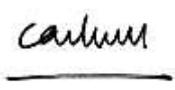


Tema 4

Instrumentos de medida

<p>Elaborado por:</p>  <p>M. Lombarte Responsable de Calidad Fecha: 12/11/2015</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>C. Villalonga Director de Certificación Fecha: 12/11/2015</p>	<p>Aprobado por: Comisión Permanente</p>  <p>M. Margarit Secretaria General Fecha: 27/11/2015</p>
---	---	--

Sumario

1.	Medidas de longitud	3
2.	Medida de temperatura	3
2.1.	Termómetros	3
2.2.	Sondas de resistencia.....	4
3.	Medida del tiempo	5
4.	Medida de presión	5
4.1.	Manómetros mecánicos	5
4.2.	Manómetros de líquido	6
4.3.	manómetros para ERM	7
5.	Registadores gráficos de presión y temperatura	8
6.	Detectores de gas.....	10
6.1.	Consideraciones previas	10
6.2.	Clases de detectores y principio de funcionamiento	11
6.3.	Características generales y funcionales de uso.....	11
7.	Analizadores de gases	13
7.1.	Consideraciones previas	13
7.2.	Unidades de medida de concentraciones	13
7.3.	Analizadores de CO/CO ₂ en aire ambiente	14
7.4.	Analizadores de los productos de la combustión.....	14
7.5.	Características generales y funcionales de uso.....	15
8.	Calibraciones	18
9.	Mantenimiento	19

1. Medidas de longitud

Las medidas de longitud pueden ser realizadas mediante pie de rey (Figura 1), cinta métrica (Figura 2) y calibres.

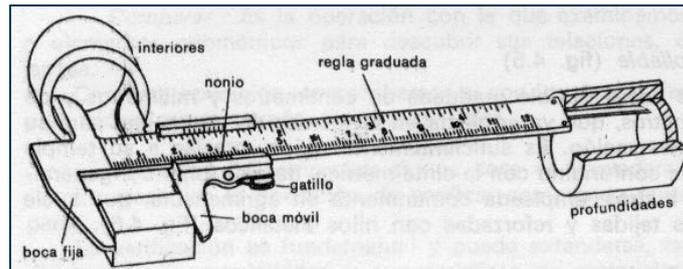


Figura 1

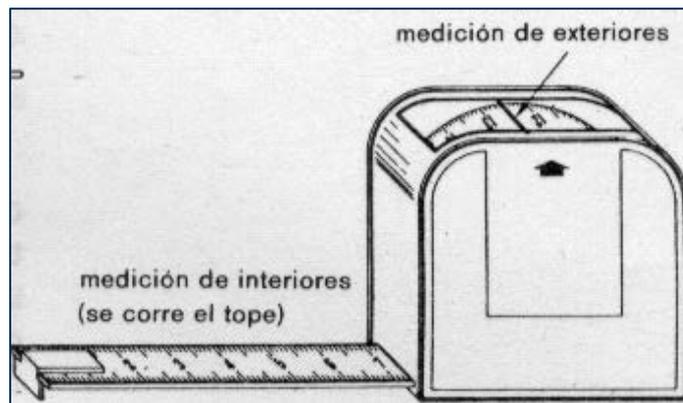


Figura 2

2. Medida de temperatura

2.1. Termómetros

Los termómetros utilizados normalmente son de mercurio o de alcohol, con bulbo y caña.

Los termómetros de mercurio son apropiados para medir temperaturas comprendidas entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, y los de alcohol para temperaturas comprendidas entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Los termómetros utilizados en las ERM deben cumplir:

La escala de medición para los termómetros debe ser orientativamente de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Su grado de exactitud debe ser como mínimo de $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Deben disponer de una protección tipo capilla y se deben colocar dentro de vainas resistentes de acero o latón que permitan extraer el termómetro sin interrumpir el servicio.

Cuando el diámetro de la tubería no permita la colocación adecuada de la vaina del termómetro, se deben construir botellas o ensanchamientos que permitan la introducción de las vainas con la longitud necesaria para la introducción del bulbo, según instrucciones del suministrador del termómetro.

En todos los casos se deben llenar y mantener las vainas con aceite mineral fluido para mejorar las condiciones de transmisión de calor.

Los termómetros en general deben tener las siguientes características técnicas:

Rango de utilización	Temperaturas entre -10 °C y 100 °C	Temperaturas entre -10 °C y 50 °C
Tipo de termómetro	Mercurio	Alcohol
Resolución	1 °C	1 °C

2.2. Sondas de resistencia

La medida de la temperatura utilizando sondas de resistencia se basa en la variación de la resistencia eléctrica en función de la temperatura, que es propia del elemento de detección.

