



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CALIDADE DO AIRE
DE GALICIA
Rede de viviancia



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



INSTITUTO UNIVERSITARIO DE
MEDIO AMBIENTE
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

INFORME DA ASISTENCIA TÉCNICA: ESTUDO DE INTERCALIBRACIÓNS DE EQUIPOS DE PARTÍCULAS DA REDE DE CALIDADE DO AIRE DE GALICIA



Proxecto Financiado con Fondos FEDER



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



CALIDADE DO AIRE
DE GALICIA
Rede de viviancia



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



INSTITUTO UNIVERSITARIO DE
MEDIO AMBIENTE
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Este estudo foi encargado pola Subdirección Xeral de Tecnoloxía e Control Ambiental da Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental da Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible (Xunta de Galicia) e elaborado polo grupo de investigación Química Analítica Aplicada (QANAP) no Instituto Universitario de Medio Ambiente (Universidade da Coruña).

Coordinador do grupo QANAP: Dr. Darío Prada Rodríguez

Directora do Departamento de Química Analítica: Dra. Soledad Muniategui Lorenzo

Setembro de 2009



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN E OBXECTIVO	1
2. METODOLOXÍA	3
3. RESULTADOS	10
3.1. A Coruña	10
3.2. Santiago de Compostela	16
3.3. Lugo	21
3.4. Ferrol	26
3.5. Comparativa dos niveis de PM10	32
4. CONCLUSIÓNS	34
5. REFERENCIAS	35
ANEXO	36



1. INTRODUCCIÓN E OBXECTIVO

Esta asistencia técnica establécese co obxectivo de regular a colaboración entre FEUGA (Fundación Empresa-Universidade Galega) a través do Grupo de investigación Química Analítica Aplicada-Instituto Universitario de Medio Ambiente da Universidade da Coruña e a Subdirección Xeral de Tecnoloxía e Control Ambiental para realizar unha intercomparación dos equipos automáticos de partículas (baseados na medida da atenuación da radiación β ou na dispersión dun láser) instalados nas estacións da rede urbana da calidade do aire da zona Norte de Galicia con equipos normalizados para a determinación de PM10 (definidas na lexislación como as partículas que pasan a través dun cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 10 μm cunha eficiencia de corte do 50%).

A Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible (actualmente Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas) dispón de estacións de medida da calidade do aire nas principais cidades galegas que están integradas na Rede Galega de Calidade do Aire, de forma que a través da páxina web da dita consellería (<http://aire.medioambiente.xunta.es/>), facilítase información ao público dos niveis dos principais contaminantes atmosféricos. Entre outros equipos, nestas estacións dispónse de monitores automáticos de partículas atmosféricas que dependendo do tipo ou técnica empregadas (dispersión láser, atenuación da radiación β) obtense información das diferentes granulometrías: PM10, PM2.5 e/ou PM1.

O Real Decreto 1073/2002, do 18 de outubro, sobre avaliación e xestión da calidade do aire ambiente en relación co dióxido de xofre, dióxido de nitróxeno, óxidos de nitróxeno, partículas, chumbo, benceno e monóxido de carbono, establece como método de referencia para a determinación de PM10 o descrito na norma UNE-EN 12341 "Calidad del aire. Determinación de la fracción PM10 de la materia particulada en suspensión. Método de referencia y procedimiento de ensayo de campo para demostrar la equivalencia de los métodos de medida al de referencia". Na dita norma establécese o método gravimétrico aplicado a filtros recollidos en determinados captadores con períodos de funcionamento diarios. Polo tanto, os métodos de medida en continuo non son métodos de referencia. Porén, achegan unha vantaxe adicional que posibilita a realización dun seguimento en base horaria dos niveis rexistrados e con iso, posibilita establecer relacións dos niveis de inmisión coas emisións no contorno e os escenarios meteorolóxicos. Si se utiliza o método de referencia, os métodos gravimétricos manuais proporcionan información sobre os niveis de partículas rexistrados con varios días de atraso respecto ao da medida en continuo, e ademais a medida ten unha resolución de 24 h. Porén, os métodos de medida en tempo real

