**APÉNDICE I**

**MEDICIÓN DE MATERIAL PARTICULADO TOTAL - GUÍA DE CÁLCULO -**

Condiciones normales de presión y temperatura (CNPT): 1013,3 hPa (760 mm Hg) y 273,16 °K

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Fecha |   |  |   |
| 2 | Hora |   |  |   |
| 3 | Muestra Nro |   |  |   |
| 4 | Constante del tubo de Pitot (Cp) |   |  |   |
| 5 | Ganancia en volumen de la solución en el impinger |   |  | [ml] |
| 6 | Ganancia en peso del impinger con sílica gel |   |  | [gr] |
| 7 | Volumen total de agua colectada [5+6] (Vlc) |   |  | [ml] |
| 8 | Temperatura promedio del medidor de gas (tm)  |   |  | [°C] |
| 9 | Volumen de muestra tomada (Vm) |   |  | [m3] |
| 10 | Tiempo total de muestreo (Ɵ) |   |  | [min] |
| 11 | Presión barométrica (Pb) |   |  | [mm Hg] |
| 12 | Presión estática en la chimenea (Pestática) |   |  | [mm H2O] |
| 13 | Presión en la chimenea (Ps)[P estática +P barométrica] |   |  | [mm Hg] |
| 14 | Temperatura promedio de la chimenea (ts) |   |  | [°C] |
| 15 | Caída de presión promedio en la placa orificio (ΔHProm) (\*) |   |  | [mm H2O] |
| 16 | Caída de presión promedio en el tubo Pitot |   |  | [mm H2O] |
| 17 | Raíz cuadrada promedio del ΔP en el tubo de Pitot |   |  | [mm H2O]1/2 |
| 18 | Volumen de agua gaseosa en CNPT (Vwstd) |   |  | [Nm3] |
| 19 | Volumen del medidor en CNPT (Vmstd) a 0°C |  |  | [Nm3] |
| 20 | Contenido de humedad del gas de escape  |   |  | [%] |
| 21 | Análisis del gas de escape |  % CO2 = |  | [%] |
|  % O2 = |  | [%] |
|  % CO = |  | [%] |
|  Total % = |  | [%] |
|  100 - Total % = % N2 = |  | [%] |
| 22 | Peso molecular seco (Md) |   |  | [g/mol] |
| 23 | Peso molecular del gas de escape (Ms) |   |  | [g/mol] |
| 24 | Velocidad promedio en la chimenea (Vs) |  |  | [m/seg] |
| 25 | Sección de la chimenea |   |  | [m2] |
| 26 | Caudal (Qsa) |   |  | [m3/min] |
| 27 | Diámetro de la tobera (Dn) |   |  | [mm] |
| 28 | Porcentaje de variación isocinética |   |  | [%] |
| 29 | Cantidad de material particulado retenido en el filtro (Mf) |   |  | [g] |
| 30 | Cantidad de material particulado retenido en la sonda y ciclón |   |  | [g] |
| 31 | Cantidad total de material particulado retenido (Mn) [29+30] |   |  | [g] |
| 32 | Porcentaje de material particulado colectado en el filtro |   |  | [%] |
| 33 | Concentración de material particulado |   |  | [g/Nm3] |

(\*) En caso de corresponder

A continuación se incluye un detalle de las ecuaciones a considerar, en los puntos de la planilla referenciados:

(18) Volumen de agua gaseosa en CNPT (Vwstd), en [Nm3]:

 Vwstd = 0,001244 Vlc

Donde:

$$0,001244 = \frac{22,4 \frac{litros}{mol}}{18 \frac{gramos}{mol}×1000 \frac{litros}{m^{3}}}$$

 Vlc: Volumen total de agua colectada (5+6), en [ml]

(19) Volumen del medidor en CNPT (Vmstd), en [Nm3]:

$$V\_{mstd}=\frac{273,16}{760}V\_{m}Y\_{d}\frac{P\_{b}+\frac{∆H\_{prom}}{13,6}}{t\_{m}+273,16}$$

Donde:

273,16: temperatura de referencia, en [ºK].

760: presión de referencia, en [mm de Hg].

Vm: Volumen de muestra tomada, en [m3].

Yd: factor de calibración del medidor de gas.

Pb: Presión barométrica, en [mm Hg].

ΔHprom: Caída de presión promedio en la placa orificio, en [mm H2O].

13,6: factor de conversión de la presión estática, medida en mm de columna de agua, a mm de mercurio (1mm Hg = 13,6 mm H2O).

tm: Temperatura promedio del medidor de gas, en [°C].

(20) Contenido de humedad del gas de escape (Bws), en [%]:

$$B\_{ws}=\frac{V\_{wstd}}{V\_{wstd}+V\_{mstd}}\*100$$

(22) Peso molecular seco (Md), en [g/mol]:

 Md = 0,44 (%CO2) +0,32 (% O2) + 0,28 (% CO +% N2)

(23) Peso molecular del gas de escape (Ms), en [g/mol]:

 Ms = 0,18 (Bws) + Md/100 (100-Bws)

(24) Velocidad promedio en la chimenea (Vs), en [m/s]:

$$(V\_{s})\_{prom}=34,96 C\_{p} (\sqrt{∆P})\_{prom} \sqrt{\frac{t\_{s}+273,16}{P\_{s}M\_{s}}}$$

Donde:

$$34,96=\sqrt{\frac{2xgxVolumen MolarxPresión Estándard}{Temperatura Estandar}}= \sqrt{\frac{2x9,8x22,4x760}{273,16}}$$

22,4 litros = volumen molar a 0°C.

ΔP = Caída de presión promedio en el tubo Pitot, en [mm H2O].

ts = Temperatura promedio en la chimenea, en [°C].

Ps = Presión en la chimenea, en [mm Hg].

Ms = Peso molecular del gas de escape, en [gramo/gramo mol].

Cp = Constante del tubo Pitot [adimensional].

 (25) Sección de la chimenea (A), en [m2]:

Para conductos de sección circular:

$$A=\frac{πD\_{s}^{2}}{4}$$

Donde:

Ds: diámetro de la chimenea, en [m].

Para conductos de sección rectangular:

A = largo [m] x ancho [m]

(26) Caudal (Qsa), en [m3/min]:

 Qsa = 60 (Vs) prom A

(28) Porcentaje de variación isocinética [%]:

$$I=\frac{T\_{s } V\_{mstd} P\_{std}}{θ T\_{std} V\_{s} A\_{n} P\_{s }\left(1- B\_{ws}/100\right) 60}×100$$

Donde:

Ts: temperatura en la chimenea, en [ºK].

Vmstd: volumen de muestra tomada en condiciones de referencia, en [m3].

Pstd: presión de referencia, en [mm de Hg].

θ: tiempo, en [minutos].

Tstd: temperatura de referencia, en [ºK].

Vs: Velocidad promedio en la chimenea, en [m/s].

An: área de la boquilla, en [m2].

Ps: presión total en la chimenea, en [mm Hg].

Bws: contenido de humedad del gas de escape, en [%].

60: factor de conversión de minutos a segundo.

(32) Porcentaje de material particulado colectado en el filtro [%]:

$$\left(\frac{M\_{f}}{M\_{n}}\right)×100$$

Donde:

Mf: Cantidad de material particulado retenido en el filtro (29), en [gramos].

Mn: Cantidad total de material particulado retenido(29+30), en [gramos].

(33) Concentración de material particulado (Cs), en [g/Nm3]:

$$C\_{s}=\left(\frac{M\_{n}}{V\_{mstd}}\right)$$