



Proba de

Código

IGB

Instalador/ora de gas

Categoría B

Parte 2. Proba práctica



1. Formato da proba

Formato

- A proba consta de tres 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.

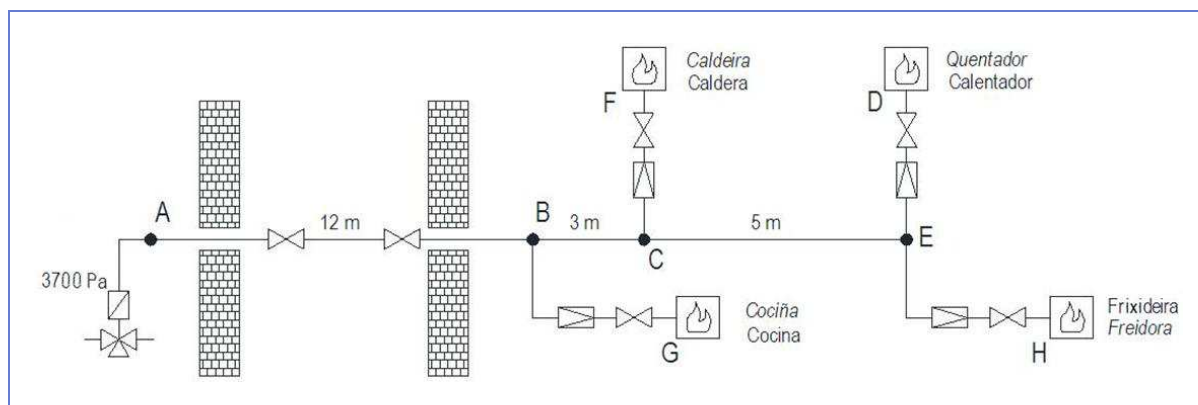


2. Exercicio

Problema 1 [4 puntos]

Temos unha instalación receptora de gas butano (H_s 11800 kcal/kg) conectada a unha batería de botellas UD 125 que alimenta un restaurante. O regulador está a carón da batería. A presión de saída do regulador é de 3700 Pa, chegando ao punto E a 2800 Pa. O restaurante está equipado cunha cociña de 6000 kcal/h funcionando 3 h/día, unha caldeira de 10000 kcal/h funcionando 6 h/día, un quentador de 8000 kcal/h funcionando 5 h/día e unha frixideira de 1500 kcal/h funcionando 4 h/día. A vaporización das botellas é de $V_p = 1,25$ kg/h.

Tenemos una instalación receptora de gas butano (H_s 11800 kcal/kg) conectada a una batería de botellas UD 125 que alimenta un restaurante. El regulador está junto a la batería. La presión de salida del regulador es de 3700 Pa, llegando al punto E a 2800 Pa. El restaurante está equipado con una cocina de 6000 kcal/h funcionando 3 h/día, una caldera de 10000 kcal/h funcionando 6 h/día, un calentador de 8000 kcal/h funcionando 5 h/día y una freidora de 1500 kcal/h funcionando 4 h/día. La vaporización de las botellas es de $V_p = 1,25$ kg/h.



1. Calcular o caudal simultáneo de cada aparello e o total en kg/día. [1 punto]

Calcular el caudal simultáneo de cada aparato y el total en kg/día. [1 punto]

2. Calcular o número de botellas (configuración) necesarias e a súa autonomía, así como a configuración necesaria para unha autonomía de 10 días. [1 punto]

Calcular el número de botellas (configuración) necesarias y la autonomía de la misma, así como la configuración necesaria para una autonomía de 10 días. [1 punto]

3. Calcular o caudal de cada tramo en kg/h (A-B, B-G, B-C, C-E, C-F, E-D, E-H). [1 punto]

Calcular el caudal de cada tramo en kg/h (A-B, B-G, B-C, C-E, C-F, E-D, E-H). [1 punto]

4. Calcular a perda de carga por unidade de lonxitude no tramo A-E en mmcd/m. [1 punto]

Calcular la pérdida de carga por unidad de longitud en el tramo A-E en mmcd/m. [1 punto]



Problema 2 [2 puntos]

Un contador de gas para unha caldeira funcionando a máximo rendemento contabiliza un consumo de $0,04 \text{ Nm}^3$ nun minuto de tempo. O PCS do gas empregado é de 9000 kcal/Nm^3 . Responda ás seguintes cuestións:

