

INFORME PARCIAL

Julio a septiembre 2017



CONVENIO DE COLABORACIÓN ENTRE O CONCELLO E A
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**“MEDIDA DOS NIVEIS DE PARTÍCULAS PM₁₀ NA
ZONA DOS CASTROS”**

Instituto Universitario de Medio Ambiente (IUMA)
Universidad de A Coruña (UDC)

AUTORES:

Han intervenido:

Dña. María del Pilar Esperón Porto. Técnica superior de FP en Química Ambiental.
Personal Técnico de Apoyo, ref. PTA2013-8375-I.
Dra. María Piñeiro Iglesias. Técnica superior en Instrumentación Analítica.
Dra. Purificación López Mahía. Catedrática de Química Analítica.
Dra. Soledad Muniategui Lorenzo. Catedrática de Química Analítica.
Dr. Darío Prada Rodríguez. Catedrático de Química Analítica.

de la

Universidade da Coruña,



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



AGRADECIMIENTOS:

- o La Fundación ALCOA por financiar la adquisición del muestreador de partículas DIGITEL dentro del Proyecto titulado “Levels of PM₁₀ in the City of a Coruña” entre 2005-2006.
- o Centro Meteorológico Territorial de Galicia situado en A Coruña y perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología.
- o Personal de mantenimiento del Complejo Deportivo San Diego.

IMPORTANTE: CUALQUIER USO CIENTÍFICO O TÉCNICO DE LOS DATOS QUE AQUÍ SE REMITEN TENDRÁN QUE CITAR EXPLÍCITAMENTE LA FUENTE DE LOS MISMOS: Datos suministrados como fruto del Convenio de colaboración entre el Ayuntamiento de A Coruña y el Instituto Universitario de Medio Ambiente de la Universidade da Coruña para la medida de los niveles de partículas PM₁₀ en la zona de Os Castros (A Coruña).

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
METODOLOGÍA.....	1
Muestreo	1
Tratamiento de los filtros y medida gravimétrica	3
RESULTADOS.....	4
Niveles de PM ₁₀ según medida gravimétrica.....	4
Niveles de PM ₁₀ , PM _{2,5} y PM ₁ según espectrómetro láser.....	9
CONCLUSIONES.....	12
ANEXOS	
I. Gráficos de control de las condiciones de humedad y temperatura de la sala de balanzas para la pesada de los filtros con materia particulada PM ₁₀	13
II. Intercomparación del espectrómetro láser con el equipo gravimétrico de referencia.....	14
III. Gráficas de evolución horaria de los niveles de las tres fracciones granulométricas	17

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La finalidad de esta colaboración es conocer los niveles de partículas en suspensión inferior a $10\text{ }\mu\text{m}$ (PM_{10}) presentes en el aire en la zona de Os Castros, haciendo un estudio de su evolución temporal. En este informe parcial se indican los niveles diarios, el rango y las superaciones del valor límite de partículas PM_{10} desde julio a septiembre de 2017, según el convenio de colaboración entre el Ayuntamiento y la Universidade da Coruña.

La selección del punto de muestreo se realizó conjuntamente con personal del área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de A Coruña. El punto de muestreo se sitúa en las instalaciones del Complejo Deportivo San Diego (figura 1) y no se dispone de estación meteorológica ni ningún analizador de gases contaminantes en el mismo emplazamiento.



Figura 1. Punto de muestreo (Complejo Deportivo de San Diego).

METODOLOGÍA

MUESTREO

Para la recogida de las muestras se emplea un equipo automático de alto volumen DIGITEL DHA-80¹ que cumple los requisitos de la Norma UNE-EN 12341² (figura 2) para el muestreo de PM_{10} . El caudal de aspiración durante el muestreo ha sido de $30\text{ m}^3/\text{h}$. El funcionamiento del equipo es el siguiente: el aire penetra por el cabezal de corte (PM_{10}) por efecto de la aspiración de una bomba, y atraviesa el filtro para ser finalmente expulsado por el extremo opuesto del equipo. Las partículas de diámetro seleccionado son retenidas sobre el filtro. El equipo cuenta con un sensor para la medida del caudal de aspiración y un programador para el control de tiempo de muestreo. Además dispone de

¹ Equipo adquirido gracias a un Proyecto financiado por la Fundación ALCOA titulado “*Levels of PM_{10} in the City of a Coruña*” entre 2005-2006.

² Anexo B de la Norma UNE-EN 12341:2015. Aire ambiente. Método de medición gravimétrico normalizado para la determinación de la concentración másica PM_{10} o $\text{PM}_{2,5}$ de la materia particulada en suspensión.

un cambio automático de filtros con una autonomía para 15 filtros. El tiempo de muestreo es de 24 horas, desde las 0 hasta las 24 horas (UTC). Aunque el muestreo es diario, las muestras se recogen quincenalmente y se comprueba que los equipos de muestreo funcionan correctamente.



Figura 2. Fotografías (exterior e interior) del equipo de muestreo DIGITEL DHA-80.

En el punto de muestreo se dispone además de un espectrómetro láser GRIMM 1107 (figura 3). El monitor láser GRIMM 1107 permite medir en modo continuo los niveles de PM_{10} , $PM_{2,5}$ (partículas de diámetro $<2,5 \mu m$) y PM_1 (partículas de diámetro $<1 \mu m$). Este equipo realiza medidas del número de partículas en función del diámetro por medio de la dispersión del haz de un láser. Las partículas penetran en el equipo y generan señales a diferentes longitudes de onda en función de su diámetro, que son registradas por el detector. El número de cuentas por cada fracción granulométrica es después convertido a masa por medio de un algoritmo y finalmente expresado en $\mu g/m^3$ de PM_{10} , $PM_{2,5}$ y PM_1 . Así, al conocer la distribución de las tres fracciones granulométricas del material particulado en suspensión en el aire se puede establecer la contribución de cada una al total de PM_{10} .

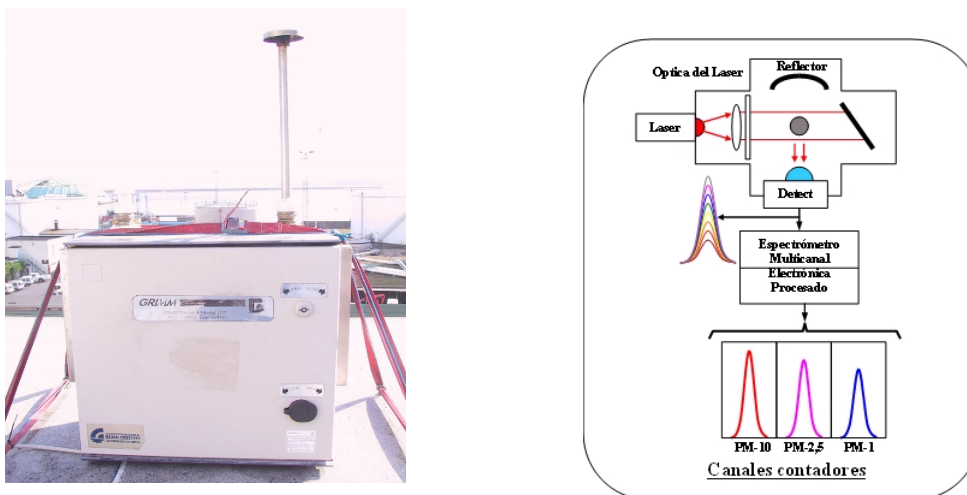


Figura 3. Fotografía y esquema de funcionamiento (cortesía de SIR S.A) del espectrómetro láser GRIMM 1107.

