{ mbar}$$



Problema 4

Cuestión 1

Igualando de novo a fórmula do queimador para as dúas situacións:

Igualando de nuevo la fórmula del quemador para las dos situaciones:

$$P = \left(\frac{W_i}{700} \right) \cdot S_i \cdot c \cdot \sqrt{\Delta p_i} = \left(\frac{W_f}{700} \right) \cdot S_f \cdot c \cdot \sqrt{\Delta p_f}$$

Tense que:

Se tiene que:

$$S_f = \left(\frac{W_i}{W_f} \right) \cdot \left(\frac{\sqrt{\Delta p_i}}{\sqrt{\Delta p_f}} \right) \cdot S_i$$

Se a presión non varía:

Si la presión no varía:

$$\Delta p_i = \Delta p_f$$

Logo:

Luego:

$$S_f = \left(\frac{W_i}{W_f} \right) \cdot S_i$$

Cuestión 2

Aplicando o anterior:

Aplicando lo anterior:

$$S_f = \left(\frac{W_i}{W_f} \right) \cdot S_i = \left(\frac{16340 \text{ kcal/m}^3}{10320 \text{ kcal/m}^3} \right) \cdot 120 \text{ mm}^2 = 190 \text{ mm}^2$$