Un contador de gas para una caldera funcionando a máximo rendimiento contabiliza un consumo de $0,04 \text{ Nm}^3$ en un minuto de tiempo. El PCS del gas empleado es de 9000 kcal/Nm^3 . Responda a las siguientes cuestiones:

1. Calcular a potencia nominal de la caldeira. [1 punto]

Calcular la potencia nominal de la caldera. [1 punto]

2. Se o rendemento da caldeira é do 93 % (referido ao PCS), cal é a potencia útil? [1 punto]



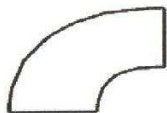


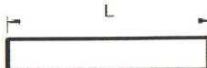
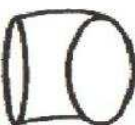


Si el rendimiento de la caldera es del 93 % (referido al PCS), ¿cuál es la potencia útil? [1 punto]

Problema 3 [4 puntos]

Preténdese instalar nunha vivenda un quentador de gas de 30 kW de consumo calorífico nominal, referido ao poder calorífico superior do gas, de xeito que o conduto de evacuación de produtos da combustión desemboque nun patio de ventilación. [4 puntos]

Se pretende instalar en una vivienda un calentador de gas de 30 kW de consumo calorífico nominal, referido al poder calorífico superior del gas, de modo que el conducto de evacuación de productos de la combustión desemboque en un patio de ventilación. [4 puntos]

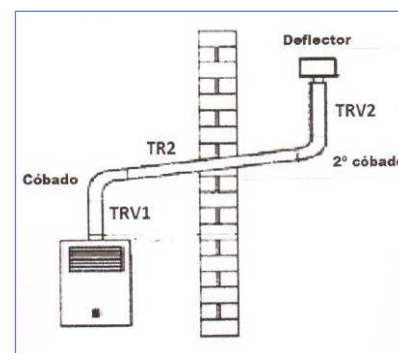
Diámetro interior mínimo de conductos de evacuación directa ao exterior ou a patio de ventilación e puntuación mínima do conduto, para aparellos de gas de circuíto aberto conducidos de tiro natural		
Diámetro interior mínimo de conductos de evacuación directa al exterior o a patio de ventilación y puntuación mínima del conducto, para aparatos de gas de circuito abierto conducidos de tiro natural		
Consumo calorífico nominal do aparello Consumo calorífico nominal del aparato (kW) (H_i)	Diámetro interior mínimo do conduto Diámetro interior mínimo del conducto (mm)	Puntuación mínima do conduto segundo a valoración da táboa da páxina seguinte Puntuación mínima del conducto según la valoración de la tabla de la página siguiente
$Q_n \leq 11,5$	90	+1
$11,5 < Q_n \leq 23,0$	110	+1
$23,0 < Q_n \leq 30,7$	125	+1
$30,7 < Q_n \leq 39,0$	139	+1
$39,0 < Q_n \leq 45,0$	150	+1
$Q_n > 45,0$	175	+1

Valoración de singularidades en conducto de evacuación directa ao exterior ou patio de ventilación. Aparellos a gas de circuito aberto de tiro natural Valoración de singularidades en conducto de evacuación directa al exterior o patio de ventilación. Aparatos a gas de circuito abierto de tiro natural			
	Cota total gañada no conducto por calquera concepto (H en cm) Cota total gañada en el conducto por cualquier concepto (H en cm) + 0,1 x H		Cóbado > 45° e ≤ 90° Horizontal - Vertical Codo > 45° y ≤ 90° Horizontal - Vertical -0,3
	Cóbado > 45° e ≤ 90° Vertical - Horizontal Codo > 45° y ≤ 90° Vertical - Horizontal -2		Cóbado ≤ 45° Horizontal ascendente Codo ≤ 45° Horizontal ascendente -0,1
	Cóbado ≤ 45° Vertical ascendente Codo ≤ 45° Vertical ascendente -1		Lonxitude tramos rectos (L en m) Longitud tramos rectos (L en m) -0,5 x L
	Cóbado > 45° e ≤ 90° Non vertical - Non ascendente Codo > 45° y ≤ 90° No vertical - No ascendente -2		Deflector UNE 60406 Deflector UNE 60406 -0,3
	Cóbado ≤ 45° Non vertical - Non ascendente Codo ≤ 45° Non vertical - Non ascendente -1		

1. Pódese instalar o devandito calentador se o conducto está formado polos elementos que se indican a continuación? Razoe a resposta. [1,5 punto]

¿Se puede instalar dicho calentador si el conducto está formado por los elementos que se indican a continuación? Razone la respuesta. [1,5 punto]

- Tramo vertical de 25 cm de lonxitude conectado ao colarriño do calentador (TRV1).
- Un cóbado vertical-horizontal con curvatura lixeiramente superior a 45°.
- Un tramo recto de 1,50 m con pendente lixeiramente positiva (TR2) (considérese horizontal).
- Un cóbado horizontal-vertical (2ºcóbado) con curvatura lixeiramente superior a 45°.
- Un tramo vertical de 20 cm (TRV2).
- Un deflector.