El elemento consiste usualmente en un arrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado bobinado entre capas de material aislante y protegido con un revestimiento de vidrio o de cerámica.

En la Figura 3 pueden verse varios tipos de sondas.

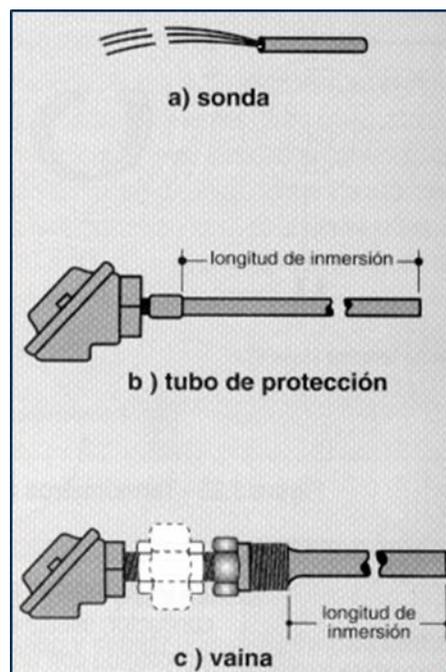


Figura 3

3. Medida del tiempo

Para la medida del tiempo son utilizados los cronómetros.

4. Medida de presión

Los instrumentos que miden la presión son los llamados manómetros. Miden la presión relativa de un fluido. Se clasifican en manómetros mecánicos y en manómetros de líquido.

4.1. Manómetros mecánicos

Los manómetros de tipo mecánico pueden a su vez ser:

- **De tubo Bourdon o de esfera.** Es el más utilizado. Es un tubo de sección elíptica que forma un anillo casi completo cerrado por un extremo. Al aumentar la presión en el interior del tubo, este tiende a enderezarse y el movimiento es transmitido a la aguja indicadora por un sector dentado y un piñón. El elemento en espiral se forma arrollando el tubo Bourdon en forma de espiral alrededor de un eje común, y el helicoidal arrollando más de una espira en forma de hélice (Figura 4).

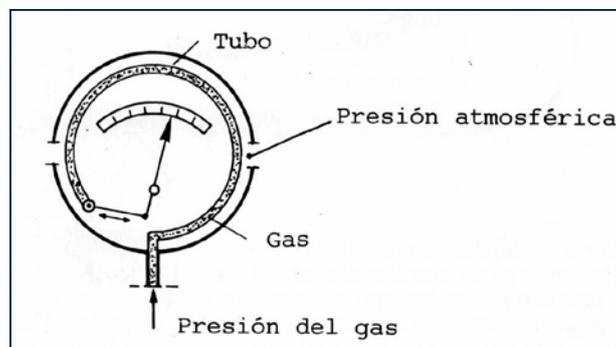


Figura 4

El campo de utilización y características técnicas del manómetro de esfera son los siguientes:

- **Campo de utilización:** Se utilizan en tramos de instalaciones en MPB y MPA, tramos de salida de conjuntos de regulación para aplicaciones especiales con presión de salida superior a 55 mbar (550 mm cda) y tramos en alta presión.
- **Escala:** La escala de cada manómetro será siempre aquella en la que la presión a medir se encuentre entre el 35 y 75 % del fondo de escala.
- **Clase:** La clase nos indica el tanto por ciento de precisión respecto el fondo de escala. En nuestro caso serán de clase 0,6 (para pruebas de presión), 1 o 1,6.
- **Resolución:** se escogen manómetros de una resolución tal que permita una clara distinción del valor medido.

- **Diámetro de esfera:** Se debe tener en cuenta la accesibilidad del lugar donde se realiza la medida de presión, así como la existencia de manómetros que combinen el resto de características requeridas.
- **Error máximo admisible:** El error máximo admisible que deben tener estos instrumentos es el correspondiente a su clase (0,6, 1 o 1,6 % a fondo de escala).

Estos instrumentos deben además haber sido construidos de acuerdo con lo dispuesto en la norma UNE-EN 837

- **De diafragma.** Consiste en una o varias cápsulas circulares conectadas rígidamente por soldadura, de forma que al aplicar presión, cada cápsula se deforma y la suma de los pequeños desplazamientos es amplificada por un juego de palancas.
- **De fuelle.** Es parecido al diafragma pero está formado por una sola pieza flexible axialmente.