permiten obter os rexistros con carácter inmediato, o cal é de vital importancia á hora de establecer o correcto diagnóstico e informar á poboación en caso de necesidade. Ademais, a resolución horaria da medida permite a identificación de procesos e fontes de emisión con impacto na calidade do aire. Por estes motivos a maior parte das estacións de control da calidade do aire na Unión Europea utilizan técnicas automáticas de medida de contaminantes.

Neste estudo seguíronse as recomendacións do “Grupo de Trabajo de la Comisión Europea sobre material particulado” expostas na “Guía para los Estados Miembros sobre medidas de PM10 e intercomparación con el método de referencia” para calcular o factor de corrección que hai que aplicar ás medidas dos equipos automáticos. Esta información está dispoñible e pode descargarse da seguinte páxina web: <http://europa.eu.int/comm/environment/air/pdf/finalwgreportes.pdf>. A guía citada é o actual método que propón a Unión Europea como procedemento para a obtención dos factores de corrección das medidas automáticas respecto ás de referencia. Hai que resaltar que esta corrección é unha esixencia da lexislación europea.

Segundo esta guía é necesario dispoñer como mínimo de 30 mostras diarias de PM10 superiores a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en cada un dos períodos cálidos e fríos (primavera/verán e outono/inverno). Polo tanto, neste estudo realizáronse campañas de intercomparación nas diferentes estacións na Zona Norte da Rede Galega da Calidade do Aire, concretamente na Coruña, Santiago de Compostela, Lugo e Ferrol. Para isto instaláronse dous captadores de alto volume para a aplicación do método gravimétrico na determinación de partículas PM10 no emprazamento da estación, realizando a determinación en paralelo “*in situ*”. Os equipos utilizados, Digitel DHA-80, teñen demostrada a súa equivalencia fronte ao método de referencia recollido na norma EN12341 (verificación realizada por UMEG-Gesellschaft für Umweltmessungen und Umwelterhebungen mbH, D-76185 Karlsruhe). Isto realízase co fin de comparar as medidas dos equipos gravimétrico e automático, para períodos de 24 h sincrónicos no mesmo emprazamento.

2. METODOLOXÍA

O Grupo de investigación Química Analítica Aplicada-Instituto Universitario de Medio Ambiente da Universidade da Coruña xunto co persoal que designou a Subdirección Xeral de Tecnoloxía e Control Ambiental instalou dous equipos gravimétricos Digitel DHA-80 nas estacións da rede de calidade do aire da Xunta de Galicia situadas na Coruña e Santiago de Compostela (figuras 1 e 2, respectivamente) durante os meses de xuño e xullo de 2008 e posteriormente en Lugo e Ferrol (figuras 3 e 4, respectivamente) durante os meses de xullo, agosto e setembro para cubrir o período cálido (primavera e verán). No mes de outubro comezouse de novo a mostraxe correspondente ao período frío (outono e inverno) na Coruña e Santiago de Compostela ata novembro e despois un dos equipos trasladouse a Lugo durante novembro, decembro e xaneiro, e o outro como se lle detectou unha avaría, que se comentará posteriormente, ata finais de xaneiro, febreiro e marzo de 2009 non puido instalarse de novo en Ferrol.

A estación de calidade do aire da Coruña conta cun monitor automático de partículas Environment MP101 baseado na atenuación da radiación β , con cabezal de corte PM10.



Figura 1. Captador gravimétrico na Coruña (Delegación da Consellería de Sanidade)

No caso de Santiago de Compostela na estación de San Caetano o monitor GRIMM 180 instalado realiza a medida das partículas mediante a dispersión “scattering” a 90 grados dun

láser e o grado de dispersión identifica o tamaño das partículas, así que permite obter datos simultáneos de PM10, PM2.5 e PM1.



