

I.C.I. -01/12

# INFORME CALCULO DEL IME ITURRAMA 2012



C.P.: ECM 204500

## CÁLCULO DEL IME PM<sub>2,5</sub> INDICE MEDIO DE EXPOSICIÓN

ESTACIÓN DE ITURRAMA

AÑO 2012

Pamplona

Fecha de emisión: 13 de febrero de 2013

## **INDICE**

### **1.- OBJETO**

### **2.- DESARROLLO**

#### **2.1.- Presentación**

#### **2.2.- Situación**

#### **2.3.- Muestreo**

#### **2.4.- Equipos**

#### **2.5.- Tabla de resultados**

#### **2.6.- Control Calidad**

#### **2.7.- Correlación**

### **3.- CONCLUSIONES**

## 1. OBJETO

El objeto de este estudio es determinar los niveles de PM<sub>2,5</sub> en la estación de fondo urbano de ITURRAMA perteneciente a la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del Gobierno de Navarra, con el fin de contribuir al cálculo del Indicador Medio de Exposición (IME) de PM<sub>2,5</sub>, establecido en el Real Decreto 102/2011.

Además se aprovechará la campaña de muestreo para realizar una intercomparación entre los dos equipos de medición de inmisión con cabezal de PM 2,5. Un equipo gravimétrico que cumple la norma UNE-EN 14907 y otro equipo que mide en continuo basado en la atenuación de la radiación beta.

Con la intercomparación se trata de calcular el factor corrector de la medida del equipo de referencia respecto al que mide en continuo.

Los trabajos que se plantean realizar son los siguientes:

- Instalación de un captador gravimétrico de alto volumen en la estación de Iturrama con un cabezal selectivo para PM 2,5.
- Realización de una campaña anual con muestreos cada 3 días y toma de muestras de al menos 110 filtros de los 122 posibles. El periodo de muestreo será de 24 horas y los filtros se mantendrán en condiciones adecuadas de conservación hasta su traslado al laboratorio.
- Estudio de correlación de los datos obtenidos con el captador de alto volumen y los obtenidos con el analizador automático y obtención de la correspondiente ecuación de correlación.
- Obtención de la recta de correlación con  $R^2 > 0,8$

## 2. DESARROLLO

### 2.1. Presentación

Para la realización del estudio se utiliza un equipo gravimétrico previamente calibrado, que cumple la norma de referencia y los valores obtenidos son comparados con el equipo que mide en continuo

El RD 102/2011 establece que hay que tomar una muestra cada 3 días

### 2.2. Situación

Tal y como se indica en el Anexo XIII del RD 102/2011, la estación deberá estar ubicada en fondo urbano. El punto de toma de muestras elegido ha sido la estación de Iturrama (código 31201012) perteneciente a la Red de Calidad del Aire del Gobierno de Navarra. Concretamente, se encuentra situada en el conocido como Boulevard de Iturrama (Barrio de Iturrama) entre la calle Serafín Olave y la Calle Iturrama.



### 2.3. Muestreo

Se ha realizado un muestreo a lo largo del año 2012, con una periodicidad de muestreo cada tres días, tal y como indica el RD 102/2011.

A continuación se exponen las características de muestreo:

Fecha del primer muestreo: 17 de enero de 2012.

Fecha del último muestreo: 18 de diciembre de 2012.

Duración de cada muestreo: 24 horas.

Caudal programado de muestreo: 720 m<sup>3</sup> /día.

La duración de todo el conjunto de muestreos ha sido de 335 días.

En el punto V: tabla de resultados; se puede comprobar los días que se ha realizado cada muestreo.