4.2. Manómetros de líquido

Son también, junto con el manómetro de esfera, los más utilizados. Están formados por dos tubos verticales transparentes, unidos por sus bases, los cuales tienen agua o mercurio en su interior. Uno de los tubos se encuentra abierto y en comunicación con la atmósfera, y el otro unido a la conducción de gas cuya presión deseamos conocer. La diferencia de nivel "h" entre las dos columnas de líquido determina la presión relativa o efectiva del gas en mm.c. de agua o mercurio, según el líquido utilizado. El más utilizado es el de agua, para bajas presiones. Pueden ser:

- **De tubo en U:**

Cuando la presión absoluta del gas es igual a la atmosférica el nivel de ambas columnas se encuentra en la misma altura (Figura 6), es decir, la presión efectiva es cero. Si la presión absoluta del gas es superior a la atmosférica, la diferencia de niveles (h) nos indica la presión efectiva (Figura 5).

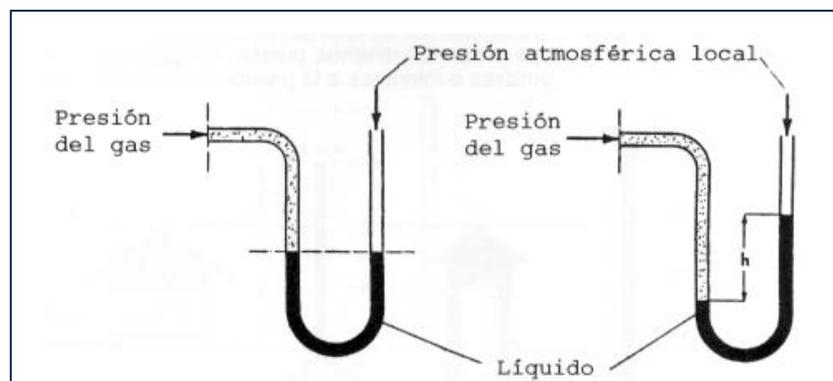


Figura 5

- **De simple columna:**

Este manómetro tiene la particularidad que la sección del tubo vertical es mucho menor que la de la cuba, por lo cual el nivel del líquido en la cuba prácticamente no sufre variaciones por efecto del ascenso del líquido en el tubo, en cambio si sufre una gran variación el nivel del líquido en el tubo vertical. Su longitud suele ser de 1,5 m, con lo que pueden medir presiones máximas de 1500 mm cda o 150 mbar (Figura 6).

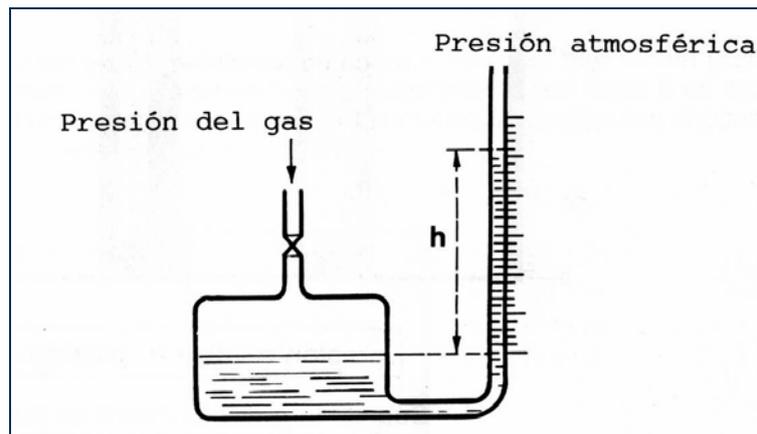


Figura 6

Su campo de utilización y características técnicas son los siguientes:

- **Campo de utilización:** Se utilizan en tramos de instalaciones con presión máxima de hasta 1.500 mm c.d.a. Este tipo de manómetros son apropiados para medir presiones hasta 150 mbar (1.500 mm cda).

Los manómetros de columna deben indicar el líquido para el cual está prevista la escala, más la densidad si éste es distinto de agua o mercurio.

4.3. manómetros para ERM

La elección de los manómetros se debe hacer en función de las presiones a indicar, recomendándose que la zona de trabajo de los mismos esté entre el 35 % y el 75 % del fondo de escala.

La instalación de todos los manómetros debe llevar incorporada una válvula de tres vías de acero inoxidable con toma de ¼" para conectar un manómetro patrón de contrastación.

