

Caso práctico

Hace dos años, **Marisol** y **Lorenzo**, ambos Técnicos Superiores en Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica, decidieron abrir una empresa dedicada a las instalaciones solares térmicas, que ofreciera los servicios de diseño, montaje y mantenimiento de éstas instalaciones.

Los dos habían sido compañeros de estudios y compañeros en una empresa muy vinculada al sector de la construcción, que tuvo que cerrar por problemas derivados de la crisis económica, los clientes no pagaban y el negocio disminuía.

Cuando se plantearon crear la empresa, barajaron la posibilidad de ofertar más servicios relacionados con el sector energético, pero tuvieron miedo y pensaron que sería conveniente no abarcar demasiado tal y como estaba la situación económica.

Actualmente y aunque la situación de la economía no ha mejorado significativamente, la de su empresa sí. Tienen cinco empleados y ofrecen también servicios de auditorías, certificación y gestión energética.

Aunque se conocieron en el instituto, procedían de enseñanzas distintas. **Lorenzo** había accedido al ciclo a través de prueba de acceso, anteriormente había realizado el ciclo de grado medio de instalaciones eléctricas y automáticas. **Marisol**, sin embargo, había terminado el bachillerato de ciencias y tecnología.

Ambos mantenían buenas relaciones con el instituto donde habían estudiado y desde el principio hicieron un convenio con el centro para que los alumnos de segundo pudieran realizar el módulo de Formación en Centros de Trabajo en su empresa. Concretamente, éste año los alumnos son **Carlos** y **Estrella**.

La comunidad de vecinos de la **Avenida del Despilfarro nº1** ha decidido en junta de propietarios reducir los gastos comunitarios que tienen que afrontar cada mes en relación con las **calderas comunitarias** que poseen y que le suministran **calefacción** y **ACS** a las veinte viviendas que integran el edificio.

Tras contactar con varias empresas dedicadas a la mejora de la eficiencia energética deciden contratar los servicios de **SOLZO S.L.** para que examinen la instalación de generación de calor del edificio y les aconsejen que es lo que pueden hacer para reducir el consumo de energía y consecuentemente los gastos asociados a la compra de esa energía.

Marisol y **Lorenzo** deciden enviar a **Estrella** para que se encargue de realizar el estudio.



A lo largo de esta unidad de trabajo se describirá el proceso mediante el que se evalúa la eficiencia energética de los generadores de calor por combustión y se dará respuesta a las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Qué es la combustión y cuáles son los mecanismos que la regulan?
- ✓ ¿Qué leyes rigen el comportamiento de los gases?
- ✓ ¿Cómo se evalúa la eficiencia energética de un generador de calor por combustión?
- ✓ ¿Qué normativas tienen que cumplir estas instalaciones?
- ✓ ¿Qué riesgos existen al trabajar con este tipo de instalaciones?



[Ministerio de Educación y Formación Profesional](#). (Dominio público)

Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

1.- Generación de calor.

Caso práctico

Estrella, antes de acudir a la primera reunión con el presidente de la comunidad de propietarios de la Avenida del Despilfarro nº1, decide darle un repaso a los conceptos de generación de calor, que ya los tiene un poco olvidados desde que terminó el ciclo de grado superior de Mantenimiento de Instalaciones Térmicas y de Fluidos.



Existen diversas forma de generación de calor, de las que supongo que eres capaz de enumerar algunas de ellas.

La combustión suele ser la forma más utilizada para generar calor en el interior de los edificios.

Uno de los elementos imprescindibles para que se produzca la combustión es disponer de una sustancia que sea susceptible de quemarse.

Combustible es cualquier material capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable, bien sea directamente como energía térmica o energía mecánica dejando como residuo calor.



Para saber más

En el siguiente enlace a la wikipedia puedes encontrar la definición ampliada de combustible:

[Definición de combustible.](#)

Autoevaluación

Elige cual de las la siguientes afirmaciones no es correcta.

- La combustión es un proceso que libera energía.
- La combustión es un proceso que consume calor.
- El calor puede producirse mediante diversos medios.
- La combustión es una reacción química de oxidación.

La afirmación es correcta pero se pide que encuentres la incorrecta.

Exacto esta es la única afirmación incorrecta de las que se proponen ya que en la combustión se libera calor.

La afirmación es correcta pero se pide que encuentres la incorrecta.

La afirmación es correcta pero se pide que encuentres la incorrecta.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

1.1.- Combustibles, tipos y características.

Seguro que eres capaz de enumerar numerosos combustibles. Sin embargo no todos pueden utilizarse en los equipos de producción de calor. ¿Crees que es posible aprovechar los residuos procedentes de la producción de aceite como combustible?

Aquí tienes los **combustibles** más usados en los equipos de producción de calor:

Clasificación de combustibles.

Sólidos	Líquidos	Gases
Pellets	Gasóleo	Gas Natural
Carbón		Propano
Madera		Butano

También puedes encontrarte con generadores de calor que usan otros **combustibles** como pueden ser Astillas, Cáscaras de frutos secos, Huesos de aceitunas, Fuel Oil, Gas Ciudad, Aire Metanado, Electricidad, entre otros, pero se utilizan en menor medida.



Las principales **características** de los **combustibles** son:

1. **Composición química:** Es la relación de elementos químicos que contiene y sus proporciones.
2. **Características físicas:** densidad, viscosidad, inflamabilidad, grado de humedad entre otras.
3. **Poder Calorífico:** Es la cantidad de energía que un combustible es susceptible de liberar en la combustión completa.
 1. **P.C.I.:** Poder Calorífico Inferior es la energía liberada en la combustión completa cuando el agua que se produce se encuentra en estado gaseoso.
 2. **P.C.S.:** Poder Calorífico Superior es la energía liberada en la combustión completa cuando el agua que se produce ha sufrido la condensación por lo que ha liberado el calor latente de vaporización.

Recomendación

Puedes buscar en Internet las principales características de un determinado combustible.

Citas para pensar

El trabajo se expande hasta ocupar el tiempo disponible para su realización.

Para saber más

Las características de los combustibles procedentes del petróleo están reguladas y puedes consultarlas:

[Características de combustibles derivados del petróleo](#). (0,56 MB)

1.2.- Combustión. Fundamentos.

Piensa en algo que pueda quemarse. ¿Qué reacciones químicas crees que caracterizan la combustión?

Todos los **combustibles** tienen como base dos elementos químicos, el **Carbono (C)** y el **Hidrógeno (H)**, y para que se produzca la combustión es necesario que existan además un comburente que es el **Oxígeno (O)** y una energía de activación que se encarga de iniciar la reacción química.

Además los combustibles suelen contener otros elementos químicos como puede ser el **Azufre (S)**. El **Oxígeno (O)** necesario se obtiene del aire, que mayoritariamente contiene **Nitrógeno (N)**.

Con todos estos elementos se activan varias reacciones químicas exotérmicas que debes conocer:



Reacciones Combustión

Reacción Carbono	Reacción Hidrógeno	Reacción Azufre	Reacción Nitrógeno
$C + O_2 \Rightarrow CO_2$	$2H_2 + O_2 \Rightarrow 2H_2O$	$S + O_2 \Rightarrow SO_2$	$S + O_x \Rightarrow NO_x$

Tanto el **SO₂** como los **NO_x** son importantes porque combinados con el **Agua (H₂O)** producen respectivamente **Acido Sulfúrico y Acidos Nitrosos**, estos últimos son los culpables de la lluvia ácida.