TRATAMIENTO DE LOS FILTROS Y MEDIDA GRAVIMÉTRICA

Desde el 12/07/2013 el Instituto Universitario de Medio Ambiente está acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para la realización de ensayos medioambientales: toma de muestra y determinación de PM_{10} . El alcance de la acreditación puede consultarse en el Anexo Técnico vigente en la página web de ENAC (<http://www.enac.es/documents/7020/a5c00c5d-9b05-4e37-8f46-a984c01be353>).

Para el muestreo se han empleado filtros de fibra de cuarzo Munktell MK360 de 150 mm de diámetro. Los filtros se manejan con pinzas de teflón y antes de su uso se comprueba, visualmente y empleando una lámpara de luz visible que no presentan defecto alguno, tales como orificios o pérdidas de material que ocasionarían errores en la recolección de la muestra.

Los filtros en blanco y los filtros con muestra PM_{10} se acondicionan, como mínimo 5 días, antes de la pesada en una sala de balanzas acondicionada a $20 \pm 1^\circ C$ de temperatura y entre 45% y 50% de humedad relativa². La balanza utilizada para la pesada se encuentra instalada en dicha sala y en cada sesión de pesada se comprueban las condiciones de la sala y se documentan (ver Anexo I, página 13).

El tratamiento de los filtros se realizó según la norma relativa³ a la medida de PM_{10} o $PM_{2,5}$, método de referencia según el Real Decreto 39/2017, de 27 de enero 2017. Al inicio de cada sesión de pesada se verifica el correcto funcionamiento de la balanza con pesas de referencia de masas similares a los filtros, concretamente con la de 0,5 y 1 g. Además, en el cuarto de balanzas se mantienen filtros blancos de referencia iguales a los que se

³ Norma UNE-EN 12341:2015 Aire ambiente. Método de medición gravimétrico normalizado para la determinación de la concentración másica PM_{10} o $PM_{2,5}$ de la materia particulada en suspensión.

usan en el muestreo y su peso se registra en cada sesión de pesada. Si las masas de los filtros blancos de referencia han cambiado menos de 500 μg desde la última sesión de pesada, su masa media se registra y se procede a la pesada de los filtros con la muestra. En caso contrario, no se pesan filtros con las muestras, hasta que la diferencia de pesada de los filtros blancos de referencia sea menor de los 500 μg .

Los filtros que se usan en el muestreo se pesan dos veces con un intervalo de al menos 12 h, para confirmar que el peso del filtro es estable. Posteriormente se toma la media de las dos medidas como peso del filtro en blanco. Después del muestreo los filtros, con materia particulada PM_{10} , se mantienen en la sala de balanzas durante un mínimo de 48 h antes de la primera pesada y después en un intervalo mínimo de 24 h y máximo de 72 h se realiza una segunda pesada. La masa del filtro PM_{10} se toma como la media de las dos pesadas.

A continuación se crea una base de datos con los valores de PM_{10} referidos al volumen de muestreo ($\mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$). Los datos obtenidos se redondean a un número entero y en hora UTC (Tiempo Universal Coordinado), antes de su almacenamiento en la base de datos. La hora local sería la hora UTC+1h (desde el último domingo de octubre hasta el último domingo de marzo) y UTC+2h (desde el último domingo de marzo hasta el último domingo de octubre).

RESULTADOS

Niveles de PM_{10} según medida gravimétrica

Según el Real Decreto 102/2011⁴ el valor límite diario de PM_{10} para la protección de la salud humana (valor promedio de 24 horas) es de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que no se podrá superar en más de 35 ocasiones por año.

En las tablas 1, 2 y 3 se muestran los valores promedio 24 horas de PM_{10} , con la incertidumbre asociada, correspondientes al tercer trimestre del año 2017. El promedio diario de los niveles de PM_{10} en este período de muestreo es de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, inferior a los 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del trimestre anterior y a los 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ registrados para el tercer trimestre del año pasado.

⁴Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire

Tabla 1. Niveles medios diarios de PM₁₀ e incertidumbre asociada, expresados en µg/m³, durante el mes de julio de 2017.

JULIO 2017	PM₁₀ (µg/m³)	Incertidumbre (µg/m³)	JULIO 2017	PM₁₀ (µg/m³)	Incertidumbre (µg/m³)
Sábado 1	14	1	Lunes 17	27	1
Domingo 2	13	1	Martes 18	17	1
Lunes 3	22	1	Miércoles 19	10	1
Martes 4	26	1	Jueves 20	18	1
Miércoles 5	12	1	Viernes 21	15	1
Jueves 6	13	1	Sábado 22	14	1
Viernes 7	20	1	Domingo 23	9	1
Sábado 8	14	1	Lunes 24	9	1
Domingo 9	11	1	Martes 25	6	1
Lunes 10	13	1	Miércoles 26	8	1
Martes 11	15	1	Jueves 27	9	1
Miércoles 12	12	1	Viernes 28	15	1
Jueves 13	12	1	Sábado 29	6	1
Viernes 14	11	1	Domingo 30	13	1
Sábado 15	16	1	Lunes 31	15	1
Domingo 16	17	1			

Tabla 2. Niveles medios diarios de PM₁₀ e incertidumbre asociada, expresados en µg/m³, durante el mes de agosto de 2017.

AGOSTO 2017	PM₁₀ (µg/m³)	Incertidumbre (µg/m³)	AGOSTO 2017	PM₁₀ (µg/m³)	Incertidumbre (µg/m³)
Martes 1	12	1	Jueves 17	15	1
Miércoles 2	8	1	Viernes 18	13	1
Jueves 3	19	1	Sábado 19	16	1
Viernes 4	6	1	Domingo 20	18	1
Sábado 5	12	1	Lunes 21	25	1
Domingo 6	10	1	Martes 22	21	1
Lunes 7	15	1	Miércoles 23	15	1
Martes 8	10	1	Jueves 24	11	1
Miércoles 9	18	1	Viernes 25	14	1
Jueves 10	20	1	Sábado 26	18	1
Viernes 11	18	1	Domingo 27	25	1
Sábado 12	14	1	Lunes 28	23	1
Domingo 13	15	1	Martes 29	27	1
Lunes 14	17	1	Miércoles 30	16	1
Martes 15	7	1	Jueves 31	14	1
Miércoles 16	10	1			

Tabla 3. Niveles medios diarios de PM₁₀ e incertidumbre asociada, expresados en µg/m³, durante el mes de septiembre de 2017.