## **2.4. Equipos a intercomparación**

### 2.4.1. Analizador automático

El equipo BAM 1020, es un medidor automático de partículas en continuo, que utiliza el método de atenuación de radiación beta. El método se basa en la fuente constante de electrones de alta energía (partículas beta) que emiten los átomos de C14. Estas partículas son detectadas y contadas por un detector de centelleo sensible. Mediante una bomba externa se hace pasar un volumen conocido de aire ambiente a través de un filtro de cinta, en donde se retienen las partículas. El filtro con las partículas retenidas se coloca entre la fuente de partículas beta y el detector, causando una atenuación de la señal de la radiación beta. El grado de atenuación de la señal es usado para la determinación de la concentración en masa. Como también es conocido el volumen captado, se calcula la concentración volumétrica.

El equipo realiza cada cinco segundos una medida de PM 2,5 y el dato que hemos utilizado para realizar la intercomparación es la media de cada hora. Al obtener las 24 horas diarias hemos calculado la media diaria.

### 2.4.2. Analizador gravimétrico de referencia

El Muestreador de Alto Volúmen (High Volume Sampler, HVS) consta básicamente de: una bomba de vacío, marco de sujeción del filtro, adaptador de marco, controlador volumétrico de flujo

(que ajusta un caudal constante durante el período de toma de muestra) y un controlador de tiempo.

En este método de muestreo el aire es obligado a pasar por un filtro de baja resistencia, con un alto flujo. En todos estos equipos es muy importante la calibración del dispositivo para medir el flujo y el acondicionamiento del filtro antes y después de la colección de partículas.

La concentración de partículas se calcula por medio de la diferencia en pesos del filtro antes y después del muestreo y el total del flujo de aire.

**Datos:**

- Pesada filtros:

Se ha subcontratado a:

- TECNALIA-LABEIN la pesada de los filtros antes y después de realizar la medición de PM 2,5. del 17 de Enero a 13.11.12
- LABAQUA (Aqualogy) la pesada de los filtros antes y después de realizar la medición de PM 2,5. del 4.11.12 a 18.12.12

Estos laboratorios cumplen con las especificaciones de la Norma UNE-EN 1907:2006 punto 5.2 Instalación de la pesada.

- Datos equipo:

El equipo utilizado ha sido un captador MCV modelo CAV-A/mb número de serie B-092/1151, programado para realizar muestreos diarios, de 24 horas, con un programa de muestro de 30 m<sup>3</sup>/h, con lo que se obtiene en cada muestreo un volumen total aproximado de de 720 m<sup>3</sup> / día. Se adjunta en el anexo el certificado de calibración del equipo.

Utiliza filtro de 150 mm y el equipo está calibrado con cabezal de PM 2,5. Se adjunta certificado de calibración.

El equipo cumple las especificaciones de la Norma UNE-EN 14907:2006 en lo referente a:

- Cabezal: En la norma de referencia se describen los diseños y tolerancias de los sistemas de captación a emplear en función del caudal al que se operará, de bajo volumen (LVS) o de alto volumen (HVS).
- Tubo de conexión: la longitud del tubo de conexión entre el cabezal y el portafiltros será menor de 3 m, no tendrá curvas, será vertical y estará diseñado de tal manera que la temperatura del tubo será lo más próxima posible a la temperatura ambiente, de modo que la desviación de la temperatura será inferior a  $\pm 5$  °C.
- Portafiltros y filtros: la temperatura del portafiltros y el filtro se mantenga tan cerca como sea posible de la temperatura ambiente (la temperatura del filtro de muestra no debe separarse más de 5 °C de la temperatura ambiente). Los filtros tendrán una eficiencia de separación de al menos 99,5% para un diámetro aerodinámico de 0,3  $\mu\text{m}$ .
  - Para el LVS (bajo volumen) el diámetro del área libre a través del cual pasa el aire muestreado deberá estar entre 34 mm y 41 mm.
  - Para el HVS (Alto volumen) el diámetro del área libre a través del cual pasa el aire muestreado deberá estar entre 135 mm y 143 mm.
- Sistema de control de flujo: el control de flujo debe ser tal que el volumen muestreado de aire en condiciones ambientales por unidad de tiempo se mantenga constante.
- El caudal volumétrico a través del cabezal debe ser controlable a un valor nominal de 2,3 m<sup>3</sup>/h en condiciones ambientales para el cabezal normalizado LVS y 30 m<sup>3</sup>/h para el cabezal normalizado HVS. En este caso se muestrea a 30 m<sup>3</sup>/h con un total de 720 m<sup>3</sup>/día.