Si observas las reacciones anteriores puedes ver que se necesita un número exacto de unidades de cada uno de los elementos químicos involucrados, cuando esto ocurre tenemos la combustión estequiométrica, pero en la realidad la **combustión** se realiza con defecto o exceso de alguno de los elementos.

La combustión reductora se lleva a cabo con **defecto** de oxígeno y tiene inconvenientes por producir:

1. **Monóxido de Carbono (CO)** que es tóxico y puede ser mortal en ciertas concentraciones para los seres vivos.
2. **Inquemados** que son restos de combustible que crean capas de suciedad.

La combustión oxidante es la más adecuada y se realiza con **exceso** de oxígeno, por lo que también se denomina combustión completa. El índice de exceso de aire recomendable depende del tipo de combustible utilizado.



Autoevaluación

¿Qué representa el poder calorífico superior PCS de un combustible?

- La energía que sale con los humos de la combustión.
- La máxima energía que podemos aprovechar de un combustible en la combustión.
- La energía total que genera el combustible.
- La máxima energía que puede almacenar el agua en la combustión.

No es correcta porque la energía que sale con los humos no es aprovechada.

Correcta, es justamente eso.

No es la respuesta correcta porque del total de energía que produce el combustible una parte se pierde.

No es correcta porque la energía que almacena el agua es una parte de la total que genera el combustible.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

1.3.- Termodinámica de los gases (I).

Piensa en una olla que llenas de agua y la pones al fuego. Tras un rato empiezan a suceder cosas. En ella puedes observar las siguientes variables:

1. **Temperatura (T)**: Estado térmico de la materia, que está relacionado con el nivel energético de las partículas de la misma. Se mide con el termómetro. (La olla se calienta)

1. **Escala absoluta**: Parte desde el 0 absoluto. La unidad es el Kelvin.
2. **Escalas relativas**: Relativas a los cambios de estado del agua.
 1. Unidades en grados **Celsius**.
 2. Unidades en grados **Fahrenheit**.

2. **Presión (P)**: Es la **fuerza (F)** aplicada por unidad de **superficie (S)**. (Se aplica a la tapa) $P = \frac{F}{S}$

UNIDADES: 1 atm = 1,013 bar = 1013 hPa = 1,033 kgf / cm² = 760 mm Hg = 10,332 m.c.a. (a 4°C)

1. **Escala relativa**: Está referida a la presión atmosférica en el momento de la medida y se mide con el manómetro, por lo que se denomina presión manométrica.
2. **Escala absoluta**: Es la suma de la presión relativa y la del medio que rodea el aparato de medida, en general será la suma de las presiones manométrica y atmosférica.

3. **Volumen (V)**: Es la capacidad de un determinado recipiente. (El vapor sale del interior)

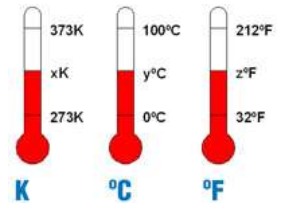
Unidades: 1 m³ = 1000 dm³ = 1000 litros.

4. **Masa (m)**: Es la cantidad de materia que un cuerpo posee. (El agua que metiste en la olla)

Unidades: 1 kg = 1000 g.

5. **Caudal (q)**: Es la cantidad de fluido que fluye en la unidad de tiempo. (El vapor que sale de la olla cada segundo)

Unidades: 1 m³ /s = 3600 m³/h = 60000 l/min .



Debes conocer

A veces resulta complicado saber cual es el factor de conversión entre unas unidades y otras. Para evitar tener que memorizarlos puedes utilizar el programa gratuito que se encuentra en el enlace:

[Convertor de unidades.](#)

Citas para pensar

Los métodos para conseguir más fácilmente el objetivo no suelen funcionar.

Anónimo.

1.3.1.- Termodinámica de los gases (II).

No te olvides de que tienes la olla en el fuego. En su interior ocurren cosas relacionadas con las siguientes variables:



6. **Entalpía (H)**: Refleja la energía que un cuerpo intercambia con el medio circundante y que se utiliza en variar la energía interna y en realizar un trabajo. Se utiliza en los intercambios energéticos por tratarse de una variable de estado. (El calor que aporta el fuego a la olla).

Unidades: Julio o kJ, Kcal y kWh. Habitualmente se utiliza el valor específico que es el valor por unidad de masa (kJ/kg).

7. **Calor específico (C_p)**: Es cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura en un kelvin o grado Celsius. Se suele utilizar el calor específico a presión constante.

UNIDADES: kJ/(kg·K) ó kcal/(kg·°C). Para el agua es C_p = 4,18 kJ/(kg K) = 1 kcal/(kg °C).

8. **Calor sensible (Q_s)**: Es la cantidad de energía que se intercambia durante el proceso de calentamiento de una sustancia y que se emplea en variar su temperatura desde T₁ hasta T₂ sin que exista cambio de estado. (El agua se va calentando)

$$Q_s = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

6. **Calor latente (Q_L)**: Es cantidad de energía que se intercambia durante el proceso de cambio de estado de un material. Ejemplo: Calor latente de vaporización. (el agua entra en ebullición y pasa a vapor)

7. **Condiciones Normales de temperatura y presión.** Son las condiciones habituales de un laboratorio a 25 °C de temperatura y 1 bar de presión.

Debes conocer

A continuación tienes enlaces en los que puedes encontrar la definición ampliada de cada uno de los conceptos anteriores:

[Definición de entalpía.](#)

[Definiciones calor específico.](#)

[Definiciones calor sensible.](#)

[Definiciones calor latente.](#)

Autoevaluación

Si sabemos que la presión atmosférica es de 1,5 bar y el manómetro que estamos observando indica una presión de 22 m.c.a significa que la presión absoluta es aproximadamente de:

- 23,5 bar.
- 3,7 bar.
- 23,5 m.c.a.
- 20,5 m.c.a.

Creo que debes revisar las unidades de medida.

Exacto esa es la presión absoluta existente.

Deberías revisar los apartados anteriores.

Debes prestar más atención a lo que lees.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

3. Incorrecto
4. Incorrecto

1.3.2.- Termodinámica de los gases (III).

¿Recuerdas la olla que pusiste al fuego?

Estas leyes que rigen el comportamiento de los gases ideales te permitirán comprender mejor qué es lo que sucede dentro de la olla:



1. **Ley de Boyle y Mariotte:** Una masa de gas ideal realiza una **Transformación isotérmica** ($T=Cte$) cuando la presión de la misma está en una relación inversamente proporcional al volumen que ocupa.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

2. **1º Ley de Gay – Lussac:** Una masa de gas ideal realiza una **Transformación isobárica** ($P=Cte$) cuando la temperatura de la misma está en una relación directamente proporcional al volumen que ocupa.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

3. **2º Ley de Gay – Lussac:** Una masa de gas ideal realiza una **Transformación isocórica** ($V=Cte$) cuando la temperatura de la misma está en una relación directamente proporcional a la presión que ejerce.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

4. **Ley general de los gases ideales:** Combinando las leyes anteriores se llega a que:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = Constante$$

5. **Ecuación de estado de los gases ideales:** La constante anterior depende del tipo de gas que se trate (R_p) y de la masa (m) del mismo de forma que:

$$P \cdot V = m R_p \cdot T$$

Es decir que según la fórmula, como la olla tiene un volumen determinado y constante al aumentar la temperatura aumenta la presión por lo que el vapor de agua empuja la tapa de la olla y sale al exterior.