- Un tramo vertical de 25 cm de longitud conectado al collarín del calentador (TRV1).
- Un codo vertical-horizontal con curvatura ligeramente superior a 45°.
- Un tramo recto de 1,50 m con pendiente ligeramente positiva (TR2) (considérese horizontal).

[...]



- Un codo horizontal-vertical (2º codo) con curvatura ligeramente superior a 45°.
- Un tramo vertical de 20 cm (TRV2).
- Un deflector.

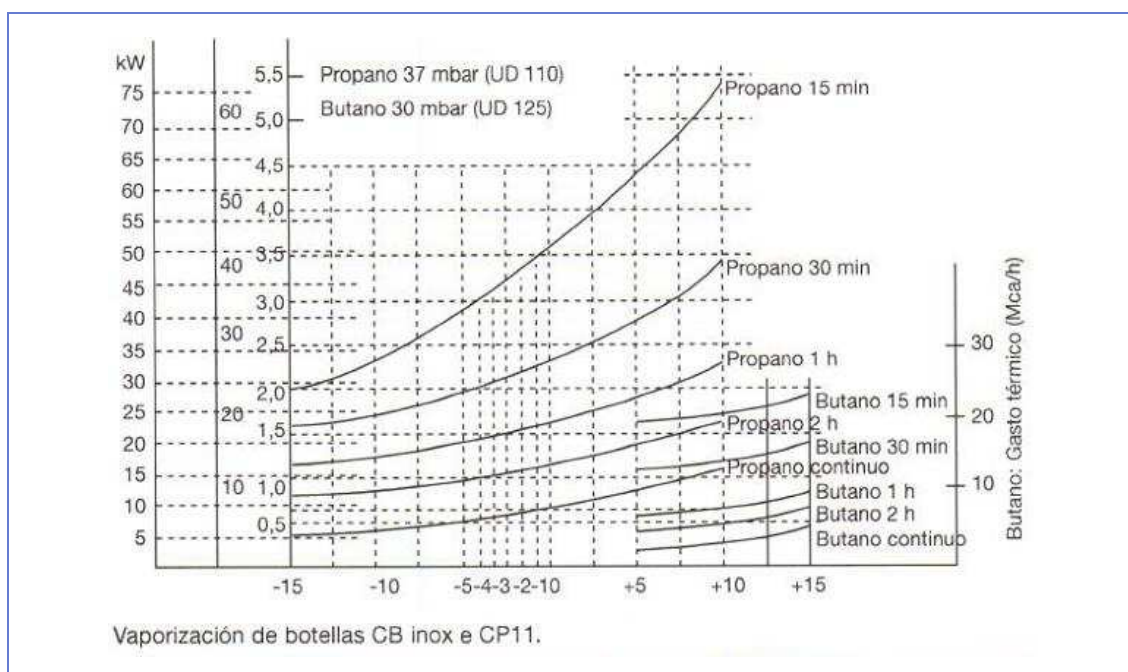
2. Cal debe ser o diámetro interior mínimo do conduto de evacuación de produtos da combustión? [0,5 puntos]

¿Cuál debe ser el diámetro interior mínimo del conducto de evacuación de productos de la combustión? [0,5 puntos]

3. Se o calentador funcionase de xeito continuo durante unha hora, utilizando o gráfico de vaporización, xustifique se é posible alimentalo cun só envase de propano de 11 kg (UD-110), instalado nunha galería aberta ao exterior na que se prevé unha temperatura mínima de -3 °C. [1 pto]

Si el calentador funcionara de forma continua durante una hora, utilizando el gráfico de vaporización, justifique si es posible alimentarlo con un solo envase de propano de 11 kg (UD-110), instalado en una galería abierta al exterior en la que se prevé una temperatura mínima de -3° C. [1 punto]

- Densidade do propano: $d = 1,85 \text{ kg/m}^3$.
- Poder calorífico superior do propano: $27,3 \text{ kWh/m}^3$.
- Densidad del propano: $d = 1,85 \text{ kg/m}^3$
- Poder calorífico superior del propano = $27,3 \text{ kWh/m}^3$