SEPTIEMBRE 2017	PM₁₀ (µg/m³)	Incertidumbre (µg/m³)	SEPTIEMBRE 2017	PM₁₀ (µg/m³)	Incertidumbre (µg/m³)
Viernes 1	17	1	Sábado 16	9	1
Sábado 2	13	1	Domingo 17	7	1
Domingo 3	8	1	Lunes 18	13	1
Lunes 4	11	1	Martes 19	14	1
Martes 5	12	1	Miércoles 20	17	1
Miércoles 6	27	1	Jueves 21	14	1
Jueves 7	21	1	Viernes 22	14	1
Viernes 8	15	1	Sábado 23	15	1
Sábado 9	20	1	Domingo 24	13	1
Domingo 10	12	1	Lunes 25	18	1
Lunes 11	22	1	Martes 26	18	1
Martes 12	12	1	Miércoles 27	17	1
Miércoles 13	14	1	Jueves 28	21	1
Jueves 14	25	1	Viernes 29	22	1
Viernes 15	19	1	Sábado 30	23	1

El número de muestras válidas es de 92, lo que supone un 100% del total del trimestre.

De todas las muestras validadas en este período, ninguna supera el valor límite diario de 50 µg/m³ de PM₁₀, ninguna el valor de 35 µg/m³ (UES)⁵ y finalmente un total de 4 muestras superan el valor de 25 µg/m³ (UEI)⁶. En este trimestre solamente un 4,3% superan el UEI, porcentajes muy inferiores a los registrados en el mismo trimestre del año pasado.

A continuación, en la figura 4, se expresan los resultados en forma de gráfica donde se pueden ver la evolución diaria de los niveles de PM₁₀. Los niveles son muy similares para a lo largo del trimestre, con un promedio de 16 µg/m³, para los meses de agosto y septiembre, respectivamente y de 14 µg/m³ para el mes de julio.

⁵ *Umbral superior de evaluación:* nivel por debajo del cual puede utilizarse una combinación de medidas fijas y técnicas de modelización y/o mediciones indicativas para evaluar la calidad del aire ambiente. Si se superan los umbrales la medición fija será obligatoria (Real Decreto 102/2011).

⁶ *Umbral inferior de evaluación:* nivel por debajo del cual bastan las técnicas de modelización o de estimación objetivas para evaluar la calidad del aire ambiente (Real Decreto 102/2011).

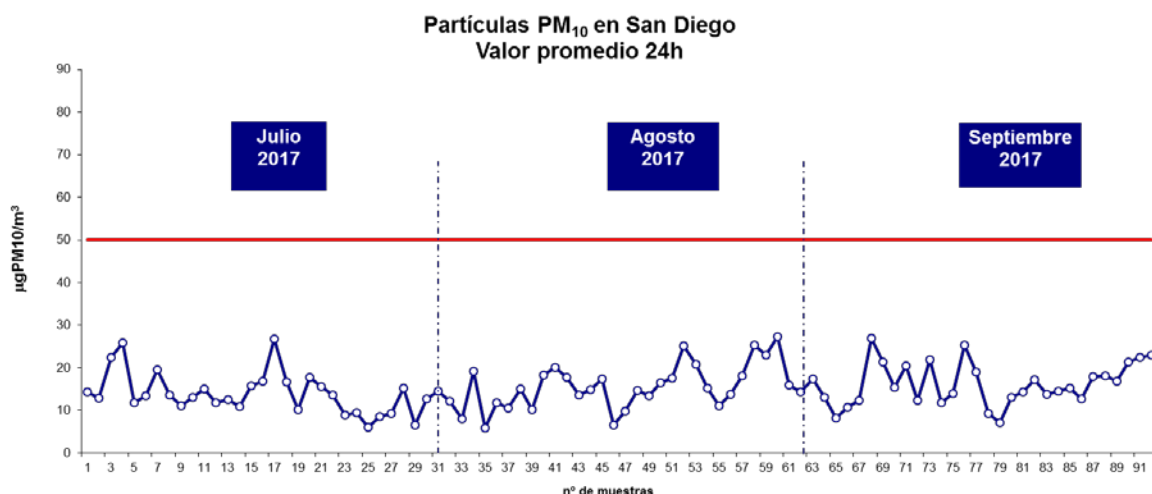


Figura 4. Evolución del promedio 24 horas de los niveles de partículas PM₁₀ durante el tercer trimestre de 2017.

Como se puede observar en la figura 5 la evolución de los niveles de material particulado atmosférico es muy similar los tres meses en los que ninguna muestra supera el valor del UES.

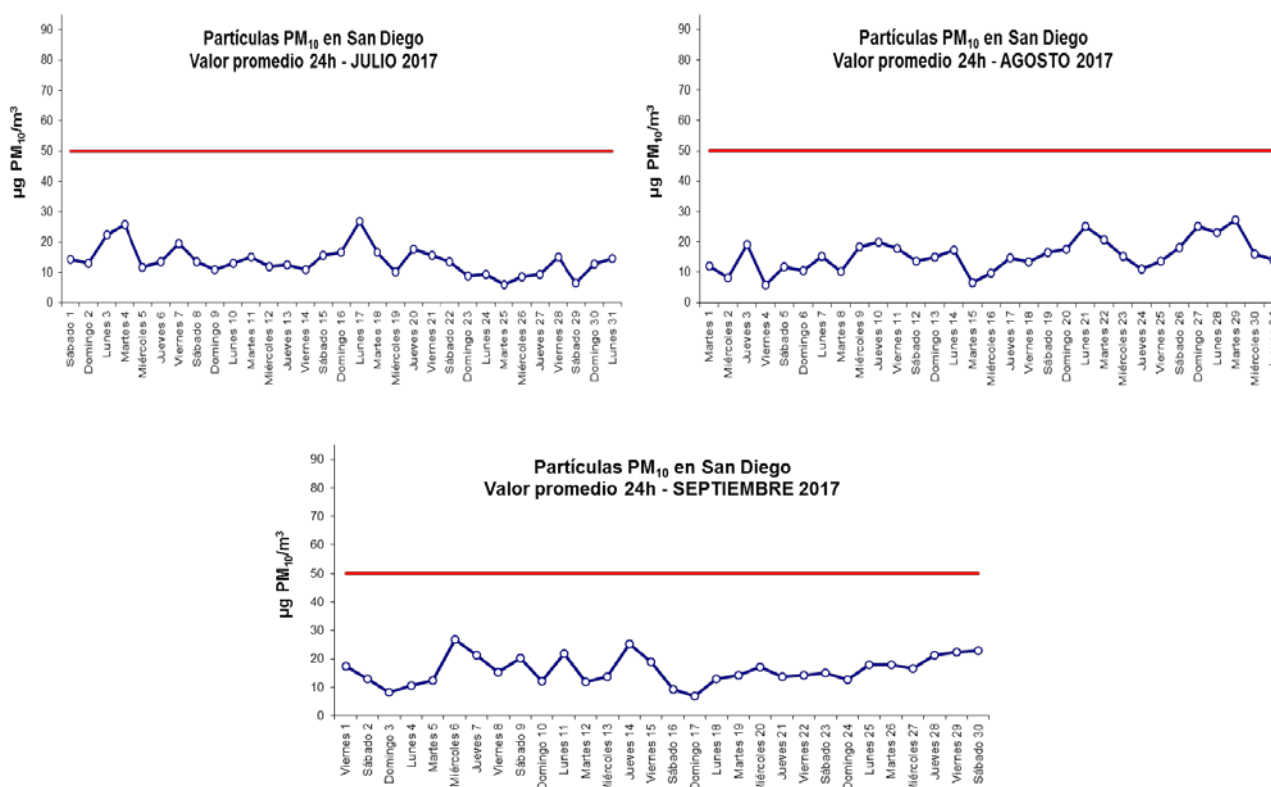


Figura 5. Evolución del promedio diario de los niveles de partículas PM₁₀ por mes de muestreo durante el tercer trimestre de 2017.