La temperatura de las fórmulas anteriores siempre se toma en Kelvin.

Para saber más

En los enlaces siguientes puedes comprender mejor las leyes que rigen el comportamiento de los gases, mediante experimentos simples:

<https://www.youtube.com/embed/K7Z6RLq6fA4>

[Resumen textual alternativo](#)

<https://www.youtube.com/embed/s0upXIngy4M>

[Resumen textual alternativo](#)

2.- Aprovechamiento del calor.

Caso práctico

Estrella se encuentra en el edificio objeto del estudio y visita la sala de calderas. Lo primero que tiene que hacer son las pruebas necesarias para determinar si se aprovecha de forma adecuada el calor que se genera en las calderas.



Para que el aprovechamiento de calor de un generador sea bueno es imprescindible que el rendimiento sea elevado.

Deberás comprobar el rendimiento instantáneo y el estacional para que el generador funcione de forma eficiente y la demanda de combustible no resulte excesiva.



Citas para pensar

Es duro fracasar en algo, pero es mucho peor no haberlo intentado.

Anónimo.

Autoevaluación

Si aumentamos la temperatura de un gas contenido en un recipiente cerrado, ¿qué le sucede a la presión?

- Disminuye.
- Aumenta de forma proporcional.
- Aumenta de forma aleatoria.
- Permanece constante.

No es correcto, debes revisar las ecuaciones anteriores.

Exacto dado que el producto de la presión por el volumen es constante e igual a un coeficiente por la temperatura.

Incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

No es la respuesta correcta, debes revisar las leyes de los gases.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

2.1.- Análisis de humos. Inquemados.

El humo está formado por las partículas parcialmente quemadas con un color variable ¿Qué crees que nos indica el color del humo? ¿Tendrá alguna relación con la combustión?

Para saber si la combustión se está realizando con las proporciones adecuadas de cada uno de los elementos tienes que analizar los humos que salen de la caldera y según sea la composición de los mismos podrás sacar conclusiones de si se quema con exceso o con defecto de oxígeno.

Para realizar el análisis de la composición de los gases debes utilizar un **analizador de gases de combustión** que es un aparato de medida normalmente electrónico que toma una muestra de los gases a través de un pequeño orificio de la chimenea. También dispone de un termómetro con el que se puede medir tanto la temperatura de la sala como la de los gases de la chimenea, y algunos de ellos pueden medir el tiro de la chimenea.

El analizador posee un programa de cálculo que en función de los datos medidos y de otros introducidos por teclado, como el tipo de combustible, nos calcula diversos parámetros de la combustión e incluso puede imprimir un informe con los resultados obtenidos.

Los resultados que suelen proporcionar los analizadores son:

- ✓ CO_2 : % en volumen
- ✓ O_2 : % en volumen
- ✓ CO: partes por millón (ppm).
- ✓ Exceso de aire: %
- ✓ Rendimiento de la combustión: %

El contenido máximo teórico de CO_2 (% en volumen) en los gases depende del tipo de combustible siendo:

- ✓ Gasoil (15.4)
- ✓ Gas natural (12.0)
- ✓ Carbón (18.5)

Cuando la combustión se realiza con defecto de oxígeno, las reacciones de combustión no se realizan completamente y aparecen los inquemados que producen suciedad, riesgos de intoxicación o de explosión y en nuestro caso menor energía:

- ✓ Sólidos: Carbono (hollín).
- ✓ Gaseosos: Monóxido de carbono e Hidrocarburos ligeros.

La cantidad de inquemados se pueden determinar a partir del índice de opacidad de los humos (Bacharach) que se determina con una especie de bomba de inflado de neumáticos de bicicleta con la que se hace pasar una cierta cantidad de gases de combustión a un filtro de papel mediante un cierto número de bombeos. El tono de gris de la mancha que se produce en el filtro de papel se compara con una escala de tonalidades de grises con diferentes números del 1 al 9 para asignar el índice de opacidad correspondiente. También existen medidores electrónicos.

Autoevaluación

Elige cual de las la siguientes afirmaciones no es correcta.

- La combustión incompleta se produce con falta de oxígeno.
- La combustión incompleta se produce con exceso de oxígeno.
- Cuando la combustión es incompleta se producen inquemados.
- La combustión incompleta puede producir explosiones.

La afirmación es correcta pero se pide que encuentres la incorrecta.

Exacto esta es la única afirmación incorrecta de las que se proponen.

La afirmación es correcta pero se pide que encuentres la incorrecta.

La afirmación es correcta pero se pide que encuentres la incorrecta.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto





2.2.- Rendimiento de la combustión.

Cuando inviertes dinero en un producto determinado esperas obtener un rendimiento.

El **rendimiento** de cualquier máquina se determina dividiendo lo que aprovechamos de ella entre lo que consume para producir el efecto deseado, cuantificando ambos efectos en la misma escala de unidades.

En nuestro caso de la caldera, lo que queremos aprovechar es el calor generado y lo que consume será el calor que poseía el combustible que la alimenta.

El calor aprovechado es el que toma el agua que circula por el exterior de la cámara de combustión de la caldera, que entra a una temperatura determinada y sale a otra temperatura más elevada y el calor generado por la combustión en el interior de la caldera es el correspondiente al del combustible que se quema.

COMBUSTION		

COMBUST	GRASOLEO	
OE %	6.5	ENTRE A Y D
CO2 %	11.8	PROXIMO A D
CO ppm	27	ENTRE A Y D
RENQ(N)	91.1	MEJOR PROXIMO A D
HUMOS °C	157.1	ENTRE A Y D
ENTRADA °C	16.0	ENTRE A Y D
NETA °C	151.1	MEJORA EN LA SALA
		FACTO DE TEMPERATURA
CO/CO2	0.0002	
% EXCES AIRE	+5.1	ENTRE A Y D
CO ppm N	35	
OE REF %	0.3	
PRESIO hPa	-0.04	TIPO CEMERA

[Valores normales de composición de humos de combustión.](#)

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Potencia}_{\text{Util}}}{\text{Potencia}_{\text{Combustible}}} = \frac{\text{Potencia}_{\text{Util}}}{\text{Caudal}_{\text{Consumido}} \cdot \text{PCI}}$$

[GIF - LaTeX](#)

Existen dos métodos para determinar el **rendimiento** de un generador de calor:

1.- **Método directo:** Deberás medir el calor utilizable, que es el que sale de la caldera a través del agua que circula por ella, para ello se utiliza el calorímetro.

$$\text{Potencia}_{\text{Util}} (\text{kW}) = \text{Caudal}_{\text{Masico Agua}} \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \cdot \text{Calor}_{\text{Especifico Agua}} \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{C}} \right) \cdot (\text{Temp}_{\text{Salida}} - \text{Temp}_{\text{Entrada}}) (\text{C})$$

[GIF - LaTeX](#)

2.- **Método indirecto:** Deberás medir las distintas pérdidas que existen en el sistema:

2.1.- Pérdidas a través del cuerpo de la caldera: Se deberían considerar las pérdidas por conducción, convección y radiación de la caldera. Dependen del grado de aislamiento del cuerpo de la caldera y de su tamaño. Se estiman entre un 0,5 y un 2% de las pérdidas totales, aunque en muchos casos pueden despreciarse frente a las demás pérdidas por ser difíciles de determinar. Pueden valorarse también cualitativamente a través de un estudio termográfico.