4. Se nas probas de combustión do calentador obtemos que a temperatura dos fumes é moi alta, o O₂ baixo, o CO₂ ten valores elevados e o CO_{corrigido} con tendencia a ser alto, que anomalía nos están indicando estes resultados? Indique dúas posibles causas. [1 punto]

Si en las pruebas de combustión del calentador obtenemos que la temperatura de los humos es muy alta, el O₂ bajo, el CO₂ tiene valores elevados y el CO_{corregido} tendencia a ser alto, ¿qué anomalía nos están indicando estos resultados? Indique dos posibles causas. [1 punto]



3. Solucións

Problema 1

Cuestión 1

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

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

$$P=(A+B+C+D+\dots)\cdot 1,1$$

Onde:

Donde:

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 destas características segundo a UNE 60670-4 é:

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

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

Hs = Poder calorífico superior do gas subministrado.

Hs = Poder calorífico superior del gas suministrado.

$$Q_{SiCociña} = \frac{6000 \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 0,559 \text{ kg/h}, \text{ que en kg/día: } 0,559 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 3 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 1,68 \text{ kg/día}$$

$$Q_{SiCaldeira} = \frac{10000 \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 0,932 \text{ kg/h}, \text{ que en kg/día: } 0,932 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 6 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 5,59 \text{ kg/día}$$

$$Q_{SiQuentador} = \frac{8000 \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 0,746 \text{ kg/h}, \text{ que en kg/día: } 0,746 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 5 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 3,73 \text{ kg/día}$$

$$Q_{SiFrixideira} = \frac{1500 \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 0,140 \text{ kg/h}, \text{ que en kg/día: } 0,140 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 4 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 0,56 \text{ kg/día}$$

$$Q_{\text{total}} = (1,68+5,59+3,73+0,56) \text{ kg/día} = 11,56 \text{ kg/día}.$$



Cuestión 2

$$Q = \frac{(6000 + 10000 + 8000 + 1500) \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 2,38 \text{ kg/h}$$

$$N = \frac{Q}{V_p} = \frac{2,38}{1,25} \cdot \frac{\text{kg/h}}{\text{kg/h(botella)}} = 1,90 \approx 2 \text{ botellas} (2 + 2)$$

A autonomía dos envases de servizo e reserva sería:

La autonomía de los envases de servicio y reserva sería:

$$\frac{(2 + 2) \cdot 12,5 \text{ kg/botella}}{11,56 \text{ kg/día}} = 4,33 \text{ días}$$

Garantimos unha autonomía mínima de 10 días cos envases de servizo e reserva.

Garantizamos una autonomía mínima de 10 días con los envases de servicio y reserva.

$$\text{Número de envases} = \frac{11,56 \text{ kg/día} \cdot 10 \text{ días}}{12,5 \text{ kg/botella}} = 9,25 \text{ envases} \approx 10 \text{ envases}$$

Xa que logo, por autonomía instalaranse 5+5 envases, xa que no cálculo por autonomía sae 9,25.

Por lo tanto, por autonomía se instalarán 5+5 envases, ya que en el cálculo por autonomía sale 9,25.

Cuestión 3

Para o cálculo do caudal por tramos:

Para el cálculo del caudal por tramos:

$Q_{si_{A=B}} = 2,38 \text{ kg/h}$ (dato extraído da cuestión 2 anterior).

$Q_{si_{A=B}} = 2,38 \text{ kg/h}$ (dato extraído de la cuestión 2 anterior).

O caudal de deseño para un local segundo a UNE 60670-4 é:

El caudal de diseño para un local según la UNE 6670-4 es:

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

$$Q_{si_{B-G}} = \frac{6000 \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 0,56 \text{ kg/h}$$

$$Q_{si_{B-C}} = \frac{(10000 + 8000 + 1500) \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 1,82 \text{ kg/h}$$

$$Q_{si_{C-E}} = \frac{(8000 + 1500) \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 0,89 \text{ kg/h}$$

$$Q_{si_{C-F}} = \frac{10000 \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 0,93 \text{ kg/h}$$



$$Q_{siE-D} = \frac{8000 \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 0,75 \text{kg/h}$$

$$Q_{siE-H} = \frac{1500 \cdot 1,1}{11800} \cdot \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = 0,14 \text{kg/h}$$