El valor instantáneo del caudal debe mantenerse constante dentro del 5% del valor nominal en condiciones ambientales.

El caudal volumétrico medio durante el periodo de medida debe estar dentro del 2% del valor nominal.

## 2.5. Tabla de resultados

ITURRAMA PM 2,5 AÑO 2012			
Nº muestreo	Fecha muestreo	Método gravimétrico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Método automático Espectrómetro BAM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	17/01/2012	28,91	21,41
2	20/01/2012	4,82	7,64
3	24/01/2012	5,00	6,77
4	27/01/2012	4,93	6,77
5	30/01/2012	11,79	12,63
6	22/02/2012	16,64	19,06
7	25/02/2012	21,45	28,57
8	28/02/2012	21,55	24,98
9	02/03/2012	27,68	31,11
10	05/03/2012	3,70	7,35
11	08/03/2012	3,36	7,70
12	14/03/2012	44,69	57,74
13	17/03/2012	6,98	9,37
14	20/03/2012	9,61	12,11
15	23/03/2012	14,35	16,95
16	26/03/2012	15,98	19,84
17	29/03/2012	18,69	20,66
18	01/04/2012	20,62	23,23
19	04/04/2012	7,79	8,95
20	07/04/2012	9,48	13,79
21	10/04/2012	4,87	10,95
22	13/04/2012	1,86	6,41
23	17/04/2012	4,22	9,07
24	23/04/2012	4,13	8,32
25	10/05/2012	7,32	10,76
26	13/05/2012	5,58	10,42
27	16/05/2012	4,42	10,42
28	19/05/2012	2,52	9,80
29	25/05/2012	14,85	19,30
30	07/06/2012	7,09	12,10
31	09/06/2012	7,89	10,90
32	12/06/2012	3,50	8,20
33	15/06/2012	10,83	10,62
34	24/06/2012	11,47	15,88

ITURRAMA PM 2,5 AÑO 2012			
Nº muestreo	Fecha muestreo	Método gravimétrico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Método automático Espectrómetro BAM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
35	06/07/2012	8,49	9,90
36	09/07/2012	8,33	9,70
37	13/07/2012	9,26	9,70
38	15/07/2012	7,65	7,00
39	19/07/2012	8,35	10,00
40	22/07/2012	8,32	9,10
41	25/07/2012	17,21	16,70
42	28/07/2012	10,42	13,60
43	31/07/2012	13,58	13,40
44	02/08/2012	9,13	10,70
45	05/08/2012	10,36	8,40
46	07/08/2012	9,93	10,60
47	09/08/2012	19,30	15,50
48	12/08/2012	7,76	8,40
49	14/08/2012	12,45	13,30
50	17/08/2012	14,39	12,90
51	21/08/2012	15,28	19,00
52	25/08/2012	8,37	7,00
53	28/08/2012	12,45	13,20
54	31/08/2012	8,13	7,30
55	03/09/2012	11,37	10,50
56	06/09/2012	19,88	22,50
57	08/09/2012	23,50	22,50
58	11/09/2012	19,95	20,60
59	13/09/2012	7,98	5,90
60	15/09/2012	9,82	8,20
61	17/09/2012	15,52	15,90
62	19/09/2012	9,58	7,10
63	21/09/2012	13,95	14,60
64	25/09/2012	9,69	8,50
65	27/09/2012	8,94	7,60
66	29/09/2012	7,71	8,50
67	02/10/2012	11,52	11,80
68	04/10/2012	16,02	18,90
69	07/10/2012	13,74	13,40