En aquellos casos en que se prevean oscilaciones u otras perturbaciones que puedan perjudicar la sensibilidad de los aparatos, se debe adoptar el adecuado sistema de protección, tales como estrangulamiento, baños de aceite, etc.

La clase de exactitud y el diámetro de la esfera deben ser, en función de la presión de la medida, los siguientes:

- $P \leq 0,08$ bar Esfera de \varnothing 80 ó 100 mm y clase 1,6 o bien esfera de \varnothing 100 mm y clase 1.
- $0,08 \text{ bar} < P \leq 0,4$ bar Esfera de \varnothing 100 mm y clase 1 o bien esfera de \varnothing 150-160 mm y clase 0,6.
- $P > 0,4$ bar Esfera de \varnothing 150-160 mm y clase 0,6.

Los manómetros con fondo de escala hasta 0,6 bar son de tipo cápsula y deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma UNE-EN 837-3, mientras que los de fondo de escala igual o por encima de 0,6 bar son de tubo Bourdon y han de cumplir con la Norma UNE-EN 837-1. En ambos casos deben reflejar la referencia de la norma con la cual son conformes.

Para los manómetros con tope de aguja, la clase de exactitud debe cubrir del 10% al 100% de la escala. Para manómetros con cero libre, la clase de exactitud debe cubrir del 0% al 100% de la escala y el cero debe servir de punto de control de la exactitud.

5. Registradores gráficos de presión y temperatura

Los registradores gráficos de presión y temperatura pueden ser mecánicos o electrónicos, en soporte papel, pudiendo ser el tambor de registro de eje vertical u horizontal. La velocidad de avance del papel de los equipos que se utilicen en el registro de los parámetros en pruebas conjuntas de resistencia y estanqueidad sobre canalizaciones y acometidas, debe ser acorde con la duración de la prueba. Esta velocidad en ningún caso debe ser inferior a 20 mm/h.

El uso de registradores circulares, cuya velocidad de avance debe ser siempre inferior a 15 °/h, queda limitado a pruebas sobre canalizaciones y en aquellos casos en los que la duración de la prueba quede registrada en menos de 24 horas.

Algunos ejemplos de registradores continuos aparecen en la Figura 7.



Figura 7

El fondo de escala de estos equipos es tal que el valor de la prueba a realizar esté situado en la franja comprendida entre el 35 % y el 75 % del fondo de escala y sus precisiones, como mínimo, las indicadas en la siguiente tabla:

Fondo de escala	Precisión del equipo
P → 160 bar T → 263 - 313 K	P → ± 0,6 % T → ± 1,0 %
P → 60 bar T → 263 - 313 K	P → ± 0,6 % T → ± 1,0 %
P → 25 bar T → 263 - 313 K	P → ± 0,6 % T → ± 1,0 %
P → 10 bar T → 263 - 313 K	P → ± 0,6 % T → ± 1,0 %
P → 1,6 bar T → 263 - 313 K	P → ± 0,6 % T → ± 1,0 %
P → 1 bar T → 263 - 313 K	P → ± 1,0 % T → ± 1,0 %
P → 100 mbar T → 263 - 313 K	P → ± 1,0 % T → ± 1,0 %

El error máximo admisible que deben tener estos instrumentos es el correspondiente a su clase (0,6 % y 1,0% a fondo de escala).

6. Detectores de gas

6.1. Consideraciones previas

El detector de gas es un dispositivo portátil que tiene como función generar una señal de alarma, cuando la concentración del gas para el que está calibrado supera un valor prefijado. Se utiliza para la detección de fugas de gas en instalaciones receptoras.

Comprende los equipos y accesorios necesarios para efectuar la detección de fugas de gas natural en las partes visibles y accesibles de las instalaciones receptoras de gas individuales y comunes en los procesos de inspección y puesta en servicio, inspección y revisión periódica y adecuación de aparatos de GLP a gas natural.

Las condiciones en las cuales se produce la combustión son variables y dependen de la composición del gas. El L.I.I. (límite inferior de inflamabilidad) corresponde a la menor proporción del combustible en el comburente (aire, oxígeno) que produce una mezcla que pueda inflamarse. Del mismo modo, el L.S.I. (límite superior de inflamabilidad), corresponde a la mayor proporción del combustible en el comburente (aire, oxígeno) que produce una mezcla que pueda inflamarse.

