CÁLCULO DEL IME PM2,5
INDICE MEDIO DE EXPOSICIÓN

ESTACIÓN DE ITURRAMA
AÑO 2013

Pamplona

Fecha de emisión: 29 de Enero de 2014

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

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

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

1. OBJETO

El objeto de este estudio es determinar los niveles de PM2,5 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 PM2,5, 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 $R^2 > 0,8$

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

2. DESARROLLO

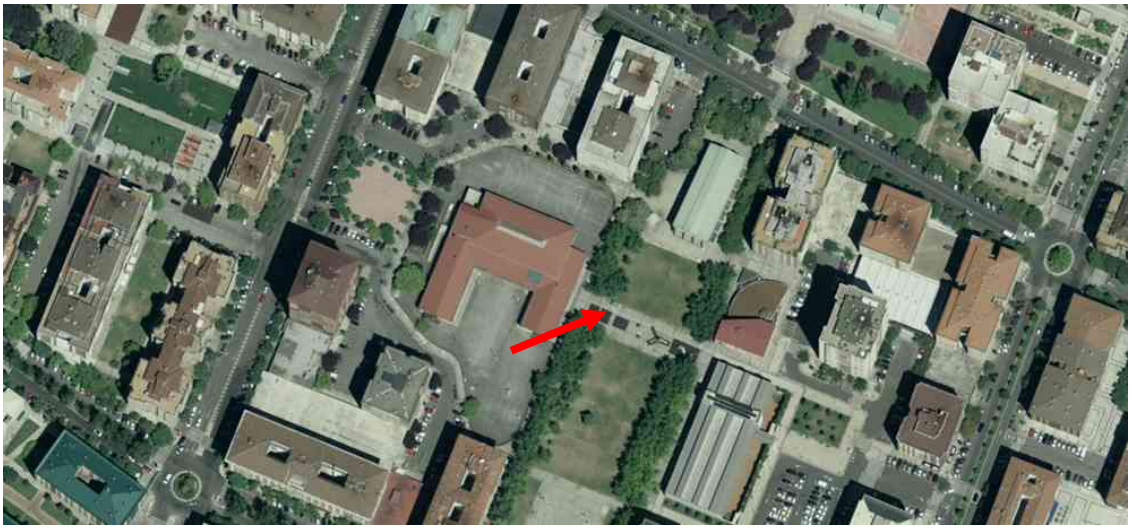
2.1. Presentación

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 ubicado 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 2013, con una periodicidad de muestreo cada tres días, tal y como indica el RD 102/2011.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

A continuación se exponen las características de muestreo:

Fecha del primer muestreo: 16 de enero de 2013.
Fecha del último muestreo: 17 de diciembre de 2013.
Duración de cada muestreo: 24 horas.
Caudal programado de muestreo: 720 m^3 /día.
La duración de todo el conjunto de muestreos ha sido de 335 días.

En el punto 5: 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

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

(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 LABAQUA (Aqualogy) la pesada de los filtros antes y después de realizar la medición de PM 2,5. Tien certificado ENAC para realizar este ensayo con nº 109/LE 446.

  El laboratorio cumple 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^3/h, con lo que se obtiene en cada muestreo un volumen total aproximado de de 720 m^3 / 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 está calibrado por ENAC con certificado de calibración CAV-13.01.03-01 y cumple con las especificaciones de la Norma UNE-EN 14907:2006 en lo referente a:

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

- Cabezal: En la norma de referencia se describen los diseños y tolerancias de los sistemas de captación a emplear en función del caudal, en este caso el equipo es 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 ± 5 ºC.
- 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 ºC de la temperatura ambiente). Los filtros tendrán una eficiencia de separación de al menos 99,5% para un diámetro aerodinámico de 0,3 µm.
    - 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 30 m^3/h para el cabezal normalizado HVS; en este caso se muestrea a 30 m^3/h con un total de 720 m^3/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.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