ITURRAMA PM 2,5 AÑO 2012			
Nº muestreo	Fecha muestreo	Método gravimétrico (µg/m3)	Método automático Espectrómetro BAM (µg/m3)
70	09/10/2012	12,80	12,00
71	11/10/2012	11,36	7,70
72	15/10/2012	7,80	7,10
73	18/10/2012	11,01	11,40
74	20/10/2012	10,80	9,70
75	23/10/2012	10,86	15,50
76	25/10/2012	12,43	11,70
77	27/10/2012	7,06	5,80
78	29/10/2012	10,59	9,50
79	01/11/2012	5,51	8,90
80	04/11/2012	4,36	7,00
81	07/11/2012	10,74	12,70
82	10/11/2012	8,32	8,30
83	13/11/2012	10,61	10,40
84	15/11/2012	16,69	22,80
85	18/11/2012	3,34	4,60
86	20/11/2012	12,80	17,20
87	22/11/2012	7,93	13,10
88	25/11/2012	8,34	14,30
89	27/11/2012	2,64	5,60
90	29/11/2012	2,50	6,40
91	02/12/2012	5,28	11,70
92	05/12/2012	3,47	7,10
93	08/12/2012	3,06	6,80
94	11/12/2012	5,28	9,70
95	13/12/2012	15,43	26,90
96	16/12/2012	5,00	7,50
97	18/12/2012	20,43	35,30

## 2.6. Control de Calidad

Se han realizado tres blancos a lo largo de los muestreos con la finalidad de obtener controles de calidad. Se trataría de blancos de campo y de laboratorio.

Las fechas de realización de los controles de calidad han sido:

- Día 2 de febrero de 2012, enviado a TECNALIA.
- Día 11 de marzo de 2012, enviado a TECNALIA.
- Día 16 de diciembre de 2012, enviado a LABAQUA.

Los resultados obtenidos se consideran buenos porque en los tres, el resultado ha sido inferior a límite de detección del laboratorio.

## 2.7. Correlación

La gráfica corresponde a la correlación existente entre las mediciones de PM 2,5 con el equipo MCV respecto al equipo BAM 1020. El coeficiente de correlación obtenido es de 0.80 ( $R^2=0.80$ ), este valor indica que los dos equipos son muy concordantes e indicaría que las medidas de los dos equipos tienen la misma tendencia y el estudio sería correcto estadísticamente hablando.

Esta gráfica se ha obtenido con 110 valores brutos, como establece el RD 102/2011.

Durante 335 días:

- Inicio: 17.01.2012.
- Fin: 18.12.2012.
- Pareja de valores obtenidos: 110.
- Blancos: 3.
- Outlayers: 13.
- Pareja de datos validados: 97.

La R2 obtenida ha sido mayor de 0,8; y, la "b" de la recta ( $y=ax+b$ ) tiene que ser +/- 5, valores que cumple el estudio realizado.

La recta obtenida para este año sería de:

$$y=0,7875x + 0,6429$$

La recta pasando por el origen es la siguiente:

$$y=0,8246x$$

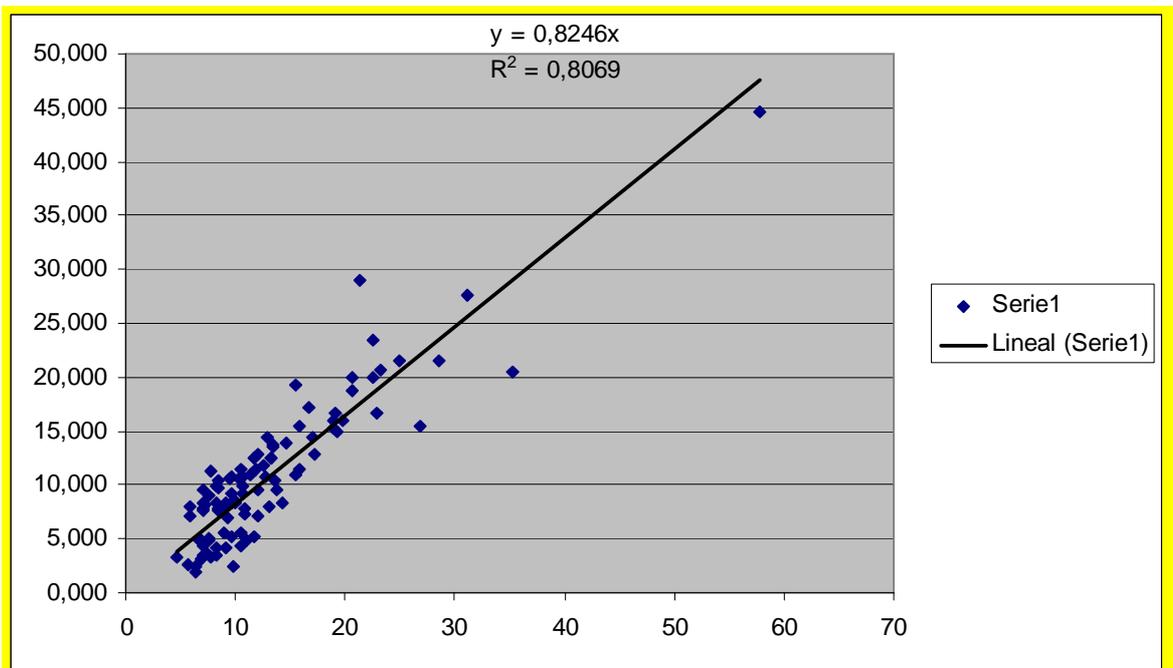
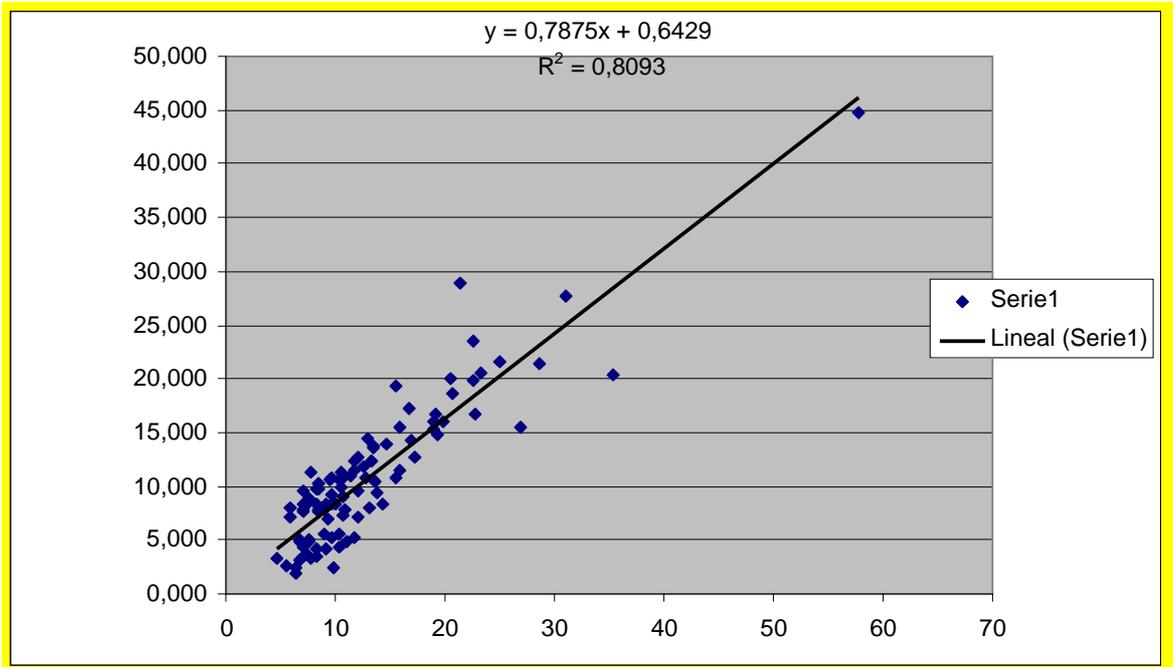
La media diaria del equipo MCV es de  $10,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y del equipo BAM-1020 es de  $12,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Se considera una diferencia poco significativa entre las dos mediciones.