2.2.- Pérdidas de calor sensible en los humos: Debidas a la temperatura a la que salen los humos de la combustión al exterior. Dependen de la composición de los humos y de la diferencia de temperaturas entre el ambiente de la sala de calderas y la de los humos:

$$\text{Perdidas}_{\text{Calor Sensible}} = \frac{\text{Volumen}_{\text{Humos}} \cdot \text{Calor}_{\text{Especifico Humos}} \cdot (\text{Temp}_{\text{Humos}} - \text{Temp}_{\text{Ambiente Sala}})}{\text{Combustible}_{\text{Consumido}} \cdot \text{PCI}}$$

[GIF - LaTeX](#)

También pueden determinarse a partir de la fórmula de Siegert:

$$\text{Perdidas}_{\text{Calor Sensible}} = \text{Constante}_{\text{Combustible1}} \cdot \frac{(\text{Temp}_{\text{Humos}} - \text{Temp}_{\text{Ambiente Sala}})}{\% \text{CO}_2 + \% \text{CO}}$$

Constante_{Combustible1} = Gasóleo (0,495 + 0,00693 x %CO₂); Gas Natural (0,46); GLP (0,50)

2.3.- Pérdidas por inquemados: Se basa en la pérdida energética de no quemar todo el combustible que deriva en la presencia de inquemados en los humos de la combustión:

$$\text{Perdidas}_{\text{Inquemados}} = \frac{\text{Poder Calorifico}_{\text{CO}}}{\text{PCI}_{\text{Combustible}}} \cdot \text{Contenido}_{\% \text{CO}}$$

También pueden determinarse a partir de la fórmula:

$$\text{Perdidas}_{\text{Inquemados}} = \text{Constante}_{\text{Combustible2}} \cdot \frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO}_2 + \% \text{CO}}$$

Constante_{Combustible2} = Gasóleo (95); Propano (84); Butano (75); Gas Natural (72)

2.3.- Demanda de combustible.

Debes tener en cuenta que según el tipo de combustible utilizado y la forma en la que se almacena puede haber ciertas peculiaridades a la hora de determinar la demanda de combustible.

En general la demanda de combustible de una instalación de generación de calor en un período de tiempo puede determinarse aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Consumo}_{\text{Combustible}} = \frac{\text{Potencia}_{\text{Nominal Caldera}} \cdot \text{Horas}_{\text{Funcionamiento}}}{\text{PCI} \cdot \text{Rendimiento}_{\text{Instantaneo}}}$$



Autoevaluación

¿Qué le ocurre a la temperatura de un gas ideal confinado en un recipiente cerrado si reducimos la presión en el interior del recipiente?

- Se mantiene constante.
- Disminuye.
- Aumenta de forma proporcional.
- Aumenta de forma aleatoria.

No es correcta porque no se cumpliría la ecuación de estado de los gases ideales.

Es correcta porque por ser V constante al disminuir la P disminuye la T.

Es incorrecta porque no se cumpliría la ecuación de estado de los gases ideales.

No es la correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

2.4.- Autonomía de uso.

Los coches modernos con ordenador de abordo suelen estimar la autonomía de uso en función del combustible existente en el depósito y de los datos de consumo y kilómetros recorridos últimamente.

De forma similar partiendo de una capacidad de almacenamiento de combustible se puede determinar la autonomía de uso de la instalación de producción de calor en horas a partir de la fórmula siguiente:

$$Autonomia_{Uso} = \frac{Cantidad_{Combustible} \cdot Almacenado \cdot PCI \cdot Rendimiento_{Instalacion}}{Potencia_{Nominal} \cdot Caldera}$$

[GIF - LaTeX](#)



Debes conocer

En el siguiente enlace puedes encontrar una interesante Guía publicada por el IDAE relacionada con los generadores de calor y los procedimientos para la inspección de su eficiencia energética, dicha guía trata de todo lo que se estudia en esta unidad por lo que debes revisarla. No se trata tanto de que te la aprendas de memoria como de que debes conocerla y saber aplicarla:

[Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas.](#) (2,64 MB)

Autoevaluación

¿Entre qué valores debe encontrarse el exceso de aire cuando analizamos los humos de combustión de un generador de calor?

- Cuanto mayor sea mejor.
- Entre 1,1 y 1,5.
- Entre 2 y 3.
- Cuanto menor sea mejor.

No es correcta porque si introducimos demasiado aire en la caldera éste enfriará el cuerpo de la caldera y se escapará demasiada energía con los humos.

Es correcta.

No es correcta porque si introducimos demasiado aire en la caldera éste enfriará el cuerpo de la caldera y se escapará demasiada energía con los humos.

No es correcta porque si introducimos poco aire la combustión no será completa.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto

4. Incorrecto

3.- Explotación energética de instalaciones de generación de calor.

Caso práctico

Estrella debe recopilar los datos de consumo de la instalación y realizar los cálculos correspondientes para poder hacerse una idea de lo eficiente que es la misma.



En las instalaciones de generación de calor es necesario controlar el consumo de combustible tanto realizando la lectura de los distintos contadores existentes como examinando las facturas de suministro de energía.

También es importante determinar los **ratios** que nos permitirán comparar instalaciones entre sí y determinar las emisiones de CO₂ correspondientes a la instalación.



Autoevaluación

¿Qué tipo de pérdidas tiene una caldera?

- Conducción, convección y radiación.
- A través del cuerpo de la caldera, por inquemados y en humos.
- Transmisión, convección y radiación.
- Todas las respuestas anteriores son correctas.

No es correcta porque existen más pérdidas.

Es correcta.

Es incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

No es la correcta, debes interpretar adecuadamente los apartados anteriores.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto



3.1.- Contabilización de consumos.

Las instalaciones centralizadas a pesar de ser las de mayor eficiencia venían siendo impopulares por los problemas que genera el reparto de los costes de la energía. ¿Crees que se podría hacer algo para cambiar esto?

Actualmente, toda instalación térmica que dé servicio a más de un usuario dispondrá de algún sistema que permita el reparto de los gastos correspondientes a cada servicio (calor, frío y ACS) entre los distintos usuarios.

El sistema previsto instalado en el tramo de acometida a cada unidad de consumo, permitirá regular y medir los consumos, así como interrumpir los servicios desde el exterior del local.

Las instalaciones de potencia nominal mayor que 70 kW, dispondrán de dispositivos que permita efectuar la medición y registro del consumo de combustible y energía eléctrica así como el número de horas de funcionamiento, de forma independiente para cada usuario.

Se dispondrán dispositivos para la medición de la energía térmica generada en centrales de potencia térmica nominal mayor que 400 kW.

Las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal en refrigeración mayor que 400 kW dispondrán de un dispositivo que permita medir y registrar el consumo de energía eléctrica de la central frigorífica (maquinaria frigorífica, torres y bombas de agua refrigerada, esencialmente) de forma diferenciada de la medición del consumo de energía del resto de equipos del sistema de acondicionamiento.

Las bombas y ventiladores de potencia eléctrica del motor mayor que 20 kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar las horas de funcionamiento del equipo.

Para la contabilización de los consumos se utilizan contadores que registran medidas de volumen y energía.

1. Contadores de gas: Miden el volumen de gas suministrado, normalmente en m³.
2. Contadores de gasóleo: Miden el volumen de gasóleo suministrado, normalmente en litros o en m³.
3. Contadores de electricidad. Pueden ser de Energía Activa que miden kWh o de Energía Reactiva que miden kVArh.
4. Contadores de agua. Miden el volumen de agua suministrada, normalmente en m³.
5. Contadores de energía térmica. Miden el producto del caudal de agua por la diferencia de temperatura entre dos puntos de la instalación, normalmente en kWh.