Figura 2. Captador gravimétrico en Santiago de Compostela (San Caetano)

En Lugo o monitor automático de partículas é un Environment MP101 que basea o seu funcionamento na medida da atenuación da radiación β e dispón do cabezal de corte para a determinación da fracción PM10. Como se pode observar na figura 3, durante o período cálido o captador gravimétrico colocouse enriba da cabina (3A) pero para o período frío, por motivos de seguridade e espazo dispoñible decidiuse colocar ao lado da cabina dentro do recinto de seguridade como se amosa na fotografía da dereita (3B).

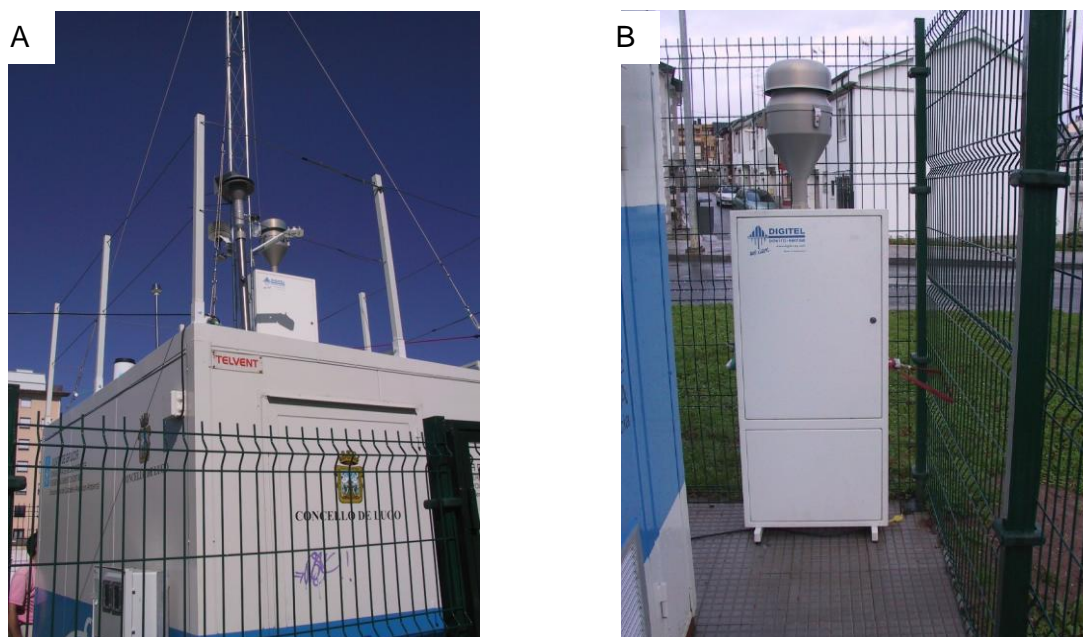


Figura 3. Captador gravimétrico en Lugo (Fingoi) (A: período cálido, B: período frío)

En Ferrol o equipo automático de partículas é tamén un Environment MP101 baseado na atenuación da radiación β e con cabezal de corte PM10.



Figura 4. Captador gravimétrico en Ferrol (Parque Raíña Sofía)

Tal e como se comentou no apartado 1, para a recollida das mostras de PM10 utilizáronse dous captadores de alto volume DIGITEL DHA-80 aos que se lles instalou cabezais para a

recollida das partículas PM10. O caudal de aspiración durante a mostraxe foi de 30 m³/h. O funcionamento do equipo é o seguinte: o aire penetra polo cabezal de corte (PM10) por efecto da aspiración dunha bomba e atravesa o filtro para ser finalmente expulsado polo extremo oposto do equipo. As partículas de diámetro seleccionado son retidas sobre o filtro. O equipo conta cun sensor para a medida do caudal de aspiración e un programador para o control do tempo de mostraxe. Ademais, dispón dun cambiador automático de filtros cunha autonomía para 15 filtros.