Los niveles medios mensuales de PM_{10} son de 14, 16 y 16 $\mu g/m^3$ para los meses de julio, agosto y septiembre, respectivamente. El máximo de 27 $\mu g/m^3$ se alcanza en los tres meses con unos mínimos de 6 $\mu g/m^3$ en los meses de julio y agosto (figura 6).

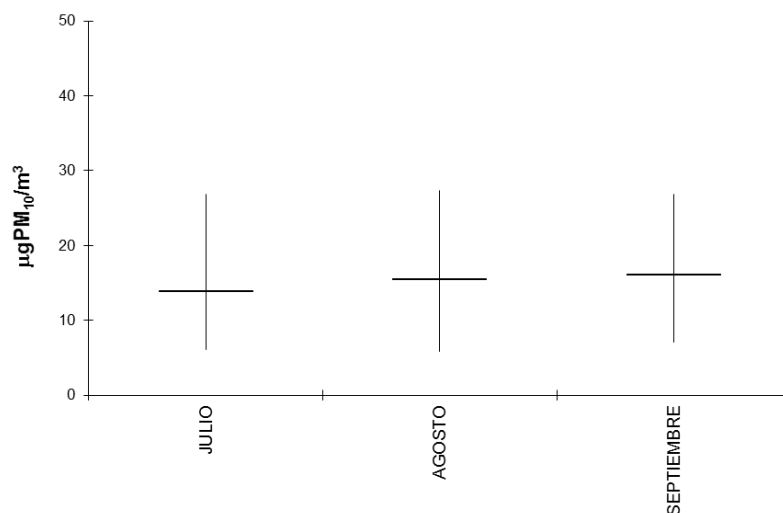


Figura 6. Valores medios, máximos y mínimos mensuales de PM_{10} .

Se ha realizado una representación gráfica para observar la influencia de la precipitación para cada uno de los días de muestreo (figura 7). Los datos de precipitación han sido obtenidos de la estación de inmisión situada en el Castrillón y perteneciente al Ayuntamiento de A Coruña. Las escasas lluvias se han producido a lo largo de todo el trimestre, observando valores más altos de partículas durante los períodos de menor precipitación.

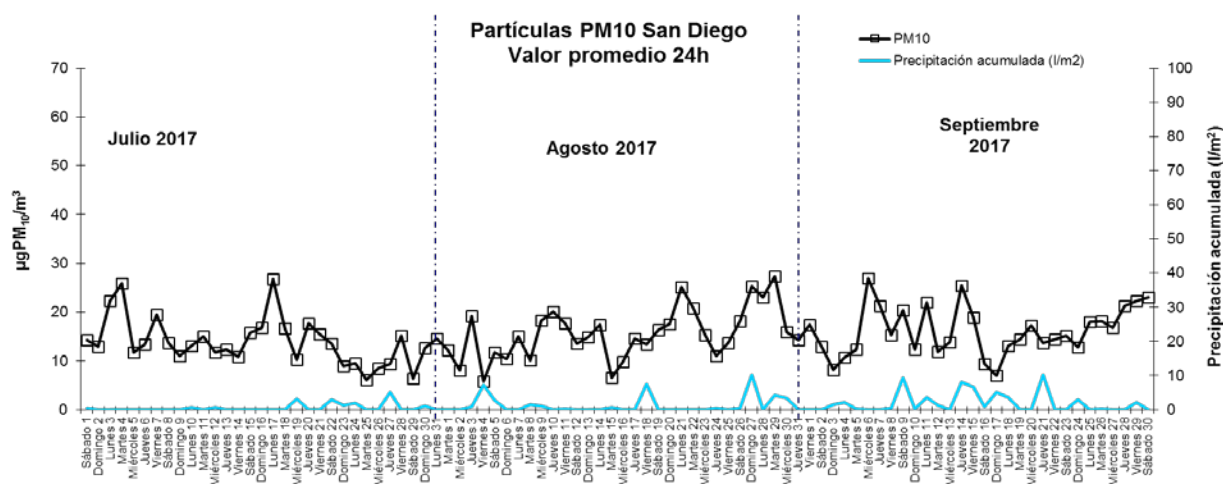


Figura 7. Influencia de la precipitación diaria en el promedio diario de partículas PM_{10} .

Para evaluar la influencia de la precipitación en los niveles de materia particulada PM_{10} se ha representado el sumatorio de la precipitación acumulada en un mes frente a la media mensual de los niveles de PM_{10} (figura 8).

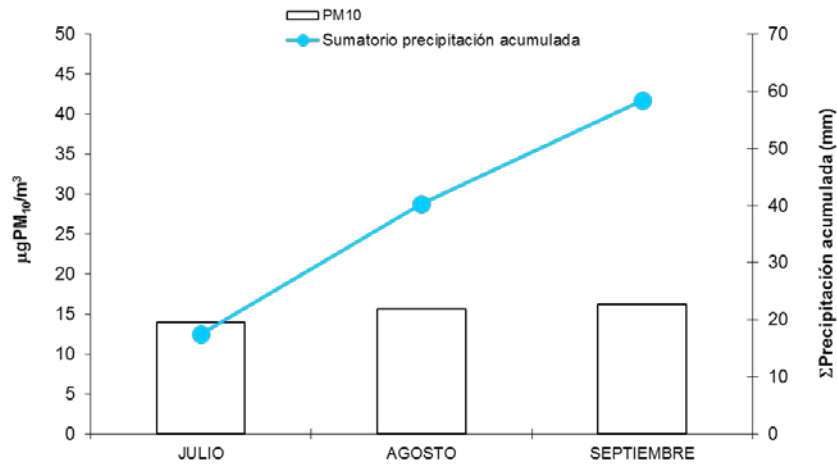


Figura 8. Niveles promedio mensuales de PM_{10} y de sumatorio de precipitación acumulada durante el tercer trimestre de 2017.

Niveles de PM_{10} , $PM_{2,5}$ y PM_1 según espectrómetro láser

La evolución de la media diaria de las tres fracciones granulométricas se observa en la figura 9, en la que se representan los datos obtenidos directamente del equipo. La intercomparación de este equipo con el equipo gravimétrico de referencia se presenta en el anexo II, página 14.

La granulometría del material particulado a su vez depende de la naturaleza de los focos emisores. Las ratios de las medias calculadas durante los tres meses son de 0,82; 0,53 y 0,64 para $PM_{2,5}/PM_{10}$; PM_1/PM_{10} y $PM_1/PM_{2,5}$, respectivamente. Es decir, aproximadamente un 82% de la fracción de PM_{10} está formada por $PM_{2,5}$ y un 53% se debe a PM_1 y alrededor del 64% del $PM_{2,5}$ está constituido por PM_1 .