2.5. Tabla de resultados

ITURRAMA PM 2,5 AÑO 2013			
Nº muestreo	**Fecha muestreo**	**Método automático Espectrómetro BAM (µg/m3)**	**Método gravimétrico (µg/m3)**
1	16.01.13	9,3	8,9
2	19.01.13	3,7	3,9
3	25.01.13	12,9	9,2
4	28.01.13	9,8	6,7
5	31.01.13	14,8	12,2
6	03.02.13	7,7	5,0
7	06.02.13	7,3	4,4
8	09.02.13	9,8	4,9
9	12.02.13	6,8	3,3
10	15.02.13	9,7	6,3
11	18.02.13	21,2	15,2
12	21.02.13	10,7	10,2
13	24.02.13	19,3	14,5
14	27.02.13	18,6	15,3
15	02.03.13	25,2	20,9
16	05.03.13	7,4	5,6
17	08.03.13	4,4	4,6
18	11.03.13	3,2	2,6
19	17.03.13	5,5	3,3
20	20.03.13	5,6	4,2
21	23.03.13	5,6	5,6
22	26.03.13	5,2	4,9
23	29.03.13	3,1	1,9
24	03.04.13	4,9	4,0
25	08.04.13	8,3	6,5
26	11.04.13	4,4	3,9
27	14.04.13	7,7	7,0
28	17.04.13	16,3	15,6
29	20.04.13	7,9	4,5
30	23.04.13	8,2	6,8
31	26.04.13	12,9	7,0
32	29.04.13	9,2	6,5
33	02.05.13	7,6	4,3
34	05.05.13	14,7	9,6

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

ITURRAMA PM 2,5 AÑO 2013			
Nº muestreo	**Fecha muestreo**	**Método automático Espectrómetro BAM (µg/m3)**	**Método gravimétrico (µg/m3)**
35	08.05.13	8,4	7,6
36	11.05.13	6,7	4,3
37	14.05.13	10,2	8,6
38	17.05.13	4,1	3,5
39	20.05.13	9,2	5,4
40	23.05.13	9,5	4,3
41	26.05.13	8,1	5,6
42	29.05.13	5,8	3,1
43	01.06.13	7,5	3,3
44	05.06.13	10,9	10,0
45	08.06.13	6,5	3,2
46	11.06.13	9,8	7,2
47	14.06.13	8	7,8
48	17.06.14	8,7	8,6
49	26.06.13	12,5	8,8
50	29.06.13	9,1	5,1
51	02.07.13	12,5	9,2
52	05.07.13	14,2	12,5
53	10.07.13	27	23,8
54	13.07.13	17,9	14,3
55	16.07.13	22,4	17,5
56	19.07.13	23,5	27,0
57	23.07.13	14	11,3
58	26.07.13	11,1	12,2
59	29.07.13	6,7	7,0
60	01.08.13	10,1	14,3
61	04.08.13	10,4	8,9
62	07.08.13	8,2	5,8
63	10.08.13	6,1	5,3
64	16.08.13	11,7	10,8
65	18.08.13	12	11,0
66	20.08.13	6,1	6,4
67	22.08.13	13,2	11,8
68	25.08.13	5,8	3,8
69	28.08.13	15,4	14,5

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

ITURRAMA PM 2,5 AÑO 2013			
Nº muestreo	**Fecha muestreo**	**Método automático Espectrómetro BAM (µg/m3)**	**Método gravimétrico (µg/m3)**
70	31.08.13	16,5	12,5
71	03.09.13	15,3	14,7
72	06.09.13	11,4	7,6
73	09.09.13	6,4	6,1
74	12.09.13	7,8	3,9
75	21.09.13	6,4	4,0
76	24.09.13	16,4	14,6
77	26.09.13	16,5	15,4
78	29.09.13	7,5	4,6
79	02.10.13	9,7	8,9
80	05.10.13	8,2	7,5
81	08.10.13	11,7	10,2
82	11.10.13	10,9	7,1
83	14.10.13	12,6	11,3
84	17.10.13	7,4	7,1
85	20.10.13	10,3	9,2
86	23.10.13	9,5	7,4
87	26.10.13	11,3	8,6
88	01.11.13	11,8	7,9
89	04.11.13	9,5	5,8
90	07.11.13	10,4	8,2
91	22.11.13	7,4	5,0
92	28.11.13	17	9,7
93	02.12.13	12,5	7,0
94	05.12.13	12,5	7,0
95	08.12.13	17,3	13,1
96	14.12.13	12,3	7,8
97	17.12.13	20,6	14,3

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

2.6. Control de Calidad

Se han realizado dos 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 01 de Agosto de 2013, enviado a LABAQUA.
- Día 26 de Noviembre de 2013, enviado a LABAQUA.