O tempo de mostraxe é de 24 horas, desde as 0 ata as 24 horas (UTC), obténdose mostraxas diarias incluso en domingos e festivos sen ter que ir retirar as mostraxas todos os días grazas ao cambiador automático de filtros destes equipos. A retirada das mostraxas é realizada por persoal especialista do Grupo QANAP-Instituto Universitario de Medio Ambiente cada semana ou quince días dependendo do emprazamento. Con esta frecuencia comprobase o correcto funcionamento do equipo e realízanse as tarefas de mantemento adecuadas, como por exemplo a limpeza da placa de impactación do cabezal e o seu engraxe con silicona. Unha mostra considérase válida se o tempo de mostraxe é superior a 23 horas. De xeito contrario, a mostra desbótase.

Como elemento de retención empregáronse filtros de fibra de cuarzo Munktell MK360 de 150 mm de diámetro, acondicionados durante 48 horas antes da pesada na sala de balanzas, que se amosa na figura 5, a 20±1°C de temperatura e 50±5% humidade relativa. Aínda que se trata da medida de PM10, o tratamento dos filtros realizouse segundo a norma UNE-EN 14907:2006 relativa á medida de PM2.5 por ser máis restritiva.



Figura 5. Sala de balanzas con temperatura e humidade controlada no IUMA (exterior)

A balanza utilizada para a pesada dos filtros atópase instalada na dita sala (figura 6) e en cada sesión de pesada compróbanse as condicións da sala de balanzas e se documentan.



Figura 6. Sala de balanzas con temperatura e humidade controlada no IUMA (interior)

Nas seguintes figuras 7 e 8 representáronse as medias diarias de temperatura e humidade relativa da dita sala durante os meses de pesada dos filtros (dende xuño de 2008 ata marzo de 2009). Como se pode observar nas figuras, dos 304 días só no 1% destes as condicións de temperatura e humidade relativa estiveron fora de control.