En este documento puedes observar distintos tipos de contadores.

[Contabilización de consumos](#)
Resumen textual alternativo



Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar un catálogo de contadores de agua y energía térmica comerciales:

[Contadores de agua y energía térmica.](#) (X,XX MB)

3.2.- Energía suministrada.

¿Alguna vez te has parado a revisar una factura energética de tu hogar? Hay que reconocer que algunas no es sencillo entenderlas.

La energía suministrada en un determinado período de tiempo a una instalación de producción de calor vendrá determinada por la diferencia de las lecturas de los contadores entre la fecha de inicio y la de fin del período.

Normalmente las lecturas suelen hacerse mensualmente o bimensualmente, pero pueden tomarse los datos más a menudo.

En general la energía suministrada también puedes obtenerla de las facturas periódicas de suministro de energía y combustible a la instalación.

En el siguiente documento puedes observar varios tipos de facturas de suministro de combustible comentadas.

[Interpretación de facturas de suministro de combustible.](#)

[Resumen textual alternativo](#)

Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar una interesante guía sobre el mercado eléctrico liberalizado que pretende explicar el sistema tarifario actualmente existente.

[Manual sobre la estructura tarifaria.](#)

Autoevaluación

La autonomía de uso disminuye al aumentar el rendimiento de la caldera.

- Verdadero.
- Falso.

No es la respuesta correcta, creo que debes poner más atención a lo que lees.

Exacto la autonomía aumenta cuando aumenta el rendimiento de la caldera.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

3.3.- Medidas de combustible.

Supongo que alguna vez te has fijado en la lectura del contador de electricidad de tu hogar. ¿Y en el contador del agua, o en el del gas? ¿En qué se diferencian estos tipos de contadores?

La medición de combustible se realiza mediante contadores que en general deberán ser de modelos aprobados, controlados metrológicamente, homologados, precintados y verificados según la Normativa Vigente.

Los tipos de contadores de combustible que puedes encontrarte en una instalación de generación de calor son:

1. Contadores de gas: Son elementos de medida que cuantifican el volumen de gas que los atraviesa y pueden ser de paredes deformables, de pistones rotativos o de turbina.
2. Contadores de gasóleo: Son elementos de medida que cuantifican el volumen de gasóleo que los atraviesa.
3. Contadores de electricidad: Son elementos de medida de la energía eléctrica que los atraviesa, pueden ser electromecánicos o electrónicos y pueden medir tanto la energía activa como la energía reactiva de instalaciones monofásicas como trifásicas. También existen los maxímetros que son elementos que registran el máximo valor alcanzado durante un período de tiempo determinado.



Hoy en día se instalan los contadores con posibilidad de telemedida, con la que puede realizarse la medida a distancia.

Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar un artículo referente a cómo funciona un contador de gas.

[La medición de gases combustibles.](#) (1.79 MB)

En los siguiente enlaces a Wikipedia Commons puedes encontrar información de los distintos tipos de contadores de energía.

[Contador de gas.](#)

3.4.- Medidas de energía útil. Ratios.

Todos tenemos claro cuando algo nos resulta útil. ¿Qué tipos de contadores son los que miden la energía útil?

Para realizar la medida de la energía útil se utilizan contadores de energía térmica, estos aparatos miden el caudal de líquido que los atraviesa y la temperatura en dos o tres puntos de la instalación, normalmente la de la ida y la del retorno del circuito hidráulico de salida de la caldera. Con estas medidas puede determinarse el calor cedido a la instalación térmica.

Pueden ser mecánicos o estáticos (ultrasonidos, presión diferencial o magnetoinductivo entre otros).

Para determinar la energía útil enviada al edificio durante un año debes sumar las lecturas de los distintos contadores de energía térmica en una fecha determinada y restarle el valor correspondiente a la misma fecha del año anterior.

Los **ratios** son cocientes entre la energía consumida y una variable característica de la instalación, de forma que nos permiten comparar la eficiencia energética de distintas instalaciones.



Citas para pensar

El genio comienza las obras grandes, pero sólo el trabajo las termina.

Joubert.

Debes conocer

En el siguiente enlace puedes encontrar una interesante guía del IDAE sobre contabilización de consumos y si revisas el capítulo 3 podrás encontrar diversos ratios relacionados con instalaciones de generación de calor:

[Guía Técnica Contabilización de consumos.](#) (0,70 MB)

Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar las fichas técnicas de contadores de energía térmica comercial:

[Contador de energía térmica.](#) (0,11 MB)

Autoevaluación

El analizador de gases de combustión permite determinar diversas concentraciones de elementos en los humos. ¿Cual de los siguientes elementos no es obligatorio medir?

- Monóxido de carbono.
- Vapor de agua.
- Dióxido de carbono.
- Oxígeno.

No es correcta porque si debe ser capaz de medir su concentración.

Es correcta.

Es incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

No es la correcta, la concentración de oxígeno es obligatorio determinarla.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

3.5.- Equivalencia energética y emisiones de CO₂.

Continuamente escuchamos en los medios de comunicación que es necesario reducir las emisiones de CO₂ pero ¿tienes claro a que se refieren?

La equivalencia energética permite realizar conversiones de energía entre las diversas unidades que podemos encontrarlos.

Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar unas interesantes tablas de equivalencias energéticas de la agencia energética de Barcelona:

[Tablas de equivalencia energética.](#)

Los coeficientes de cálculo de las emisiones de CO₂ para algunos de los combustibles más habituales son:

- ✓ Electricidad: 0,464 kg CO₂ / kWh
- ✓ Gas natural: 2,18 kg CO₂ / m³
- ✓ Gasóleo calefacción: 2,66 kg CO₂ / litro



Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar una práctica calculadora de emisiones de CO₂ para los distintos tipos de combustible:

[Calculadora de emisiones de CO₂.](#)

Autoevaluación

El rendimiento de una máquina es igual al cociente entre la energía que consume y el trabajo que aprovechamos de ella.

- Verdadero.
- Falso.

Creo que debes poner más atención a lo que lees.

Exacto el rendimiento es el cociente entre lo que aprovechamos de la máquina y lo que consume para producir el efecto deseado expresados ambos en la misma unidad de medida.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

4.- Instalaciones y equipos de calefacción y producción de A.C.S.

Caso práctico

Estrella debe recopilar los datos de consumo de la instalación y realizar los cálculos correspondientes para poder hacerse una idea de lo eficiente que es la misma.



La principal operación que deberás realizar para saber si un generador de calor es eficiente es determinar su rendimiento instantáneo, y cuando se trate de revisar instalaciones completas de generación de calor deberás determinar además el rendimiento estacional.

Los **ratios** te permitirán comparar la instalación con otras con características muy diferentes.



Autoevaluación

Si nos dicen que una sustancia posee un calor específico de 100 kJ/kg K , significa que:

- Para aumentar 100 grados la temperatura de 1 kg de esa sustancia es necesaria aportarle 100 kJ .
- Para aumentar 1 grado la temperatura de 1kg de esa sustancia es necesario aportarle 100kJ .
- Para aumentar 100 grados la temperatura de 100kg de esa sustancia es necesaria aportarle 100kJ .
- Para aumentar 100 grados la temperatura de 1kg de esa sustancia es necesaria aportarle 1kJ .