Los resultados obtenidos se consideran buenos porque en los dos, 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 111 valores brutos, como establece el RD 102/2011.

Durante 336 días:

- Inicio: 16.01.2013.
- Fin: 17.12.2013.
- Pareja de valores obtenidos: 111.
- Outlayers: 14.
- Pareja de datos validados: 97.

La R^2 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:

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

y=0,8623x-0,7897

La recta pasando por el origen es la siguiente:

y=0,8013x

La media diaria del equipo MCV es de 8,5 µg/m^3 y del equipo BAM-1020 es de 10,8 µg/m^3. Se considera una diferencia poco significativa entre las dos mediciones.

Al compararse los valores obtenidos, con el valor objetivo–anual (25 µg/m^3), ninguno de los dos valores se puede considerar elevado.

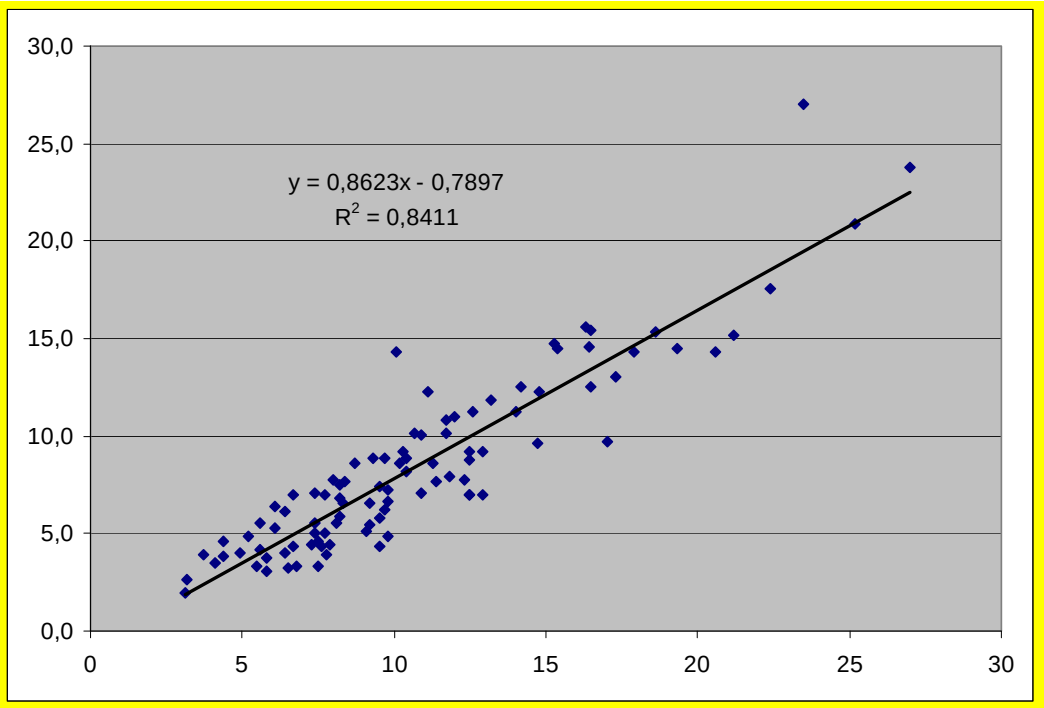
La máxima diaria del equipo MCV y del equipo BAM-1020 ha sido de 27,0 µg/m^3. El equipo gravimétrico la tuvo el 19.07.13 y el automático el 10.07.13