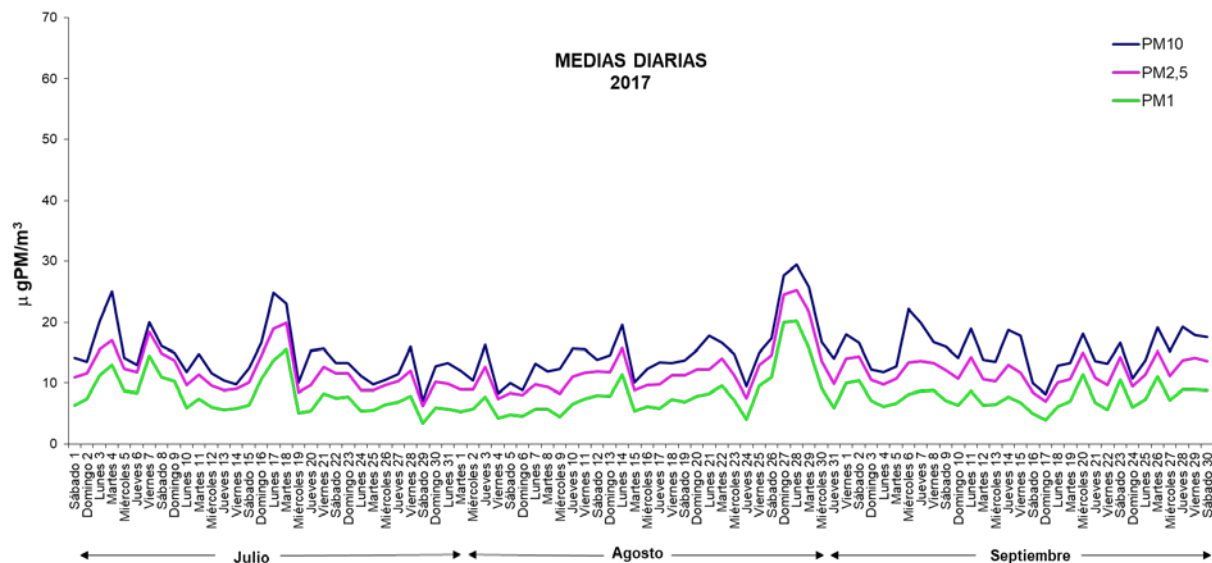
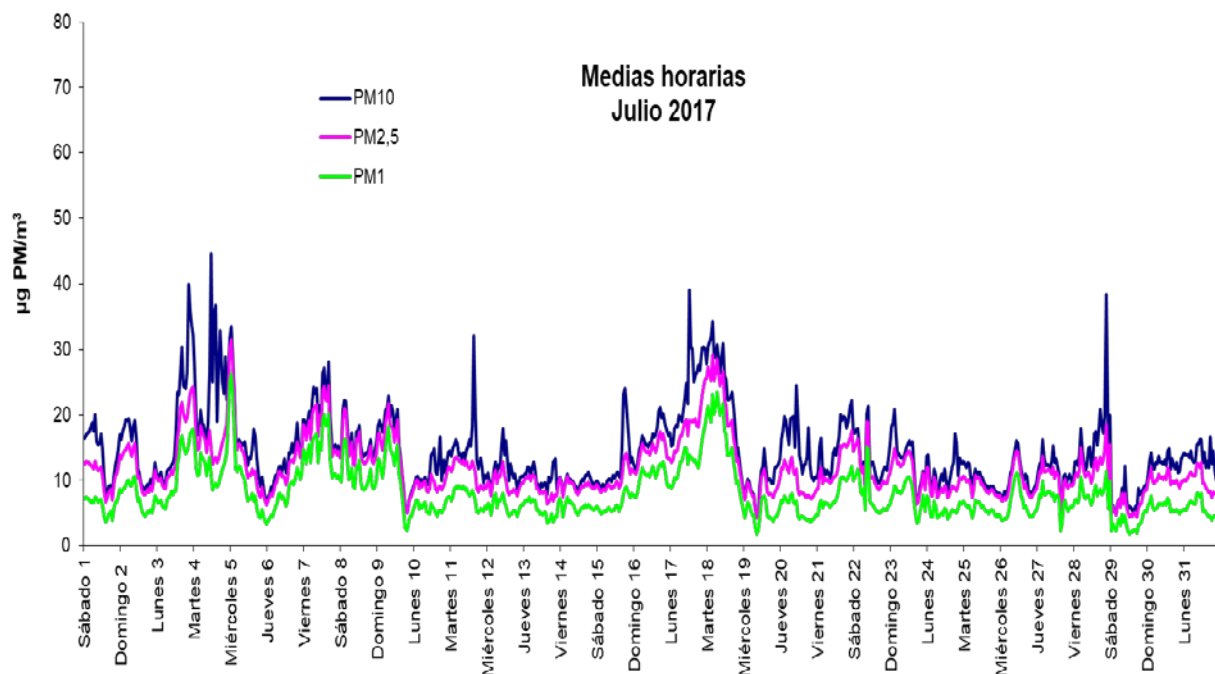


Figura 9. Evolución de la media diaria de material particulado (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y PM_1) durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2017.

Para poder establecer un patrón en cuanto a la variación de la granulometría a lo largo del día se ha obtenido la gráfica que se muestra en la figura 10. En la cual se pueden observar cuál es la franja horaria en la que se producen los máximos o mínimos de los niveles de partículas y cuáles son las diferencias entre las tres fracciones granulométricas en función de la hora del día.