Una mezcla de gas con aire se considera inflamable cuando la proporción de gas en la mezcla con aire se encuentra dentro de unos márgenes determinados por el L.I.I. y el L.S.I. Cuando la concentración de gas alcanza niveles situados entre el L.I.I. y el L.S.I. y existe una fuente de ignición la mezcla de gas puede inflamarse.

En el caso del gas manufacturado (gas de primera familia) el L.I.I. se sitúa en torno al 5% de gas en el aire y el L.S.I. alrededor del 45%. En el caso del gas natural (gas de segunda familia) el L.I.I. se sitúa entre el 4-5% de gas en aire, y el L.S.I. en torno al 15%. En el caso de GLP (gas de tercera familia) el L.I.I. se sitúa entre el 1-2% de gas en aire, y el L.S.I. aproximadamente en el 9%.

Cada aparato, según esté dedicado a la detección de uno u otro gas, está calibrado adecuadamente, por lo que es esencial no utilizar un detector calibrado para un gas, por ejemplo gas natural, para la detección de otro gas, por ejemplo GLP.

Las cualidades exigidas a los detectores son las siguientes:

- a) **La especificidad:** Los detectores deben normalmente descubrir el gas a detectar sin ser influenciados por otro gas o vapor (vapor de agua, por ejemplo). Este sensor ideal no existe en la realidad y todos los sensores tienen diferentes sensibilidades tanto para el gas que se desea detectar como para otros gases o sustancias que serán considerados como interferentes (alcoholes, amoniacos, etc.), provocando en algunos casos un considerable número de falsas alarmas. Estas sustancias interferentes se pueden encontrar por ejemplo en muchos de los productos utilizados para la limpieza, sprays, o incluso en vapores alcohólicos producidos al cocinar.
- b) **La sensibilidad:** Dado que se trata de contenidos de gas en el aire muy escasos, del orden de algunas partes por millón (p.p.m.), estos aparatos deben de ser especialmente sensibles. Sin embargo esta capacidad depende en la mayoría de casos de las condiciones ambientales en que se halle el sensor, esto es, la temperatura, hu-

medad, presión y velocidad del aire, por lo que condiciones extremas de alguno de estos factores (salpicaduras, corrientes de aire, temperaturas por encima de 40° C) podrían afectar la respuesta del sensor a corto y largo plazo. Un efecto similar al anteriormente citado y que también modifica la sensibilidad del sensor es su contacto con determinadas sustancias que en exposiciones continuadas o a elevadas concentraciones llegan a inhibirlo completamente, y en consecuencia, alterar su funcionamiento, efecto que se denomina envenenamiento del sensor.

- c) **Exactitud y fiabilidad:** Estas cualidades son esenciales para un detector porque se trata de controlar el carácter explosivo de una mezcla.
- d) **La seguridad de empleo:** Sólo se pueden utilizar en ambientes con peligro de explosión si son conformes a las normas que rigen los materiales eléctricos utilizables en atmósferas potencialmente explosivas, y poseen un certificado de conformidad a normas europeas.

6.2. Clases de detectores y principio de funcionamiento

El detector de gas está formado por:

- Sensor: es el elemento que debe advertir la presencia de gas y convertirla en una señal eléctrica, cuyo valor dependerá de la concentración de gas.
- Circuito electrónico: realiza el acondicionamiento de la señal proporcionada por el sensor.
- Fuente de alimentación.
- Elementos ópticos y sonoros de indicación de alarma.

6.3. Características generales y funcionales de uso

Deben tener un tamaño y peso reducidos, de forma que éste pueda ser asido y manejado con una sola mano.

La Figura 8 muestra alguno de ellos con ejemplos de uso.

**Figura 8**

El manejo del equipo y de los interruptores de funciones debe ser de fácil comprensión para el personal que los utiliza.

El funcionamiento del sensor se ve afectado por el paso del tiempo, es decir, el sensor envejece variando las características de los materiales que lo componen básicamente a medida que aumentan sus horas de funcionamiento, sufriendo con ello variaciones en su sensibilidad, bien aumentándola, lo que genera un mayor número de falsas alarmas, bien disminuyéndola con el riesgo que ello conlleva. En consecuencia, resulta de gran importancia no utilizar el detector una vez superado su tiempo de vida útil, que el fabricante indica en un lugar visible del detector.

Se suministrarán con el equipo aquellos accesorios necesarios para su correcta utilización, tales como un juego de boquillas adaptadas para la recogida de muestras, cargador de baterías, fundas, etc.