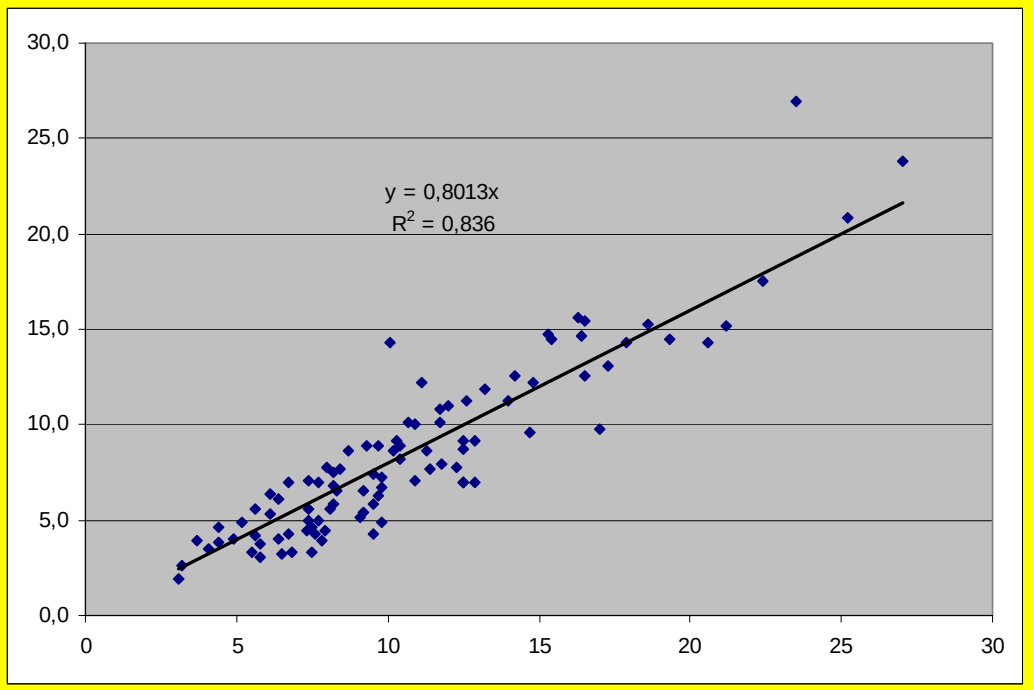
La mínima diaria del equipo MCV es de 1,9 µg/m^3 y del equipo BAM 1020 es de 3,1 µg/m^3.