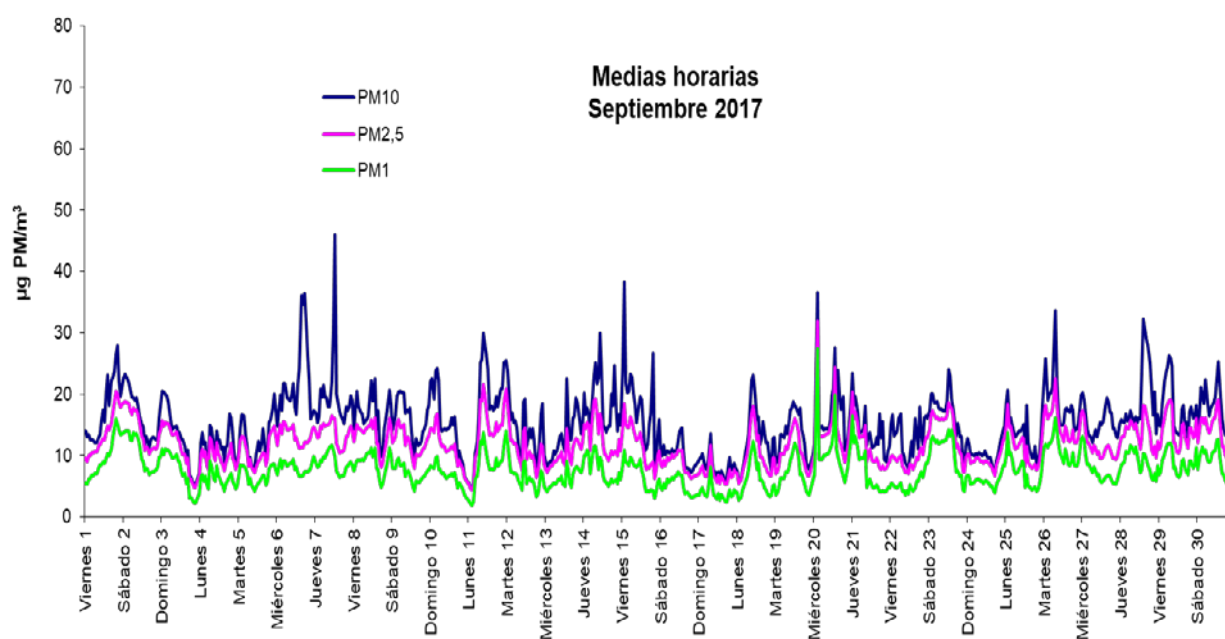
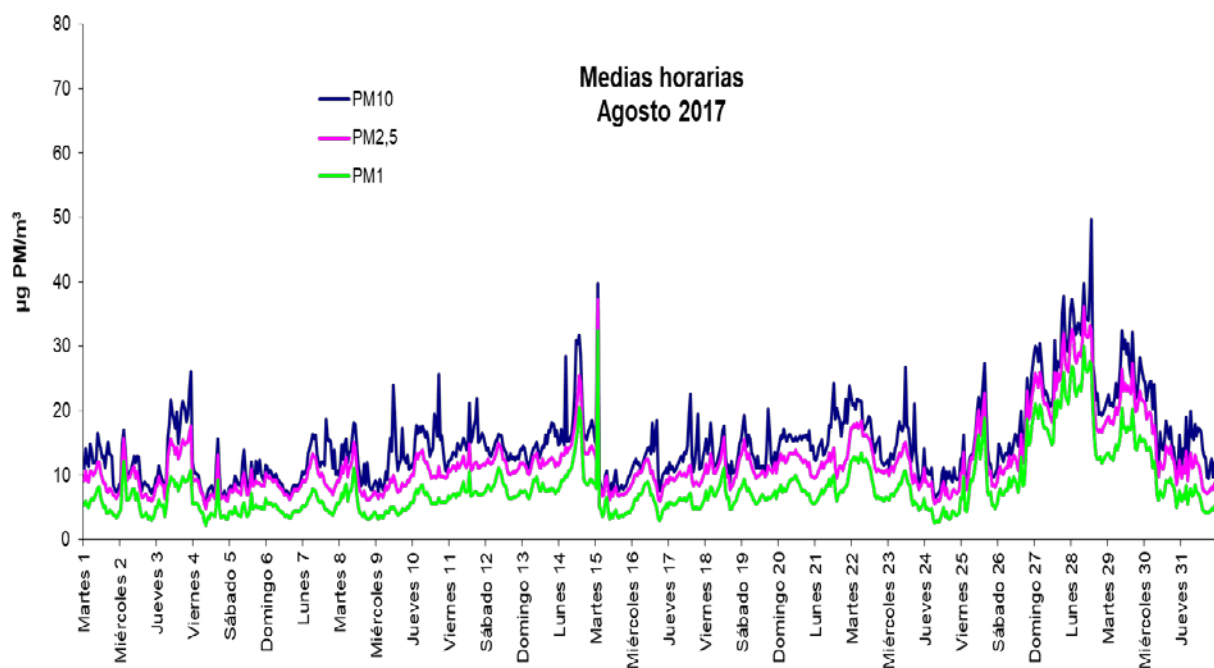


Figura 10. Evolución de la media horaria de material particulado (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ y PM_1) durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2017.

CONCLUSIONES

- El nivel medio diario de PM_{10} registrado en el punto de muestreo desde el 1 de julio hasta el 30 de septiembre de 2017 es de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sin superación alguna del valor límite diario de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Los valores medios mensuales son de 14, 16 y $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para los meses de julio, agosto y septiembre, respectivamente.
- Los niveles más altos de PM_{10} (máximos $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se producen en los tres meses por igual.
- En este trimestre no se ha superado el UES ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mientras que el UEI ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se ha superado en cuatro ocasiones (2, 1, 1) en abril, mayo y junio, respectivamente.
- En el estudio de la intercomparación la ecuación de calibración que se debería aplicar al monitor GRIMM es:

$$[PM10 \text{ gravimétrico}] = 1,108 \times [PM10 \text{ automático (GRIMM)}] - 0,963$$

- La distribución granulométrica calculada se caracteriza por relaciones $PM_{2,5}/PM_{10}=0,82$; $PM_1/PM_{10}=0,53$ y $PM_1/PM_{2,5}=0,64$. Valores similares a los obtenidos durante el trimestre anterior.

ANEXO I. GRÁFICOS DE CONTROL DE LAS CONDICIONES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DE LA SALA DE BALANZAS PARA LA PESADA DE LOS FILTROS CON MATERIA PARTICULADA PM₁₀

Siguiendo los requisitos de la Norma UNE-EN 12341:2015, los filtros de fibra de cuarzo se acondicionan durante 5 días antes de la pesada y previamente al muestreo, a una temperatura de 20 ± 1 °C y entre 45% y 50% humedad relativa. En las figuras 11 y 12 se indican los registros tanto de humedad relativa como de temperatura de la sala de balanzas.

En los días en que la sala no estaba acondicionada (figura 12) no se realizaron medidas gravimétricas.

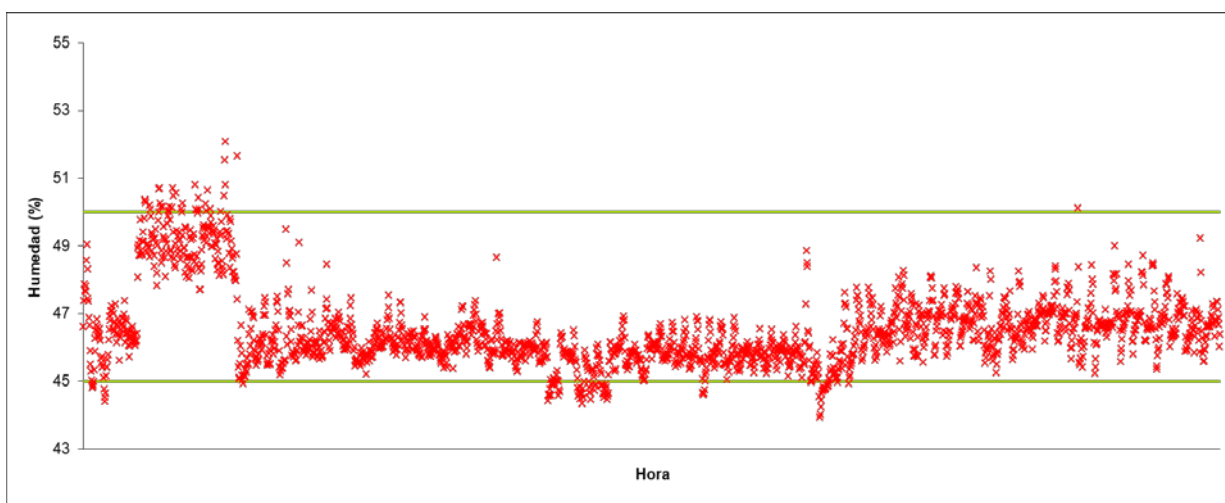


Figura 11. Carta de control del % de humedad relativa en la sala de balanzas.