Si el equipo dispone de bomba de aspiración, debe contar con un tubo flexible para recoger muestras de la atmósfera en aquellos puntos no fácilmente accesibles para el operario en el interior de la vivienda. Si dicho instrumento carece del mismo, debe incluirse como accesorio un tubo dúctil o telescópico para montar en él.

El equipo debe alimentarse con baterías desechables o recargables, siendo recomendable que pueda utilizar estas últimas.

El equipo y sus accesorios deben estar alojados en un estuche o funda que los proteja de cualquier impacto o golpe durante el transporte.

El equipo se suministra con un completo manual de instrucciones en el que se indican todas las funciones básicas y como debe efectuarse su mantenimiento y limpieza.

Deben estar preparados para detectar como mínimo 0,01% vol. (100 p.p.m.).

Deben incorporar un dispositivo acústico como señal de aviso y disponer de pilotos luminosos para indicar el estado de funcionamiento y alarma. Pueden incorporar visualizador de medidas de escala continua o discreta.

El error máximo admitido en estos equipos es de:

Equipos con visualizador de medida	$\pm 5\%$ de la medida
Equipos sin visualizador de medida	± 1 seg. del tiempo de respuesta

7. Analizadores de gases

7.1. Consideraciones previas

Comprenden los equipos e instrumentos necesarios para efectuar el análisis de la combustión y del CO ambiente (bien integrados en un único equipo o por separado), en aquellos locales donde funcionan aparatos a gas de circuito abierto conectados a un conducto de evacuación de los productos de la combustión, de tiro natural o forzado, y/o encimeras vitrocerámicas.

Este instrumento permite determinar la temperatura de los gases de combustión, la temperatura ambiente, O_2 , CO_2 , CO (diluido en aire o en los productos de la combustión), CO corregido, tiro y exceso de aire. Los valores medidos pueden almacenarse en el instrumento y transmitirse al PC para su procesamiento.

7.2. Unidades de medida de concentraciones

La unidad más utilizada para la determinación de los componentes de un gas es la p.p.m. (partes por millón). Al igual que el tanto por ciento (%), p.p.m. describe una proporción. El tanto por ciento significa "un número x de partes de cada cien", mientras que p.p.m. significa "un número x de partes en cada millón". Por ejemplo, si en un recipiente de aire hay 250 p.p.m. de monóxido de carbono (CO), entonces, si partimos de un millón de partículas de gas, 250 son de monóxido de carbono. Las otras 999.750 partículas son de nitrógeno (N_2) y de oxígeno (O_2). La unidad p.p.m. es independiente de la presión y la temperatura, y se utiliza en concentraciones bajas. Si la concentración presente es elevada, se expresa en porcentaje (%).

La relación de conversión es como sigue:

$$10000 \text{ p.p.m.} = 1\%$$

Ejemplo:

Una concentración de CO de 1000 p.p.m. es equivalente a una concentración del 0,1%.

7.3. Analizadores de CO/CO₂ en aire ambiente

Estos aparatos permiten determinar las concentraciones de CO/CO₂ en el aire ambiente utilizando sensores electrónicos.

7.4. Analizadores de los productos de la combustión

Con estos equipos se puede medir:

- Los diferentes productos de la combustión (CO₂, CO) (Figura 9).



Figura 9

- El O₂ no combustionado.
- Temperatura de gases de combustión (TH) y temperatura ambiente.

La temperatura de los gases de combustión se mide en el centro de la corriente de los gases (centro del caudal, Figura 10). Ahí es donde la temperatura y la concentración de dióxido de carbono (CO₂) son más elevadas y el contenido de oxígeno (O₂) menor.