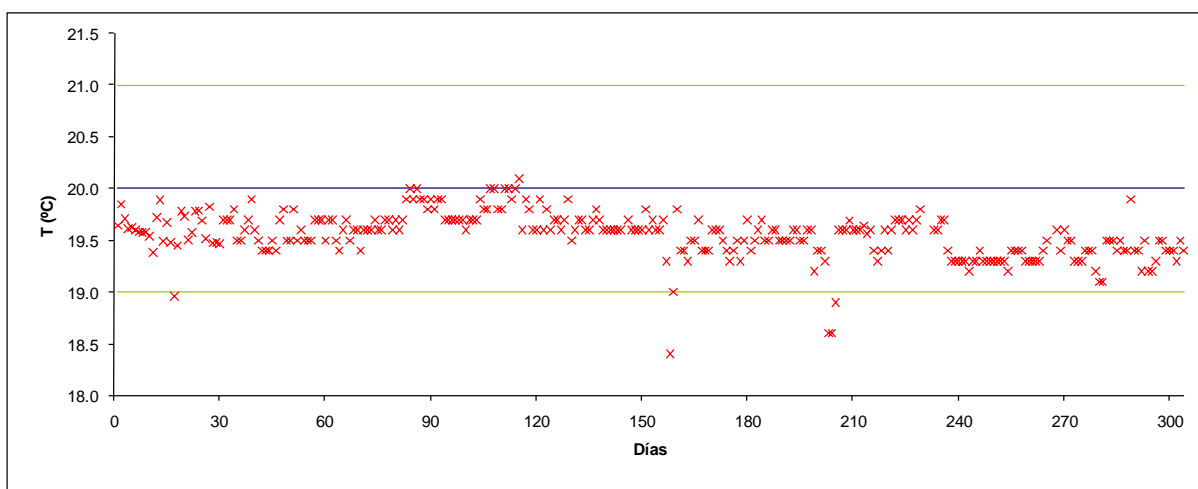


Figura 7. Gráfica de control da temperatura na sala de balanzas

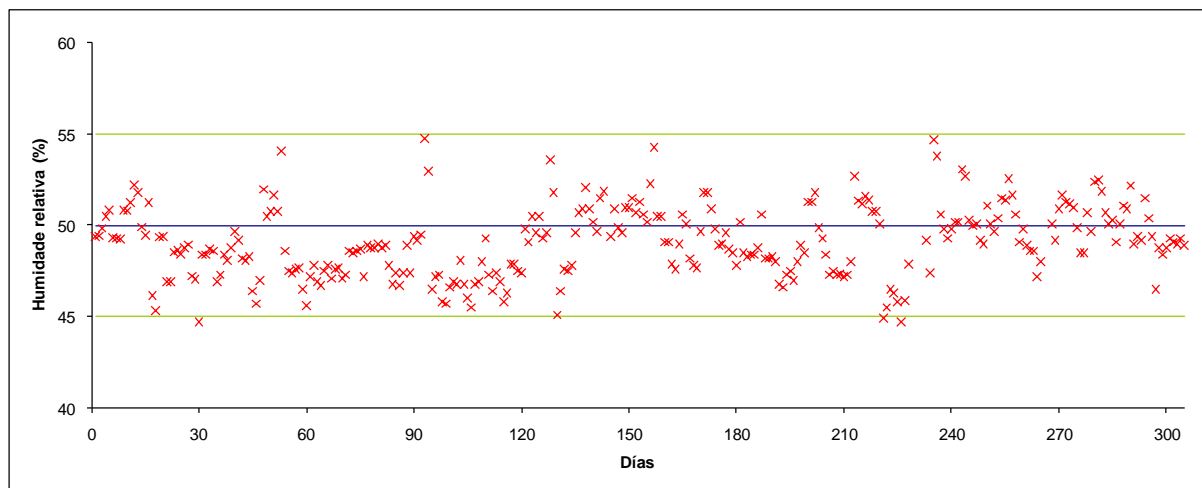


Figura 8. Gráfica de control da humidade relativa na sala de balanzas

Os filtros manéxanse con pinzas de teflón. Antes de usalos compróbanse, visualmente empregando unha lámpada de luz visible, para detectar defectos, tales como buratos ou perdas de material que ocasionarían erros na recolección da mostra de PM10.

Ao comezo de cada sesión de pesada verifícase o correcto funcionamento da balanza con pesas de referencia, de masas similares aos filtros, concretamente coa de 1 g. Ademais, na sala de balanzas mantéñense filtros brancos de referencia do mesmo tamaño e material que os que se usan para a mostraxe. O seu peso rexístrase en cada sesión de pesada. Se as masas dos filtros brancos de referencia cambiaron menos de 500 μg desde a última sesión de pesada, a súa masa media rexístrase e procédese á pesada dos filtros coa mostra. No caso contrario, non se pesan filtros coas mostraxas, ata que a diferenza de pesada dos brancos de referencia sexa menor dos 500 μg .

Os filtros brancos para a mostraxe pésanse dúas veces cun intervalo de alomenos 12 h, para confirmar que o peso do filtro é estable. Posteriormente tómase a media das dúas medidas como masa do filtro en branco. Despois da mostraxe os filtros, coa materia particulada PM10, mantéñense na sala de balanzas durante un mínimo de 48 h antes da primeira pesada e despois de 24 a 72 h realízase unha segunda pesada. A masa do filtro PM10 tómase como a media das dúas medidas.

A continuación créase unha base de datos cos valores de PM10 referidos ao volume de mostraxe ($\mu\text{g PM10/m}^3$). Seguindo as recomendacións do “Grupo de Trabajo sobre Optimización de Redes, Campañas Experimentales e Interpretación de Datos” do “V Seminario de la Calidad del Aire en España”, os datos obtidos redondéanse a un número enteiro e en hora UTC (Tempo Universal Coordinado), antes do seu almacenamento na



base de datos. A hora local sería a hora UTC+1h (entre finais de outubro e finais de marzo) e UTC+2h (desde finais de marzo ata finais de outubro).