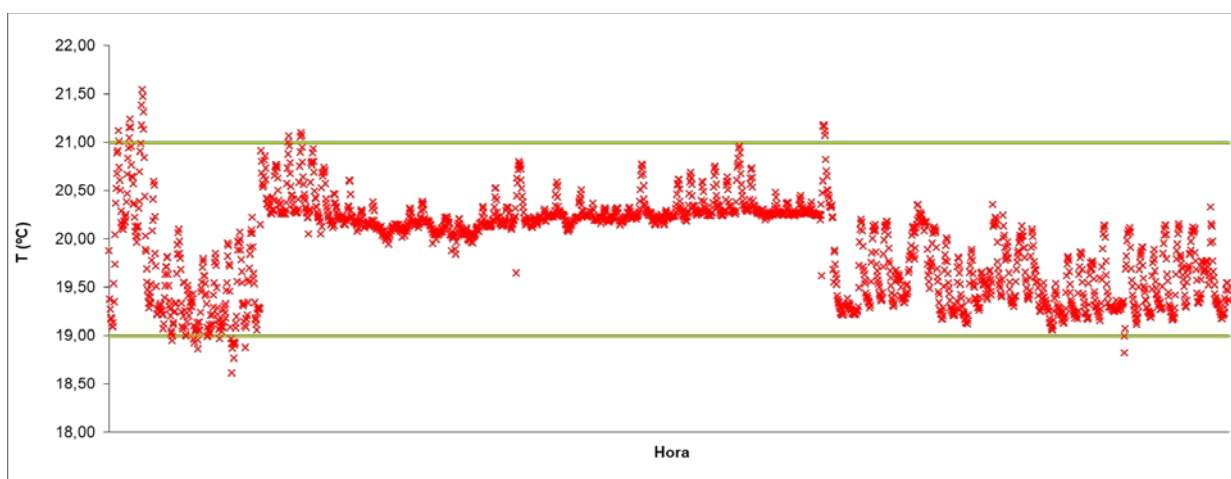


Figura 12. Carta de control de la temperatura (°C) en la sala de balanzas.

ANEXO II. INTERCOMPARACIÓN DEL ESPECTRÓMETRO LÁSER CON EL EQUIPO GRAVIMÉTRICO DE REFERENCIA

Teniendo en cuenta la “Guía para la demostración de la equivalencia de los métodos de monitorización del aire ambiente” publicada en el 2010 y la Norma UNE-CEN/TS 16450 EX “Sistemas automáticos de medida de la concentración de materia particulada (PM₁₀; PM_{2,5})” publicada el pasado marzo de 2014, se evaluará la equivalencia del sistema automático de medida para la medición de la concentración de materia particulada (método candidato, MC) con el método gravimétrico (método de referencia, MR). Se intercomparan dichos sistemas para establecer factores o ecuaciones que permitan calibrar los resultados de los sistemas automáticos de medida y que proporcionen, de este modo, datos que cumplan con los objetivos de calidad establecidos en las Directivas relativas a la calidad del aire. El término “corrección” se ha utilizado históricamente, pero es reemplazado en este contexto por el término “calibración” para la demostración de la equivalencia de los métodos candidatos para el monitoreo de la materia particulada.

Los requisitos para llevar a cabo el test de equivalencia propuesto son que como mínimo existan 40 pares de datos válidos y promediados en periodos de 24 horas. En principio, los pares de datos solamente se pueden quitar si hay razones técnicas para ello. No obstante, cuando se aplica el método de referencia pueden aparecer errores debido a la manipulación de los filtros. Por lo tanto, además, está permitido quitar hasta el 2,5% de los pares de datos considerados atípicos siempre y cuando existan al menos 40 pares de datos válidos para la comparación. Además, del total de datos completos, al menos el 20% de los resultados obtenidos usando el método de referencia debería ser mayor que el umbral de evaluación superior del límite anual (35 µg/m³). Por último, lo ideal sería disponer de datos en más de un emplazamiento pero en este caso se aplican igual como aproximación.

A pesar de que en este trimestre ningún valor superó el UES, se introducen los pares de datos en el macro Excel disponible en la web de la Comisión Europea <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/assessment.htm>, que se puede descargar desde el link “*Test the equivalence*” en la sección “*Equivalence*”. Los resultados se presentan a continuación en la figura 13 y en la Tabla 4.

El test de equivalencia fue aplicado con referencia al valor límite (VL) de 50 µg/m³, a una incertidumbre establecida del método de referencia de 0,67 µg/m³ y al nivel de confianza del 97,5%.

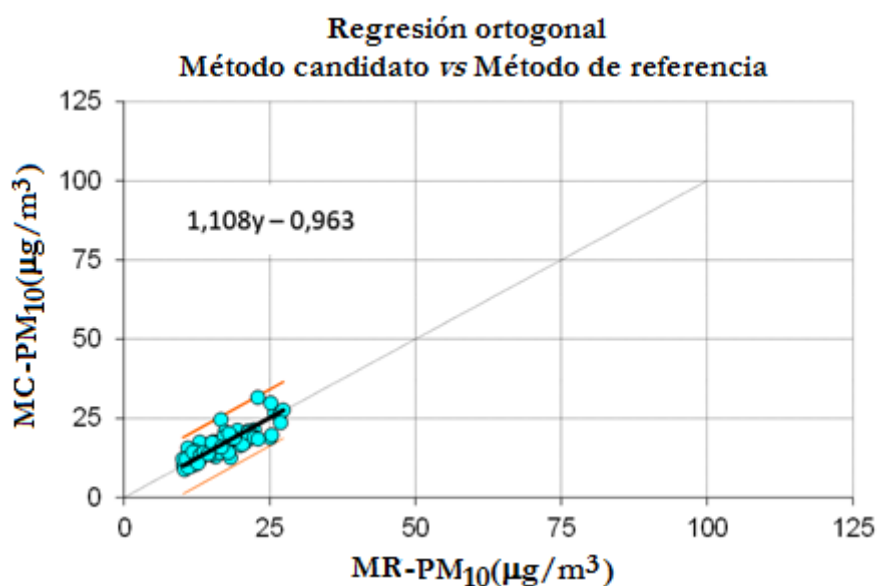


Figura 13. Demostración de la equivalencia entre el equipo automático (candidato) y el equipo gravimétrico (referencia) en el punto de muestreo.

Tabla 4. Resultados test de equivalencia.