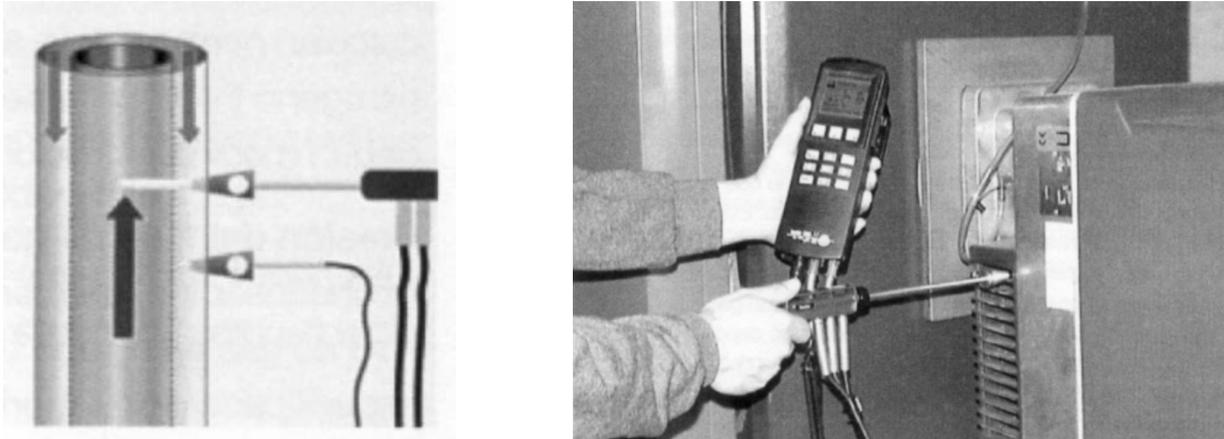


Figura 10

- Tiro.

En calderas de tiro natural, el tiro es la condición básica para que los gases de combustión salgan por la chimenea. Debido a que la densidad de los productos de combustión calientes es menor que la del aire frío externo, en la chimenea se crea un vacío parcial. Esto se conoce como tiro. Este tiro succiona el aire de la combustión y supera cualquier resistencia de la caldera o del tubo de gas.

7.5. Características generales y funcionales de uso

Los instrumentos deben ser compactos, ligeros, fácilmente transportables y sencillo de usar. Otros puntos importantes son la necesidad de disponer de valores de medición con rapidez y con bajo consumo de energía y mantenimiento.

La Figura 11 muestra un analizador de gases así como detalles de su utilización.



Figura 11

Los equipos deben tener un tamaño y peso reducido, de forma que éstos puedan ser asidos y manejados con una sola mano, quedando la otra mano del operario libre para manipular la sonda de medida, si disponen de ella, y el aparato a gas.

Las sondas del equipo, si disponen de ellas, deben estar unidas al instrumento de medida con una conexión flexible mediante un cable o manguera, de longitud suficiente, permitiendo que ésta pueda ser introducida en el conducto de evacuación de los productos de la combustión, a cierta distancia del panel de mandos del aparato a gas, sin que el operario quede expuesto a riesgos innecesarios (quede situado en una posición inestable).

Debe alimentarse con baterías desechables o recargables, siendo recomendable que pueda utilizar estas últimas.

Se recomienda que los equipos tengan capacidad suficiente para memorizar los resultados de varios ensayos consecutivos y que éstos puedan ser transferidos a un ordenador, tipo PC, utilizando un sistema de conexión adecuado. También es suficiente si se pueden imprimir los datos en cada medición.

El equipo, la sonda y sus accesorios deben alojarse en un maletín o estuche de rigidez suficiente que proteja a los componentes de cualquier impacto o golpe durante el transporte.

El equipo se suministra con un completo manual de instrucciones en el que se indican todas las funciones básicas y como debe efectuarse su mantenimiento y limpieza.

El analizador de los productos de la combustión nos debe proporcionar el contenido de CO (corregido no diluido) exento de aire y de vapor de agua, el contenido de O₂ y la temperatura de los mismos. El analizador de CO ambiente debe medir el contenido de CO (diluido) existente en el local donde está instalado el aparato a gas. Los contenidos de CO se expresan en p.p.m. (partes por millón), la temperatura en °C y el contenido de O₂ en %.

Si el analizador de combustión dispone de un sensor o una sonda externa para medir el CO (diluido) en el ambiente, el resultado se muestra junto con los otros datos del análisis de la combustión de los aparatos a gas.

Los rangos de medida y el error máximo admisible típicos que pueden tener dichos equipos para cada parámetro son los que se indican a continuación:

Variable	Rango mínimo	Error máximo admisible	Resolución mínima
Temperatura	0 a 500 °C	± 1,5 %	1 °C
O ₂ de la combustión	0 a 21% en vol.	± 0,2% vol. absoluto	0,1% vol.
CO de los productos de combustión	0 a 6000 p.p.m. (recomendación 0 a 8000 p.p.m)	± 20 p.p.m. (0 a 400 p.p.m.) ± 5% vol. (400 a 1000 p.p.m.) ± 10% vol. (1000 a 6 ÷ 8000 p.p.m)	5 p.p.m.
CO (diluido) ambiente	0 a 100 p.p.m.	± 2 p.p.m. (0 a 15 p.p.m.) ± 5 p.p.m. (15 a 100 p.p.m.)	1 p.p.m.