No es correcta deberías leer de nuevo la pregunta.

Exacto, es eso justamente.

Es incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

No es la correcta, debes prestar más atención a lo que lees.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

4.1.- Determinación de consumos.

¿Sabes cuanta energía eléctrica se consumió en tu hogar en el último mes?

Para determinar el consumo de combustible de una instalación de generación de calor debes observar la medida en el contador de combustible antes y después de realizar las pruebas, de forma que el consumo será la diferencia entre ambas lecturas.

A partir de las facturas de suministro de combustible también puedes determinar el consumo, si utilizas este dato debes fijarte en el período de facturación al que se refiere la factura.

Para saber si el consumo es adecuado o excesivo puedes calcular los siguientes **ratios**:

1. Consumo para calefacción:

$$Consumo_{especifico} = \frac{Combustible_{consumido} \cdot PCI}{Superficie_{util\ calefactada} \cdot Año} \left(\frac{kWh}{m^2 \cdot año} \right)$$

El consumo máximo permitido depende de la zona climática definida según el CTE en la que se encuentra la instalación, debiendo resultar el consumo específico inferior a las cantidades que aparecen en la tabla siguiente:

Consumo específico máximo permitido para calefacción

A	B	C	D	E
39,6	79,2	125,4	171,6	211,2

Por lo que si la vivienda está situada en la zona climática B el consumo específico de calefacción deberá ser inferior a 79,2 kWh/(m² año).

2. Consumo para ACS:

$$Consumo_{ACS} = \frac{Combustible_{consumido} \cdot PCI}{Años} \left(\frac{kWh}{año} \right)$$

El consumo máximo depende del tipo de instalación de ACS , algunas de ellas son:

- ✓ Vivienda 1.264 kWh por persona y año
- ✓ Hospital 3.371 kWh por cama y año.
- ✓ Camping 2.451 kWh por cama y año.
- ✓ Escuelas 184 kWh por alumno y año.

Por lo que si determinas el **ratio** de la instalación de producción de ACS de tu escuela en kWh/año y lo divides por el número de alumnos que tiene el valor resultante debería ser inferior a 184 kWh por alumno y año.



4.2.- Rendimiento instantáneo y estacional.

Seguramente has oído presumir a algunas personas de haber instalado una gran caldera en su vivienda. "He instalado una caldera con tanta potencia que arranca y calienta toda la casa en tan solo unos minutos". ¿Crees que instalar una caldera de potencia mayor a la necesaria es una buena opción?

El rendimiento instantáneo de un generador de calor es el que puedes medir en un determinado momento y en unas condiciones de funcionamiento definidas.

El régimen de funcionamiento suele ser del 100% potencia, es decir con la caldera funcionando a plena potencia, pero también puede medirse con otros porcentajes de potencia (30%, 50%, ...).

El rendimiento estacional tiene en cuenta que la caldera no funciona en todo momento en las condiciones en las que se mide el rendimiento instantáneo.

Si observas el funcionamiento normal de una caldera puedes distinguir tres etapas:

1. Parada: En esta etapa la caldera no se encuentra en funcionamiento por lo tanto no está consumiendo combustible, pero sí tiene pérdidas. Las pérdidas principalmente son las que se producen a través de su envolvente, es decir, por convección, radiación y conducción, que estarán presentes en todas las etapas.
2. Arranque: En esta etapa la caldera inicia el funcionamiento por lo que en general suele realizar un barrido de limpieza introduciendo aire en la cámara de combustión para arrastrar posibles restos de combustible y evitar explosiones. Este barrido enfría la caldera.
3. Funcionamiento: En esta etapa la caldera se adapta a la demanda de potencia de la instalación, que en general no será constante.

80.4 %	TH	TEMPERATURA ROOM
8.5 %	O2	OXIGENO
60 ppm	CO	MONITOREO DE CARBONO
9.5 %	CO2	MONITOREO DE CARBONO
-0.09 hPa	Tiro	TIRAJE DE CHIMENEA
20.5 °C	TA	TEMPERATURA SALA
4.7 s	qA	PERDIDAS CALOR MONITOREO
80 ppm	CO	MONITOREO CARBONO CHIMENEA

Reflexiona

El rendimiento estacional será mayor cuantos menos arranques realiza el generador de calor y cuanto más se ajuste la potencia del generador a la demanda de la instalación.

4.3.- Métodos de obtención del rendimiento instantáneo y estacional.

¿Crees que sería posible que un generador con rendimiento instantáneo bueno tuviese un rendimiento estacional malo durante todo el invierno?



Para la obtención del **rendimiento instantáneo** de un generador de calor en general utilizas un **anализador de humos** y viene determinado por:

$$Rendimiento_{Instantaneo} = 100 - (Perdidas_{Envolvente} + Perdidas_{Humos} + Perdidas_{Inquemadas})$$

También lo puedes determinar de forma directa a partir de la potencia útil del generador y del consumo de combustible:

$$Rendimiento_{Instantaneo} = \frac{Potencia_{Util}}{Combustible_{Consumido} \cdot PCI}$$

Los generadores de calor nuevos deberán cumplir con la IT 1.2.4.1.2.1. que establece los requisitos mínimos de rendimientos energéticos de los generadores de calor. Para generadores de calor fabricados con posterioridad al año 1997 el rendimiento mínimo deberá cumplir lo indicado en la guía técnica sobre calderas del IDAE (página 27). En ambos casos es de aplicación la siguiente fórmula para el requisito de rendimiento instantáneo mínimo:

$$Rendimiento \geq a + b \cdot \log(Potencia_{Nominal})$$

Para determinar el **rendimiento estacional** debes considerar un período de tiempo determinado, generalmente se considera una temporada o campaña y viene dado por la fórmula indicada en la pag. 19 de la Guía nº6 del IDAE:

$$Rendimiento_{Estacional\ Anual} = \frac{Energia_{Termica\ Util\ Anual}}{Combustible_{Consumido} \cdot PCI \cdot Coef_{CO_2} + Energia_{Electrica\ Consumida} \cdot Coef_{CO_2}}$$

Si la instalación no dispone de equipos de contabilización de la Energía Térmica Útil puedes utilizar el método indirecto de determinación del rendimiento estacional:

$$Rendimiento_{Estacional\ Anual} = \frac{Rendimiento_{Instantaneo}^{-2}}{1 + \left(\frac{Potencia_{caldera}}{Potencia_{Media\ de\ Produccion}} - 1 \right) \cdot Coeficiente_{Operacion}}$$

El Coeficiente de Operación depende de la potencia de la caldera:

- ✓ < 75kW 0,05
- ✓ de 75 a 150 kW 0,04
- ✓ de 150 a 300 kW 0,03
- ✓ de 300 a 1.000 kW 0,02
- ✓ > 1.000 kW 0,01

La potencia de la caldera es el valor de potencia nominal dada por el fabricante, pero debes determinarla si es posible a partir de la medida del combustible que consume:

$$Potencia_{Caldera} = Consumo_{Horario\ de\ Combustible} \cdot PCI$$

La Potencia Media de Producción para calderas puedes determinarla de la siguiente forma:

Potencia media de producción de caldera

Potencia caldera < 70 kW	Potencia caldera > 70 kW
$0,04 \cdot Superficie_{Util\ Calefactada}$	$\frac{Consumo_{Combustible} \cdot PCI}{Horas_{funcionamiento}}$

5.- Técnicas de medición en instalaciones de generación de calor.