Cuestión 4

Para compensar a perda de carga tócase 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.

$$L_E = (20 \cdot 1,2) \text{ m} = 24 \text{ m.}$$

$$\frac{3700 - 2800}{24} \cdot \frac{\text{Pa}}{\text{m}} = 37,5 \text{Pa/m ; cambiando de unidades:}$$

$$37,5 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \cdot 0,102 \frac{\text{mmcda}}{\text{Pa}} = 3,83 \text{ mmcda / m}$$

Problema 2

Cuestión 1

$$0,04 \frac{\text{Nm}^3}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 2,4 \text{Nm}^3/\text{h}$$

$$\text{Potencia nominal} = 2,4 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} \cdot 9000 \frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3} = 21600 \text{kcal/h}$$

Cuestión 2

$$\text{Potencia útil} = 21600 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \cdot 0,93 = 20088 \text{kcal/h}$$



Problema 3

Cuestión 1

Segundo UNE 60690-6, táboa 5, os accesorios instalados suman:

- Tramo TRV1 (25 cm): $+0,1 \cdot 25 = +2,5$
- Cóbado vertical-horizontal: -2
- Tramo TR2 (1,50 m): $-0,5 \cdot 1,50 = -0,75$
- Cóbado horizontal-vertical: -0,3
- Tramo TRV2 (20 cm): $+0,1 \cdot 20 = +2$
- Deflector: -0,3

Suma: $+2,5 - 2 - 0,75 - 0,3 + 2 - 0,3 = +1,15 > +1$. Xa que logo, pódese instalar.

Según UNE 60690-6, tabla 5, los accesorios instalados suman:

- Tramo TRV1 (25 cm): $+0,1 \cdot 25 = +2,5$
- Codo vertical-horizontal: -2
- Tramo TR2 (1,50 m): $-0,5 \cdot 1,50 = -0,75$
- Codo horizontal-vertical: -0,3
- Tramo TRV2 (20 cm): $+0,1 \cdot 20 = +2$
- Deflector: -0,3

Suma: $+2,5 - 2 - 0,75 - 0,3 + 2 - 0,3 = +1,15 > +1$. Por lo tanto, se puede instalar.

Cuestión 2

Segundo UNE 60690-6:

- $Q_{nHs} = 30 \text{ kW}$.
- $Q_{nHi} = 30 \text{ kW} / 1,10 = 27,27 \text{ kW}$, segundo a táboa 4: $23,0 \text{ kW} < Q_{nHi} \leq 30,7 \text{ kW}$, logo o diámetro interior mínimo do conduto de evacuación debe ser de 125 mm e todos os elementos que o forman deben sumar +1 segundo o cálculo da táboa 5.

Según UNE 60690-6:

- $Q_{nHs} = 30 \text{ kW}$.
- $Q_{nHi} = 30 \text{ kW} / 1,10 = 27,27 \text{ kW}$, según la tabla 4: $23,0 \text{ kW} < Q_{nHi} \leq 30,7 \text{ kW}$, luego el diámetro interior mínimo del conducto de evacuación debe ser de 125 mm y todos los elementos que lo forman deben sumar +1 según el cálculo de la tabla 5.

Cuestión 3

Segundo a gráfica de vaporización da UD-110 a -3°C , o caudal máximo subministrable é aproximadamente 1,5 kg/h.

Según la gráfica de vaporización de la UD-110 a -3°C , el caudal máximo suministrable es aproximadamente 1,5 kg/h.

Para alimentar o calentador cumpriría o seguinte caudal:

Para alimentar el calentador sería necesario el siguiente caudal:

$$\frac{30 \text{ kW}}{27,3 \text{ kWh/m}^3} \cdot 1,85 \text{ kg/m}^3 = 2,03 \text{ kg/h}$$



Conclusión: un só envase non é suficiente.

Conclusión: un solo envase no es suficiente.

Cuestión 4

Os resultados están indicando que temos revocos.

As causas poden ser:

- Obturación do conduto de evacuación dos PdC.
- Acumulación de sucidade no intercambiador.
- Aumento de volume dos PdC por exceso de potencia do aparello.
- Mal deseño do conduto de evacuación dos PdC.

Los resultados nos están indicando que tenemos revocos.

Las causas pueden ser:

- *Obtención del conducto de evacuación de los PdC*
- *Acumulación de suciedad en el intercambiador*
- *Aumento de volumen de los PdC por exceso de potencia del aparato.*
- *Mal diseño del conducto de evacuación de los PdC.*