DATOS BRUTOS			RESULTADOS DESPUÉS DE LA CALIBRACIÓN		
Regresión	1,108y – 0,963	n	N (primavera)	0	n
Regresión (i=0)	1,05y		N (verano)	52	n
N	79		N (otoño)	27	n
			N (invierno)	0	n
Atípicos	3	n	Atípicos	0	%
Atípicos	4%	%	Atípicos	0%	%
Media MC	15,7	µg/m³	Media MC	16,4	µg/m³
Media MR	16,4	µg/m³	Media MR	16,4	µg/m³
Número de MR > 0.5LV	7	n	Número de MR > 0.5LV	5	n
Número de MR > LV	0	n	Número de MR > LV	0	n
RESULTADOS REGRASIÓN (DATOS BRUTOS)			RESULTADOS REGRASIÓN (CALIBRADO)		
Pendiente b	0,902	significativa	Pendiente b	1,021	
Incertidumbre de b	0,058		Incertidumbre de b	0,065	
Ordenada en el origen a	0,868		Ordenada en el origen a	-0,350	
Incertidumbre de a	0,995		Incertidumbre de a	1,102	
r^2	0,688		r^2	0,688	
Pendiente forzada pasar por origen	0,952				
Incertidumbre de b (forzada)	0,0161				
TEST DE EQUIVALENCIA (DATOS BRUTOS)			TEST DE EQUIVALENCIA (CALIBRADO)		
Incertidumbre de calibración	4,09	µg/m³	Calibración	1,108y – 0.963	µg/m³
Incertidumbre calibración(forzada)	0,80	µg/m³	u(calibración)	3,09	
Término aleatorio	2,29	µg/m³	Término aleatorio	4,03	µg/m³
Incertidumbre adicional (opcional)	0,00	µg/m³	Incertidumbre adicional (opcional)	0,00	µg/m³
Sesgo al valor límite	-4,02	µg/m³	Sesgo al valor límite	0,72	µg/m³
Incertidumbre combinada	4,62	µg/m³	Incertidumbre combinada	4,09	µg/m³
Incertidumbre relativa expandida	18,5%	pasa	Incertidumbre relativa expandida	16,4%	pasa
Incertidumbre del MR	0,67	µg/m³	Incertidumbre del MR	0,67	µg/m³
Valor límite	50	µg/m³	Valor límite	50	µg/m³

Para cada conjunto de datos, se deberían aplicar los siguientes criterios para aceptar la función de calibración:

- La pendiente b no difiere significativamente de 1: $|b-1| \leq 2u_b$
- El término independiente a no difiere significativamente de 0: $|a| \leq 2u_a$

Como tanto la pendiente b y el término independiente a son significativamente distintos de 1 y 0, respectivamente, se aplica la calibración. Se obtiene un resultado satisfactorio de ($U_{\text{relativa expandida}}=16,4\% < U_{\text{max}}=25\%$). Los métodos son equivalentes y la función de calibración que se debería aplicar al método automático, en este caso al monitor GRIMM es:

$$[PM_{10} \text{ gravimétrico}] = 1,108 \times [PM_{10} \text{ automático (GRIMM)}] - 0,963$$

con una incertidumbre relativa expandida igual a 16,4%.

ANEXO III. GRÁFICAS DE EVOLUCIÓN HORARIA DE LOS NIVELES DE LAS TRES FRACCIONES GRANULOMÉTRICAS

A modo de ejemplo se indica la evolución horaria (figura 14) de las diferentes fracciones granulométricas en días seleccionados por su contenido alto o bajo de partículas. Observar los perfiles y las relaciones entre las diferentes fracciones granulométricas para algunos de los días de muestreo. Sería interesante conocer si existe algún patrón diario en la emisión de estas partículas.

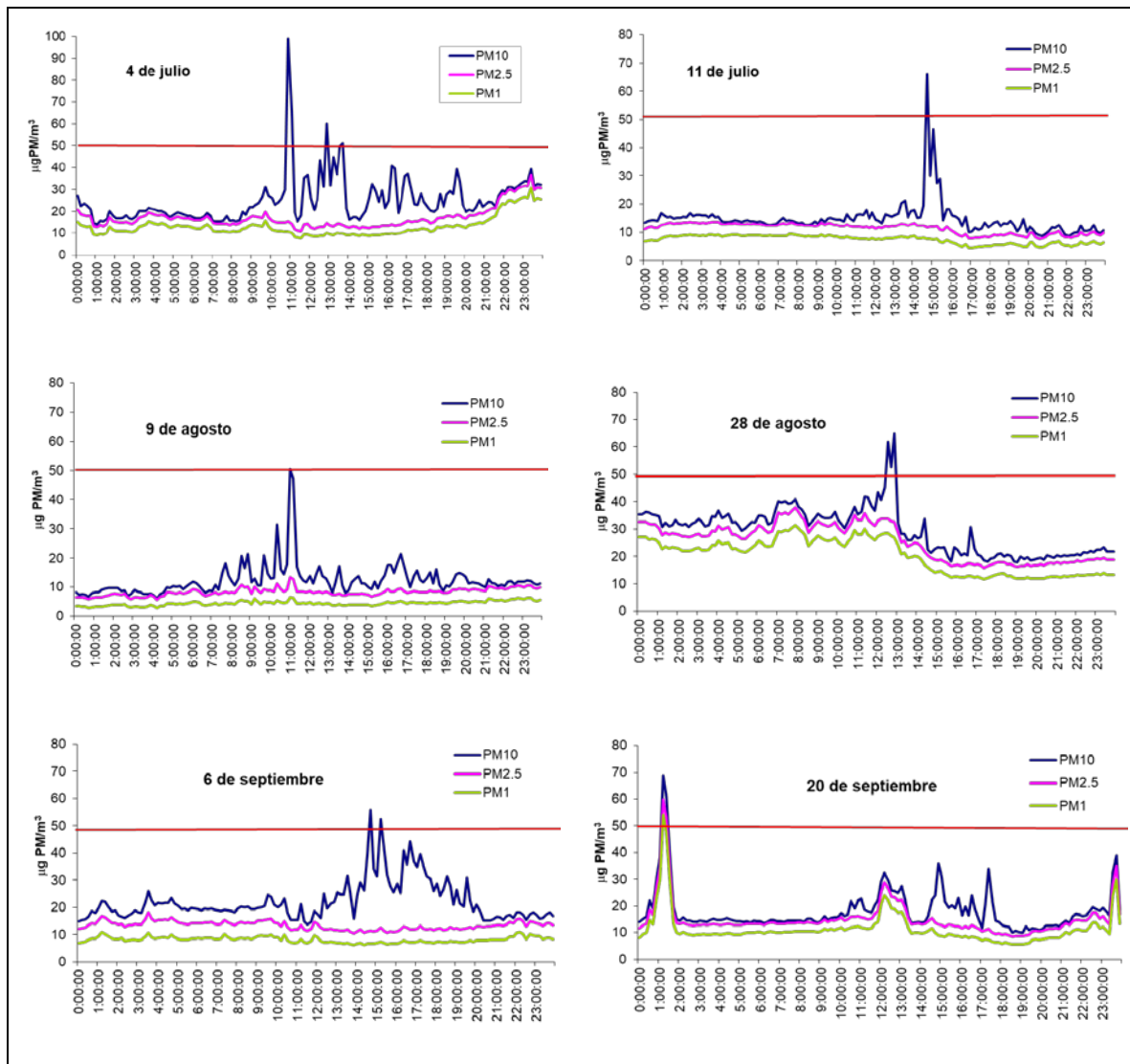


Figura 14. Evolución de la media horaria de material particulado (PM₁₀, PM_{2,5} y PM₁) para diferentes días en el tercer trimestre de 2017.