

Instrucción técnica

IT-ATM-08.1

Metodos de medida no normalizados Determinación de la velocidad y caudal



ÍNDICE

1. OBJETO.
2. ALCANCE Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.
3. DEFINICIONES.
4. EQUIPOS.
5. DESARROLLO.
6. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS.
7. RESPONSABILIDADES.
8. REFERENCIAS.

1. OBJETO

El objeto de esta instrucción técnica es definir la sistemática para la realización de medidas necesarias para la determinación de la velocidad y el caudal de un gas residual.

Es objeto de la presente instrucción técnica la determinación de la velocidad y el caudal en chimeneas y conductos que cumplan con lo establecido en las IT-ATM-01 y IT-ATM-03

2. ALCANCE Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El alcance incluye todos los focos de emisión de las instalaciones en las que se desarrollan actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

El ámbito de aplicación es la Comunidad Autónoma de Andalucía. Aplica a las instalaciones sujetas a inspecciones o tomas de muestras y ensayos realizados por Entidad Colaboradora en el desempeño de sus funciones, a los titulares de las instalaciones en la realización de los controles internos y a la Consejería de Medio Ambiente en su labor inspectora.

3. DEFINICIONES

A efectos de esta instrucción técnica, se entenderá como:

Emisión: Descarga continua o discontinua a la atmósfera de sustancias procedentes, directa o indirectamente, de cualquier fuente o foco susceptible de producir contaminación atmosférica

Foco de emisión: elemento o dispositivo a través del cual tiene lugar una descarga a la atmósfera de contaminantes atmosféricos, ya se produzca ésta de forma continua, discontinua o puntual y con origen en un único equipo o diversos equipos, procesos y o actividades y que puedan ser colectados para su emisión continua a la atmósfera.

Sitio de medida: Lugar en la chimenea o conducto de gas residual en el área del(los) plano(s) de medida, que consta de estructuras y equipo técnico, por ejemplo plataformas de trabajo, bocas de medidas, suministro de energía.

Parámetro o mensurando: magnitud particular sometida a medida. Es una propiedad cuantificable del gas residual sometido a medida

Muestra o medida: Conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar un valor de una magnitud. Pueden realizarse automáticamente (ensayo in situ). El valor de cada muestra se expresa como su valor medio, bien por ser un valor integrado o como la media de una serie de valores puntuales.

Serie de medidas: Grupo de medidas tomadas en un intervalo determinado de tiempo.

Sección de medida: Tramo de la chimenea o conducto de gas residual que incluye el(los) plano(s) de medida y las secciones de entrada y salida.

Plano de medida o muestreo: Plano perpendicular al eje del conducto en la posición de muestreo.

Línea de medida o muestreo: Línea en el plano de muestreo a lo largo de la cual se localizan los puntos de muestreo, limitada por la pared interna del conducto.

Punto de medida o muestreo: Posición en el plano de muestreo en el cual se extrae la corriente de muestra o se obtienen directamente los datos de medida de gas residual.

Punto de medida representativo: Punto de medida en el cual la densidad del flujo másico local de la sustancia a determinar es igual a la densidad del flujo másico promediado en el plano de muestreo.

Medida en rejilla: Determinación de un mensurando en una rejilla dada de puntos de medida en el plano de muestreo.

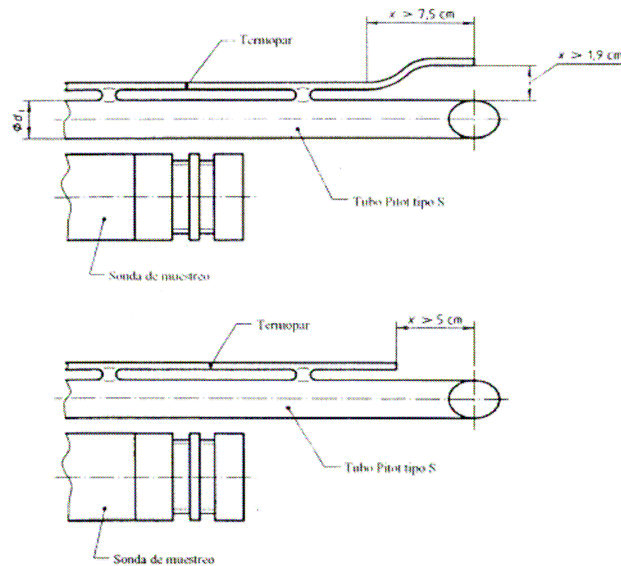
Boca de medida o muestreo: Apertura en el conducto de gas residual a lo largo de la línea de medida, a través de la cual se realiza el acceso al gas residual.

Área libre de obstáculos: Área del espacio libre en la plataforma de trabajo fuera del conducto de gas residual sin obstáculos en el cual se mueven y manipulan las sondas de medida apropiadas.