Al compararse los valores obtenidos, con el valor objetivo-anual ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ninguno de los dos valores se puede considerar elevado.

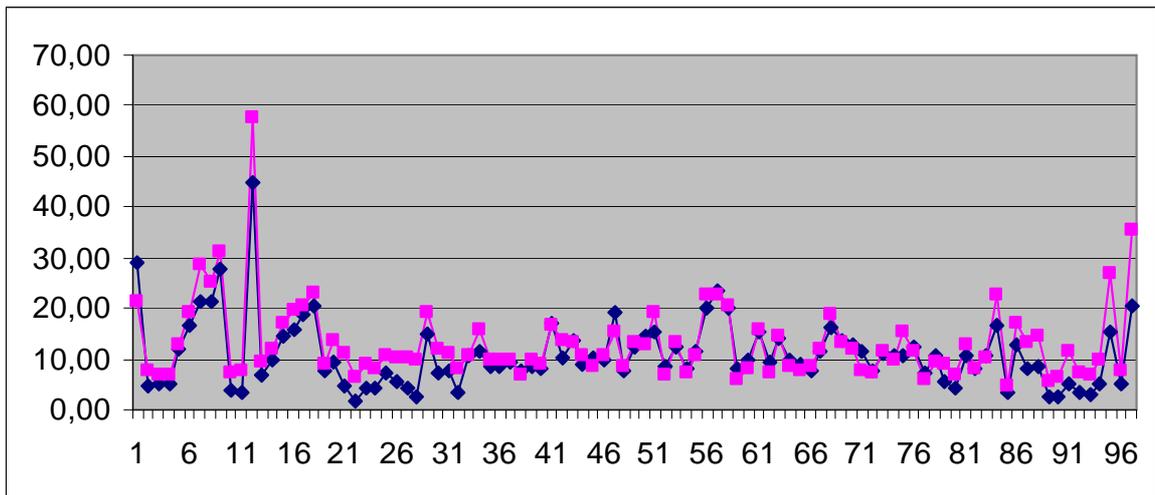
la máxima diaria del equipo MCV es de  $44,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y la del equipo BAM-1020 es de  $57,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La mínima diaria del equipo MCV es de  $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y del equipo BAM 1020 es de  $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Gráfico de correlación



### Puntos correlación



### 3. CONCLUSIONES

El equipo de medida en continuo, por lo general, da valores de mayor masa que el equipo gravimétrico.

- La máxima diferencia entre los dos equipos se ha dado en el último día de muestreo ( día 18.12.12), obteniéndose una diferencia de 14,87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . El equipo gravimétrico da un resultado de 20,43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el analizador automático 35,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- La mínima diferencia detectada ha sido del día 10.11.12, con una diferencia de 0,02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . El valor obtenido fue de 8,32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el equipo gravimétrico y 8,30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el analizador automático

El equipo validado por la norma 14907 mide una media de 1,44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  menos que el equipo que mide en continuo.