Caso práctico

Para que las medidas y datos recopilados tengan la calidad adecuada **Estrella** sabe que debe tener en cuenta una serie de recomendaciones.



Las técnicas de medición permiten realizar medidas precisas.

Es importante tener en cuenta ciertas consideraciones a la hora de la realización de la medición.

Las características técnicas y revisiones de los equipos de medidas también pueden influir de forma importante en los resultados de la medición por lo que deben ser también consideradas.



Autoevaluación

¿Cual de los siguientes elementos no es combustible?

- El aceite.
- El cobre.
- El papel.
- El gasóleo.

No es correcto, debes revisar los apartados anteriores.

Correcta, esta sí que era fácil.

Incorrecta, debes revisar el apartado de los combustibles.

No es la respuesta correcta, debes poner más atención a lo que lees.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

5.1.- Condiciones de toma de medidas.

Cuando realizas medidas debes tener en cuenta una serie de precauciones para evitar distorsionar el resultado que obtienes.



Para que las mediciones que realices en instalaciones de generación de calor, tanto de medición de temperaturas como de análisis de gases de combustión sean correctas debes tener en cuenta que:

- ✓ La caldera debe llevar encendida como mínimo 5 minutos.
- ✓ La caldera debe funcionar a máxima potencia y sin cambiar de régimen durante la medida. Para calderas mixtas con servicio de calefacción y ACS, la máxima potencia suele ser la de ACS.
- ✓ Las puertas y ventanas de la sala de calderas deberán estar cerradas para no modificar las condiciones normales de ventilación y del tiro de la chimenea o conducto de evacuación de humos.
- ✓ La temperatura del agua de impulsión de la caldera en el momento de la medición estará a un valor medio de 70 °C o próxima a la máxima temperatura de funcionamiento.
- ✓ Debes utilizar el orificio para toma de muestras existente, si no existiese, tendrás que practicar uno circular y de 9 mm de diámetro, y al finalizar deberás obturarlo con un tapón de plástico termo resistente ($T > 200$ °C).
- ✓ Si la caldera es atmosférica y de tiro natural o estanca y de tiro forzado, las muestras debes tomarlas en la chimenea, a 15 cm por encima del cortatiro o collarín de unión de la chimenea con la caldera.
- ✓ Si la caldera posee un quemador mecánico o se alimenta de combustibles sólidos, la toma se realizará en la chimenea y a una distancia comprendida entre 0,5 y 1 metro después de la caja de humos del aparato.
- ✓ Si la caldera lleva quemador atmosférico y tiro natural y está ubicada en cocina equipada con campana extractora, la campana deberá estar en funcionamiento durante la toma de muestras.
- ✓ Debes evitar que entre aire por el orificio de la toma de muestras durante la medida para evitar alterar los resultados de la analítica e incluso el valor de la temperatura de humos.
- ✓ La sonda debe permanecer en el punto de medida al menos 2 minutos, hasta obtener medidas estables. Si no se estabilizan debes observar los valores alcanzados durante 1 minuto y anotar el valor máximo observado.
- ✓ Si existe recuperador de calor de humos, debes realizar la medida después del mismo.

Autoevaluación

Si tenemos una caldera que arranca cada 15 minutos el rendimiento estacional será:

- Elevado.
- Reducido.

No es correcta, creo que debes poner más atención a lo que lees.

Exacto la caldera debe arrancar el número mínimo de veces posible para que el rendimiento estacional sea elevado.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

5.2.- Requerimientos de equipos de medida.

Si no utilizas el equipo adecuado difícilmente obtendrás una medida correcta. ¿Qué aspectos debes tener en cuenta para saber si un equipo es adecuado?

El **analizador de gases de combustión** que utilices deberá ser homologado, estar calibrado y disponer de certificado de calibración emitido por un laboratorio certificado o acreditado.

El certificado deberá ser renovado anualmente.

La incertidumbre de la medida no puede ser superior a $\pm 10\%$.

Como mínimo deberá facilitar los siguientes datos:

- ✓ CO₂ : % en volumen.
- ✓ O₂ : % en volumen
- ✓ CO: partes por millón (ppm).
- ✓ Exceso de aire: %.
- ✓ Rendimiento de la combustión: %.
- ✓ Temperatura de humos.
- ✓ Temperatura ambiente.

También suelen facilitar otros parámetros como el tiro de la chimenea o el % CO corregido que representa el porcentaje de CO correspondiente a la combustión estequiométrica es decir sin exceso ni defecto de aire.



Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar un catálogo comercial de analizadores de gases de combustión:

[Instrumentos de medición para productos de la combustión y emisiones.](#) (2,79 MB)

Autoevaluación

¿A qué distancia de la caja de humos debería estar el orificio para la toma de muestras en la chimenea de una caldera de pellets?

- A 15 centímetros.
- Entre 0,5 y 1 metro.
- A 1,5 metros.
- No es necesario dicho orificio.

No es correcta puesto que la distancia depende del tipo de caldera.

Es correcta por tratarse de una caldera de combustible sólido.

No es correcta puesto que la distancia depende del tipo de caldera.

No es correcta puesto que el orificio es indispensable para tomar la muestra de los gases de combustión.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

6.- Exigencias reglamentarias.

Caso práctico

Estrella tiene en cuenta lo que indican las normativas aplicables a las instalaciones de generación de calor para hacer cumplir las exigencias reglamentarias.



Como sabes **España** pertenece a la **Unión Europea (EU)** antigua **Comunidad Económica Europea (CEE)** y por ello deben tenerse en cuenta las **directivas Europeas** que son acuerdos para que las exigencias sean similares en distintos países de la unión, además debes considerar las **normativas nacionales** y las **normas UNE** aplicables.

La **Directiva 92/42/CEE** del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos.

La **Directiva 93/68/CEE** del Consejo, de 22 de julio de 1993, que modifica entre otras la directiva anterior.

La **Directiva 2002/91/CE**, de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

La **Directiva 2010/31/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

La **Directiva 2012/27/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética.

La **Directiva 2018/844/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 relativa a la eficiencia energética de los edificios y que modifica las 2 anteriores.

La **Directiva 2009/125/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 relativa al ecodiseño, y los reglamentos posteriormente desarrollados.



Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar la directiva anterior:

[Reglamento 813-2013](#), (1.06 MB)

En el siguiente enlace puedes encontrar el Real Decreto 275/1995 relativo a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos:

[R.D. 275/1995 rendimiento calderas nuevas](#), (0.54 MB)

Norma UNE 15378:2007: Sistemas de calefacción de los edificios. Inspección de calderas y sistemas de calefacción.

6.1.- RITE. Eficiencia y evaluación del rendimiento.

Los reglamentos son de obligado cumplimiento y determinan las características mínimas que deben cumplir las instalaciones para cumplir con la función que se les encomienda. Todas las calderas utilizadas deberán poseer el marcado CE y Declaración de Conformidad. ¿Qué implica este marcado?

Dentro del Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) debes fijarte de forma especial en los siguientes apartados e instrucciones técnicas:

Capítulo II. Exigencias técnicas.

Artículo 12. Eficiencia energética.

Capítulo VII. Inspección.

Artículo 29 Generalidades.

Artículo 30. Inspecciones iniciales.

Artículo 31. Inspecciones periódicas de eficiencia energética.

Instrucción Técnica 2.4 Eficiencia energética. (I.T. 2.4 Eficiencia Energética).