4. EQUIPOS

4.1. EQUIPOS NECESARIOS

Para la realización de las medidas es necesario contar con tubos de pitot que transmiten una diferencia de presión a un medidor que traduce la señal. Pueden ser de tipo estándar o L o de tipo S; en este último caso, el tubo de pitot debe ser solidario con el termopar para la medida de temperatura en el conducto. El termopar debe estar situado de tal manera que mida la temperatura en el punto de medida, pero que no interfiera en la medida de velocidad, por ejemplo, siguiendo lo indicado en la siguiente figura:



En la siguiente tabla se presentan las características que deben cumplir los equipos utilizados:

Tabla 1. Equipos y especificaciones

EQUIPO	ESPECIFICACIONES
Tubo pitot tipo L	Verificación dimensional anual de características de norma UNE 77225:2000
Tubo pitot tipo S	Incertidumbre $\leq 3\%$
Medidor de presión diferencial	Resolución $\leq 0,15 \text{ mm H}_2\text{O}$
Termopar para temperatura del conducto	Incertidumbre $\leq 2,7 \text{ }^\circ\text{C}$
Barómetro	Incertidumbre $\leq 0,3 \text{ kPa}$
Flexómetro	Incertidumbre $\leq 1\%$

5. DESARROLLO

5.1. GENERALIDADES

La sistemática para la determinación de los puntos y el número de las medidas, será la definida en las IT-ATM-01; IT-ATM-02 y IT-ATM-03.

La velocidad media de la corriente de gas se determina utilizando un tubo Pitot para proporcionar la velocidad puntual, V , en los puntos seleccionados de la sección transversal del conducto, sección de medida.

El caudal volumétrico, Q , se calcula multiplicando el área de la sección transversal por la velocidad media de la corriente de gas en esa sección transversal.

El método consiste en:

- a) determinar las dimensiones, diámetro y área del conducto en la sección de medida.
- b) determinar el número de puntos de medida, N , y su localización en la sección de medida, necesarios para determinar adecuadamente el perfil de velocidad, de acuerdo a lo definido para la medida en rejilla en IT-ATM-03,
- c) medir la presión diferencial, Δp , en estos puntos de muestreo.
- d) determinar la velocidad en cada punto de muestreo con estas medidas de presión diferencial.
- e) calcular la velocidad media
- f) calcular el caudal volumétrico a partir del producto de la velocidad media y el área de la sección transversal.

5.2. PREPARACIÓN DE LOS EQUIPOS

Antes de acceder a la plataforma de muestreo, se preparan y comprueban los equipos de medida de presión y temperatura y cualquier otro accesorio para garantizar su buen estado de uso.

Se comprueba el tubo de pitot para asegurar que los orificios están libres de suciedad, rebabas. etc... y para asegurar que los orificios de presión están correctamente alineados.

Se comprueba el estado de calibración de todos los equipos que intervienen en las medidas y, en especial, los relacionados en la tabla 1.

5.3. MEDIDAS

Se miden las dimensiones internas del conducto, bien usando un flexómetro o bien sobre plano.

Determinar los puntos conforme a lo descrito en la IT-ATM-03.

Antes de empezar las medidas, se debe preparar el tubo de pitot de acuerdo a los siguientes puntos:

- Marcar las posiciones calculadas sobre el tubo de pitot.
- Se inspecciona el tubo de pitot para asegurarse de que los orificios están libres de obstrucciones y se verifica que los orificios de los sensores de presión están adecuadamente alineados.
- Se comprueba que el montaje está libre de fugas.
- A continuación, se comprueba que se cumple en todos los puntos:
 - ✓ Ángulo de flujo de gas menor de 15° respecto al eje del conducto, comprobando que la lectura máxima no se encuentra por encima de este valor girando la sonda.

- ✓ Ausencia de flujo local negativo de gas, comprobando que al girar la sonda en el punto anterior desde los 90° hasta los 270° no se obtienen lecturas negativas.
- ✓ Presión diferencial mayor de 5 Pa
- ✓ Relación entre velocidades máxima y mínima menor de 3:1

Una vez que se comprueba que los puntos de medida cumplen los criterios establecidos, se procede con las medidas, de acuerdo a la siguiente sistemática:

- a) Se determina y anota la presión estática del conducto en un punto en la línea de medida:

1. Tubo de pitot tipo L

Se conecta el sensor de presión estática del tubo de pitot a una de las tomas del medidor de presión y se deja la otra abierta a la atmósfera y protegida de la corriente de aire. Se inserta el tubo de pitot en el conducto y se alinea de manera que el orificio de impacto esté enfrente a la dirección del flujo de gas. Se determina la presión diferencial y se anota en kilopascales. Este valor es la presión estática en la chimenea, incluyendo el signo de la lectura, que coincide con el de la presión estática.