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

INFORME CALCULO DEL IME ITURRAMA 2013

Gráfico de correlación

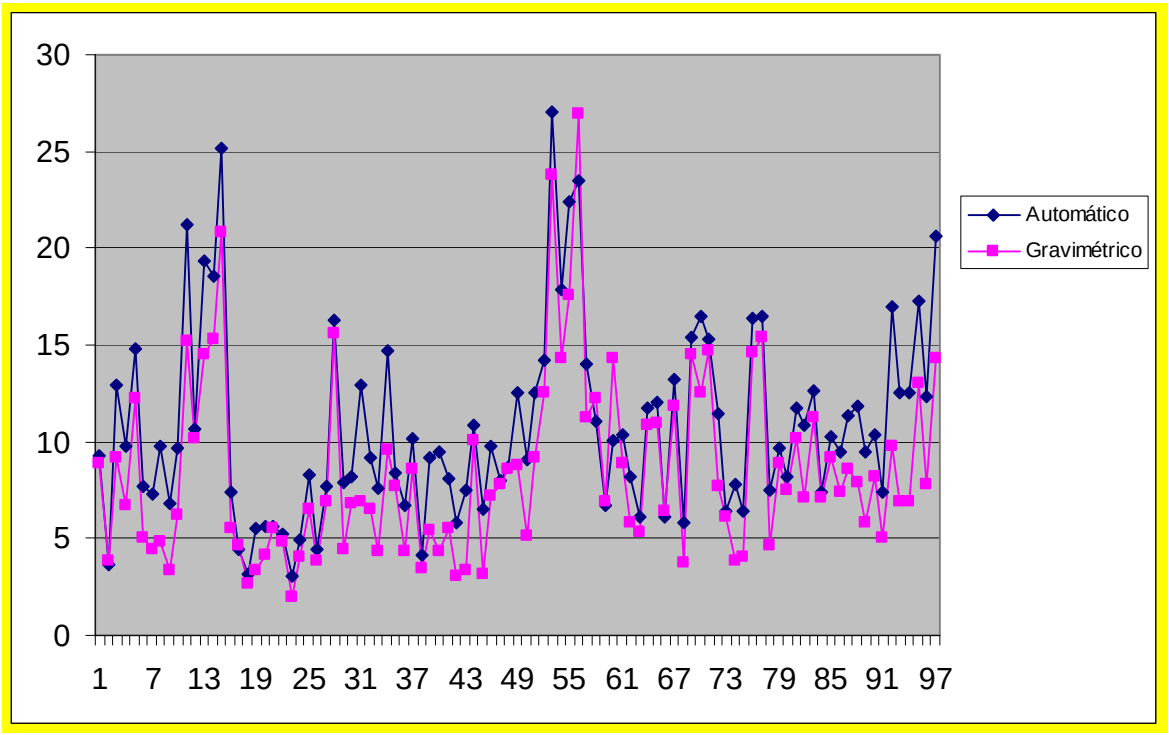




C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

INFORME CALCULO DEL IME ITURRAMA 2013

Puntos correlación



C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

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 día 28.11.13 obteniéndose una diferencia de 7,3 µg/m^3. El equipo gravimétrico da un resultado de 9,7 µg/m^3 y el analizador automático 17 µg/m^3.

- La mínima diferencia detectada ha sido del día 17.06.13, con una diferencia de 0,1 µg/m^3. El valor obtenido fue de 8,6 µg/m^3 para el equipo gravimétrico y 8,7 µg/m^3 para el analizador automático

El equipo validado por la norma 14907 mide una media de **2,3 µg/m^3** menos que el equipo que mide en continuo.
Respecto al año 2012 la diferencia media se ha ampliado un poco, ha pasado de 1,44 a 2,3 µg/m^3 y la recta se ha modificado de y=0,8246x con R2=0,81 a y=0,8013x con R2=0,84.

La media anual de los dos equipos medidos en 2013 no supera los 25 µg/m^3 que establece como valor objetivo anual el RD 12/2011.

Informe concluido en Pamplona a 29 de Enero de 2014

Miguel Barnó Leza
Técnico de GANASA

C/ Padre Adoain 219 bajo
31015 PAMPLONA
TEL 848 42 07 00 ● FAX 848 42 07 53

ENAC
CALIBRACIÓN
Nº 175/LC444

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número CAV-13.01.03-01
Number

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

MCV, S.A.

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, S.A.
C/ Padre Adoain, 219 Baja
31015 Pamplona

FECHA DE CALIBRACIÓN
Date of calibration
03/01/13

Signatario autorizado
Autorized signatory

Josep Maria Martínez Trepat
Responsable Laboratorio de Calibración

Documento emitido a
Document issued
03/01/13

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.
ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).
This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurements capability of the laboratory and its traceability to national or international standards.
ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Coperation (ILAC). IMP140CC1.05

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^3/h en sentido ascendente, y se repite el punto correspondiente a un caudal de 30 m^3/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 multímetro FLUKE y caudalímetro másico.
Las lecturas realizadas de los parámetros de presión y temperatura de los equipos calibrados corresponden a los respectivos sensores, la ubicación de los cuales se encuentra descrita en el manual del fabricante.

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

La temperatura ambiente (temperatura de referencia) del laboratorio ha sido (23 ± 5) ºC y la humedad relativa del laboratorio ha sido (40 ± 20) %hr.

En la tabla de resultados de la calibración se reflejan los valores de presión y temperatura de referencia (condiciones ambientales) y del equipo calibrado para cada uno de los puntos.

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.

ENAC CALIBRACIÓN Nº 175/LC444

MCV, S.A.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número *Number* CAV-13.01.03-01

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Condiciones ambientales de referencia		Patrón	Instrumento calibrado			Corrección (m^3/h)	Incertidumbre expandida (K=2) m^3/h
T_{media} (ºC)	P_{media} (mbar)	Lectura Q (m^3/h)	Lectura Q (m^3/h)	T (ºC)	P (mbar)		
25,4	995,8	30,03	30,0	23,6	993,2	0,03	0,46
25,4	996,3	19,85	20,0	24,0	993,6	-0,15	0,26
25,4	996,6	24,00	24,0	24,0	994,1	0,00	0,37
25,4	996,6	25,95	26,0	24,3	994,1	-0,05	0,40
24,8	996,8	29,83	30,0	23,2	994,2	-0,17	0,46

Las medidas de caudal están referidas a 0 ºC y 1013,25 mbar.