Preferentemente, el analizador de combustión incorpora sensores para medir los siguientes parámetros complementarios:

Variable	Rango mínimo	Error máximo admisible	Resolución mínima
Tiro/presión (ΔP)	± 5 mbar	$\pm 0,03$ mbar (0 a ± 5 mbar) $\pm 2\%$ (por encima de ± 5 mbar)	0,01 mbar

Los analizadores de combustión y de CO ambiente deben estar preparados para trabajar con una temperatura ambiente comprendida entre + 5 °C y + 45 °C sin anomalías.

Los equipos deben disponer de una pantalla para mostrar los resultados, siendo recomendable que puedan mostrar varios al mismo tiempo.

Estos resultados deben imprimirse en soporte papel al terminar cada prueba o bien después de haber finalizado varios ensayos consecutivos, ya sea mediante una impresora incorporada al equipo o bien mediante otra externa al mismo, a excepción de los analizadores de CO ambiente diseñados exclusivamente para tal fin, en los que no es preceptivo que dispongan de impresora o de señal salida para impresora externa.

El manejo del equipo y la presentación de los resultados, tanto en pantalla como en los listados impresos, deben ser de fácil comprensión por el personal que los utiliza.

El listado impreso de resultados debe incluir una cabecera configurable por el usuario, incluyendo, al menos, la siguiente información:

- Hora y fecha.
- Identificación del operador (nombre y apellidos, empresa, núm. acreditación)
- Identificación del equipo (número de serie)

El listado de resultados debe incluir los datos correspondientes al análisis de la combustión, y del CO ambiente si el equipo incorpora una sonda adecuada, siendo requeridos, al menos, los siguientes datos:

- Temperatura de productos de la combustión (°C).
- CO no diluido (p.p.m.).
- Contenido O₂.

Y además:

- Tiro (mbar) (sólo en aquellos analizadores de combustión que incorporan una sonda adecuada para realizar esta medición).
- Contenido de CO en exceso de aire (p.p.m.).
- Contenido de CO₂ (% volumen).

- Concentración del CO ambiente (diluido) (p.p.m.). (Sólo en aquellos analizadores de combustión que incorporan una sonda adecuada para realizar esta medición).

8. Calibraciones

Con los equipos de medida se suministra un certificado de calibración emitido por un laboratorio acreditado en base a la norma EN 45.000 o de reconocido prestigio, o por el fabricante o distribuidor siempre que disponga de patrones con adecuada trazabilidad, en el que debe constar la siguiente información:

- Identificación del laboratorio que realiza la calibración
 - Empresa y dirección
 - N° de Acreditación
 - Responsable del laboratorio
- Identificación del equipo calibrado
 - Marca, modelo y número de serie
- Identificación del certificado
 - Número de registro y fecha
 - Condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa)
 - N° de certificado del instrumento patrón y laboratorio que lo ha emitido Identificación del procedimiento de calibración seguido
- Tablas de valores de la calibración
 - Parámetros y unidades de medición:
 - Valor medido
 - Límites máximo y mínimo admisibles para cada parámetro
 - Incertidumbre obtenida en la medición

El equipo debe incorporar una etiqueta con la fecha de calibración y la prevista para su próxima calibración, incluyendo una contraseña propia del laboratorio de calibración que acredite que el aparato está calibrado.

Todos los equipos deben tener marcada de forma indeleble la siguiente información:

- Identificación del equipo
- Identificación del fabricante
- Identificación del modelo y número de serie

- Etiqueta con la fecha de calibración, y fecha de la próxima calibración o período de validez
- Contraseña de calibración

9. Mantenimiento

Los equipos de medida deben ser objeto de un mantenimiento periódico preventivo y correctivo. Para un adecuado mantenimiento, los equipos se entregan con todos sus accesorios.

El mantenimiento debe ser realizado por una empresa autorizada. Este se registra en la ficha individual del equipo.

El mantenimiento debe incluir la sustitución de aquellos componentes y sensores específicos que no funcionen adecuadamente o cuando su vida útil esté agotada para realizar medidas fiables. Una vez reparado el equipo siempre debe efectuarse una nueva calibración del mismo, que puede efectuar la misma empresa de mantenimiento siempre que su laboratorio esté acreditado o que disponga de patrones con adecuada trazabilidad, o bien en un laboratorio acreditado en base a la norma EN 45.000. o de reconocido prestigio.

La empresa encargada del mantenimiento debe entregar el certificado de calibración con el equipo reparado, el cual debe cumplir lo indicado en el apartado de calibración.