2. Tubo de pitot tipo S

Se conecta una toma del tubo de pitot (la del lado que apunta al flujo de gases) a una toma del medidor de presión y se deja la otra abierta a la atmósfera. Se inserta el tubo de pitot en la chimenea y se alinea con la dirección del flujo de gas. Se gira el tubo de pitot 90° , (en este punto la presión diferencial debe ser nula), se determina la presión y se anota en kilopascales. Este valor es la presión estática en la chimenea. Si la lectura

es negativa, intercambiar los tubos pitot para obtener una lectura adecuada, teniendo en cuenta que la presión estática entonces tiene valor negativo (esto se comprueba observando si la boca de muestreo está en presión, presión estática positiva, o en depresión, presión estática negativa).

- b) Se determina la presión diferencial en cada punto, para ello, se conectan las dos tomas de presión diferencial, se alinea el tubo de pitot con el eje del conducto y para cada punto de muestreo se mide y anota la presión diferencial (Δp).
- c) Si el conducto contiene altas concentraciones de partículas o gotas, el tubo Pitot debería ser purgado con aire durante las medidas, para asegurar que los orificios permanecen abiertos.
- d) Se mide y anota la presión ambiente (p_{atm}) en el lugar de muestreo en kilopascales.
- e) Se mide y anota la temperatura del conducto

Las anotaciones de la presión podrán ser realizadas en otras unidades y transformadas posteriormente

6. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. GENERALIDADES

Para medir la velocidad y el caudal volumétrico con la mayor exactitud, es necesario conocer la composición molecular, la densidad y el contenido en humedad del gas de la chimenea.

A título indicativo, en la mayoría de los casos, la densidad del gas de chimenea, sobre todo en los procesos de combustión, es aproximada a la densidad del aire.

Existen métodos para determinar la composición molecular del gas de chimenea, así como métodos de medida del contenido en humedad se tiene por ejemplo, un diagrama psicrométrico, o mediante un muestreo específico.

La velocidad se expresa en m/s, y el caudal en Nm³/h.

6.2. VELOCIDAD DEL GAS, V

1. Presión estática media, p_{est} . Se determina la media aritmética para todas las lecturas de las presiones estáticas en los puntos de muestreo y se convierte este valor a kilopascales.
2. Presión absoluta del gas, P_t . Se obtiene sumando el promedio de las presiones estáticas obtenidas en los puntos de muestreo a la presión atmosférica. Esta puede ser mayor o menor que p_{atm} .
3. Presión diferencial media en el tubo Pitot, $\Delta\bar{p}$. Se determina la presión diferencial media en el tubo Pitot usando la ecuación:

$$\Delta\bar{p} = \frac{1}{n^2} \left(\sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta p_i} \right)^2$$

Donde:

Δp_i , es la velocidad individual (presión diferencial) en el punto i en kPa
n, es el número de puntos.

4. Velocidad media del gas, \bar{V} , en m/s. Se determina la velocidad media del gas en el plano de muestreo usando la ecuación:

$$\bar{V} = KC \sqrt{\frac{T_s \Delta\bar{p}}{P_t M_s}}$$

Donde:

C es igual a $129 \text{ (m/s)} \cdot [\text{kg}/(\text{kmol} \cdot \text{K})]^{1/2}$;

T_s es la temperatura media del gas en la chimenea, en kelvin;

M_s es el peso molecular del gas en kg/kmol

K es el coeficiente del tubo Pitot;

P_t es la presión absoluta del gas en kilopascales;
 ΔP es la presión diferencial media del tubo Pitot en kilopascales.

6.3. CAUDAL VOLUMÉTRICO Q

El caudal volumétrico en las condiciones de la chimenea Q puede ser calculado usando la ecuación:

$$Q = 3.600 \cdot \bar{V} \cdot A$$

Donde:

\bar{V} es la velocidad media del conducto, en metros por segundo, en las condiciones de la chimenea;
A es el área transversal de la chimenea, en metros cuadrados en el punto de muestreo;
Q es el caudal volumétrico, en metros cúbicos por hora;

Se puede usar la siguiente ecuación para corregir Q a condiciones normales de presión y temperatura, 0 °C y 101,3 kPa y en base seca:

$$Q_{CN} = Q \left(\frac{273}{T_S} \right) \left(\frac{P_t}{101,3} \right) \left(\frac{100 - \%H}{100} \right)$$

Dónde Q_{CN} = Caudal en condiciones normales de presión y temperatura y base seca.

7. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del titular de la instalación adaptar sus sitios y secciones de muestreo para posibilitar la realización de las medidas de acuerdo a lo recogido en la presente instrucción técnica, así como las instrucciones técnicas a las que se hace referencia.

8. REFERENCIAS

UNE 77225:2000 Emisiones de fuentes estacionarias. Medida de la velocidad y el caudal volumétrico de corrientes de gases en conductos.