La media anual de los dos equipos medidos no supera los 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que establece como valor objetivo el RD 12/2011

Informe concluido en Pamplona a 13 de febrero de 2013



Miguel Barnó Leza  
Técnico de GANASA

**MCV, S.A.**  
**Laboratorio de Calibración**  
Autovía A-2 Km. 575  
08293 COLLBATÓ  
(BARCELONA)  
Tel. + 34 93 777 05 00  
Fax + 34 93 777 05 50  
calib@mcvsa.com  
www.mcvsa.com



**INSTRUMENTO**  
*Instrument*

**Captador de Alto Volumen**

**FABRICANTE**  
*Manufacturer*

**MCV**

**MODELO**  
*Model*

**CAV-A/mb**

**NÚMERO DE SERIE**  
*Serial number*

**B-092/1151**

**CLIENTE**  
*Client*

**GESTIÓN AMBIENTAL DE NAVARRA**  
**Pol. Ind. Multilva Baja, C/E, Edif. 9 Planta Baja**  
**31192 MUTILVA BAJA (Navarra)**

**FECHA DE CALIBRACIÓN** 27/12/2011  
*Date of calibration*

Signatario autorizado  
*Authorized signatory*

**Josep Maria Martínez Trepat**  
Responsable Laboratorio de Calibración

Documento emitido a  
*Document issued*  
28/12/2011

Este certificado se expide de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Sistema de Calidad de MCV, S.A. y expresa fielmente el resultado de las medidas realizadas. No podrá reproducirse parcialmente excepto cuando exista una autorización escrita de MCV, S.A. Los resultados obtenidos en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El Laboratorio de MCV, S.A. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados. Este certificado no atribuye al objeto de calibración otras características que las indicadas en el mismo. Queda garantizada la trazabilidad a los patrones nacionales.

*This certificate is issued in accordance with the specifications contained in the Quality System of MCV, S.A. and shows accurately the results of the measurements carried out. It cannot be partially reproduced without a written permission from MCV, S.A. The results contained in this report are subjected to the moment and conditions in which the measurements were made. The Laboratory of MCV, S.A. is not responsible of the damage that can be produced due to improper use of the calibrated instruments. This certificate does not attribute to the calibrated instrument other characteristics than the ones indicated on it. Traceability to the national standards is guaranteed. IMP140CC1.02*



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of Calibration*

Número CAV-11.12.27-02  
Number

**MCV, S.A.**

Página 2 de 3 páginas  
Page    of    pages

## METODOLOGÍA

Se ha utilizado la instrucción del Laboratorio de MCV, S.A., IT-140 C para la calibración de captadores de alto volumen. Se ha calibrado el captador de alto volumen con aire atmosférico como fluido de calibración aspirado por la propia bomba del equipo. Se realizan diez lecturas en los puntos 20, 24, 26 y 30 m<sup>3</sup>/h en sentido ascendente, y se repite el punto correspondiente a un caudal de 30 m<sup>3</sup>/h, al final de la calibración. En cada punto se espera que el equipo haya estabilizado, y la lectura sea correcta. Los equipos utilizados son calibrador de CAV-A y los patrones multifmetro FLUKE y caudalímetro másico.

## TRAZABILIDAD

Los patrones y equipos de medición tienen garantizada su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, por haber sido calibrados por laboratorios acreditados por ENAC o laboratorios nacionales.

ENAC es firmante del Acuerdo Multilateral de la EA/ILAC en materia de calibración.

## CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura:	23	°C	±	5	°C
Humedad:	40	%hr	±	20	%hr
Presión:	991	mbar	±	1	mbar

## INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medida por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA-4/02.

Los valores e incertidumbres asignados corresponden al momento de la medida, no considerándose la estabilidad del instrumento a más largo plazo.

## OBSERVACIONES

Los resultados que se indican se refieren exclusivamente al objeto sometido a calibración y descrito en este certificado.

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Patrón Nm <sup>3</sup> /h	Instrumento Nm <sup>3</sup> /h	Corrección Nm <sup>3</sup> /h	Incertidumbre expandida (K=2) %lec
29,97	30,0	-0,03	±1,3
20,19	20,0	0,19	±1,4
24,17	24,0	0,17	±1,3
26,14	26,0	0,14	±1,3
30,12	30,0	0,12	±1,3

Las condiciones de normalización son de 0 °C y 1013 mbar.