Se deben realizar y documentar las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

1. Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.
2. Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de calor en las condiciones de trabajo.
3. Comprobación de las temperaturas y saltos térmicos de todos los circuitos de generación en las condiciones de régimen.
4. Comprobación de que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica.

I.T. 3.4.1 Evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor.

Se realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas en el reglamento y sus tablas. Todas estas tablas puedes encontrarlas en el RITE a través del enlace indicado en este mismo apartado. Para potencias entre 20 y 70 kW se debe realizar cada 2 años la medida de temperatura de fluidos, ambiente y gases de combustión, así como el análisis de monóxido de carbono, dióxido de carbono y tiro de la chimenea entre otros.



Debes conocer

En el siguiente documento puedes ver el R.D. 1027/2007 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, consolidado en 2013. Se trata de un reglamento por lo que debes saber aplicarlo y no es necesario que te lo sepas de memoria:

[RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.](#) (0,33 MB)

En el siguiente enlace puedes encontrar un borrador de modificación del RITE de 2007:

[Propuesta de R.D. que modifica el RITE \(R.D. 1027/2007\)](#) (0,20 MB)

6.2.- RITE. Inspecciones.

Los reglamentos son de obligado cumplimiento pero... ¿piensas que se aplicarían siempre si no existiesen revisiones periódicas?

Dentro del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, hay algunas instrucciones técnicas referentes a los sistemas de inspección.

I.T. 4.2.1 Inspección de los generadores de calor.

Deben inspeccionarse los de potencia igual o mayor que 20 kW.

I.T. 4.3.1 Periodicidad de las inspecciones de los generadores de calor.

1. Los puestos en servicio en fecha posterior a la entrada en vigor del reglamento y de potencia térmica nominal instalada igual o mayor que 20 kW, se inspeccionarán con la siguiente periodicidad:

Periodicidad inspección calderas

Potencia térmicas nominal (kW)	Tipo de combustible	Períodos de inspección
$20 \leq P \leq 70$	Gases y combustibles renovables	Cada 5 años
	Otros combustibles	Cada 5 años
$P > 70$	Gases y combustibles renovables	Cada 4 años
	Otros combustibles	Cada 2 años

2. Los existentes a la entrada en vigor del reglamento, deben superar su primera inspección según lo que indique el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, en función de su potencia, tipo de combustible y antigüedad.

No obstante, todo reglamento va modificándose con el paso del tiempo por lo que deberás consultar la última versión vigente.



6.3.- Código técnico de la edificación.

Muchas de las instalaciones de los edificios estaban reguladas por reglamentos específicos independientes pero actualmente se han unificado muchos de ellos en un reglamento único que es el Código Técnico de la Edificación (CTE), en el que la principal referencia se encuentra en el apartado Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas que indica textualmente que:

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.



Debes conocer

En el siguiente enlace puedes encontrar una guía publicada por el **IDAE** relacionado con la contabilización de consumos en instalaciones térmicas de edificios, debes saber utilizar preferentemente los apartados 2, 3 y 4 de la guía:

[Contabilización de consumos.](#) (1.66 MB)

Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar el Código Técnico de la Edificación con todos sus apartados. En especial deberás prestar atención al Documento Básico HE Ahorro de energía:

[Código Técnico de la Edificación.](#)

Autoevaluación

¿Es recomendable desde el punto de vista de la eficiencia energética que la temperatura de los humos de un generador de calor sobrepase los 200°C?

- Si, cuanto mayor sea la temperatura más eficiente será.
- No, si supera los 200°C será poco eficiente.
- La temperatura de los gases no influye en la eficiencia.
- Depende de la potencia del generador de calor.

No es correcta porque si la temperatura es muy elevada se escapará mucho calor por la chimenea y el rendimiento disminuirá.

Es correcta, la temperatura no debería de superar los 150°C.

No es correcta porque si la temperatura es muy elevada se escapará mucho calor por la chimenea y el rendimiento disminuirá.

No es correcta porque si la temperatura es muy elevada se escapará mucho calor por la chimenea y el rendimiento disminuirá sea cual sea la potencia.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

7.- Riesgos asociados a la manipulación de generadores de calor.

Caso práctico

Durante la visita a las instalaciones **Estrella** sabe que existen riesgos asociados y en función de estos riesgos utiliza los **elementos de protección** adecuados y planifica todas sus acciones para evitar sufrir un accidente laboral.



Es importante que antes de realizar ningún tipo de actividad primero examines los riesgos que pueden existir para luego tomar las medidas de seguridad oportunas para evitar los posibles efectos de dichos riesgos.

Riesgos asociados:

- ✓ Asfixia.
- ✓ Caída de objetos.
- ✓ Caídas al mismo nivel.
- ✓ Incendios y explosiones.
- ✓ Inhalación de vapores y gases.
- ✓ Contactos eléctricos directos e indirectos.
- ✓ Proyección de partículas o fluidos a los ojos.
- ✓ Quemaduras por expulsión de fluidos calientes.
- ✓ Contacto con sustancias peligrosas como amianto.
- ✓ Quemaduras por contacto con superficies calientes.
- ✓ Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.



Elementos de protección individual (**EPI**):

- ✓ Casco.
- ✓ Guantes de protección, antitérmicos y de aislamiento.
- ✓ Gafas antipartículas.
- ✓ Mascarilla.
- ✓ Calzado antideslizante y aislante.

Elementos de protección colectiva:

- ✓ Extintores.

Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar unas interesantes Guías Técnicas de Prevención editadas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo:

[Guías Técnicas de Prevención](#), (1,72 MB)

Esta guía está elaborada para evitar el riesgo eléctrico:

[Guía de Prevención frente al riesgo eléctrico](#), (1,53 MB)

Anexo.- Licencias de recursos.

Licencias de recursos utilizados en la Unidad de Trabajo.

Recurso (1)	Datos del recurso (1)	Recurso (2)	Datos del
	Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FPaD. Procedencia: Latinstock.		Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FPaD. Procedencia: Latinstock.
	Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FPaD. Procedencia: Latinstock.		Autoría: Velo Steve. Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/juniorvelo
	Autoría: Tom Bruton. Licencia: Dominio Público. Procedencia: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Pellets_hand.jpg		Autoría: © 2009 K. Krallis, SV1XV. Licencia: CC by sa 3.0. Procedencia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File
	Autoría: Lee J Haywood. Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/leehaywood/4140755147/sizes/m/in/photostream/		Autoría: WordShore. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/silversprit
	Autoría: tonoro. Licencia: CC by 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/61223211@N00/2788000496/		Autoría: ChNPP. Licencia: CC BY-SA 3.0. Procedencia: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Fla
	Autoría: Charly Morlock. Licencia: CC-by-sa. Procedencia: http://www.fotolibre.org/displayimage.php?pos=-10748		Autoría: A. Belani. Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/phc
	Autoría: frozen-tundra. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/frozentundra/5445227317/sizes/m/in/photostream/		Autoría: Ron Sombilon Gallery. Licencia: CC BY-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/phc
	Autoría: Elsie esq. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/elsie/7708059/sizes/m/in/photostream/		Autoría: Public Domain Photos. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: stock/4999891467/sizes/m/in/set-7215
	Autoría: Stockbyte. Licencia: Uso educativo no comercial para plataformas públicas de Formación Profesional a distancia. Procedencia: CD-DVD_Num._EP006_.		Autoría: Jumanji Solar. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/jumanjiso
	Autoría: USACE Europe District. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/europedistrict/4884534393/sizes/m/in/photostream/		