3. RESULTADOS

Unha vez obtidas as concentracións de PM10 mediante os dous procedementos: gravimétrico e automático, xa que estamos medindo a mesma variable con dúas técnicas diferentes, ao representar os datos debería de haber unha alta correlación. De acordo co informe do Grupo de Traballo da Comisión Europea sobre partículas atmosféricas en suspensión, para considerar válida a análise da regresión (é preciso lembrar que no eixo de abscisas se representan os datos obtidos co método gravimétrico xa que é o método de referencia) dun conxunto de medidas (cuxa media sexa $>10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10 e un mínimo de 30 medidas continuadas), o coeficiente de determinación r^2 debe ser maior ou igual que 0.8 e o corte co eixe de abscisas menor que 5 en valor absoluto. De se cumprir isto, fórzase a recta a pasar polo 0 de abscisas e se calcula o factor de corrección. En caso de que os factores obtidos nos dous períodos estacionais (primavera/verán e outono/inverno) sexan iguais ou moi similares podería utilizarse un único factor para todo o ano. Porén, se hai moita diferenza entre ambos os factores, non se podería aplicar ningún deles nin a media entrambos para todo o período anual.

A continuación expóñense os resultados obtidos segundo o procedemento anterior para cada unha das estacións estudadas.

3.1. A Coruña

Na táboa I preséntanse as concentracións en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ obtidas mediante o método gravimétrico (Digitel DHA-80) na Coruña durante o período primavera/verán de 2008.

Táboa I. Niveis medios diarios de PM10, expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na Coruña durante a primavera e o verán de 2008

XUÑO	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	XULLO	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Martes 1	23
		Mércores 2	33
Martes 3	32	Xoves 3	31
Mércores 4	38	Venres 4	20
Xoves 5	29	Sábado 5	27
Venres 6	30	Domingo 6	27
Sábado 7	23	Luns 7	27
Domingo 8	18	Martes 8	31
Luns 9	30	Mércores 9	32
Martes 10	52	Xoves 10	23
Mércores 11	42	Venres 11	26
Xoves 12	36	Sábado 12	23
Venres 13	21	Domingo 13	17
Sábado 14	24	Luns 14	24
Domingo 15	16	Martes 15	27
Luns 16	27	Mércores 16	20
Martes 17	31	Xoves 17	27
Mércores 18	37	Venres 18	33
Xoves 19	31	Sábado 19	26
Venres 20	36	Domingo 20	21
Sábado 21	27	Luns 21	22
Domingo 22	28		
Luns 23	47		
Martes 24	30		
Mércores 25	41		
Xoves 26	36		
Venres 27	35		
Sábado 28	31		
Domingo 29	26		
Luns 30	29		

De todas as mostras válidas, 49 en total, unha (martes 10 de xuño, marcada en vermello na táboa I) supera o valor límite diario de PM10 de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Real Decreto 1073/2002) durante o período cálido. Unha vez estudados os datos do período frío comentarase esta superación. Tamén destaca a mostra do luns 23 de xuño correspondente á noite de San

Xoán, típica polas fogueiras na praia de Riazor-Orzán que está preto do lugar de mostraxe.

Para o cálculo do factor de corrección durante o período cálido utilizáronse 26 pares de medidas válidas (como criterio de aceptación de pares de datos, elimináronse aqueles pares en que a relación entre a medida gravimétrica e a automática era inferior a 0.7 e superior a 1.3).

Na figura 9 amósase a gráfica de intercomparación das concentracións medidas co equipo automático (subministradas polo persoal da Rede Galega de Calidade do Aire) e as medidas co método gravimétrico para o período cálido.

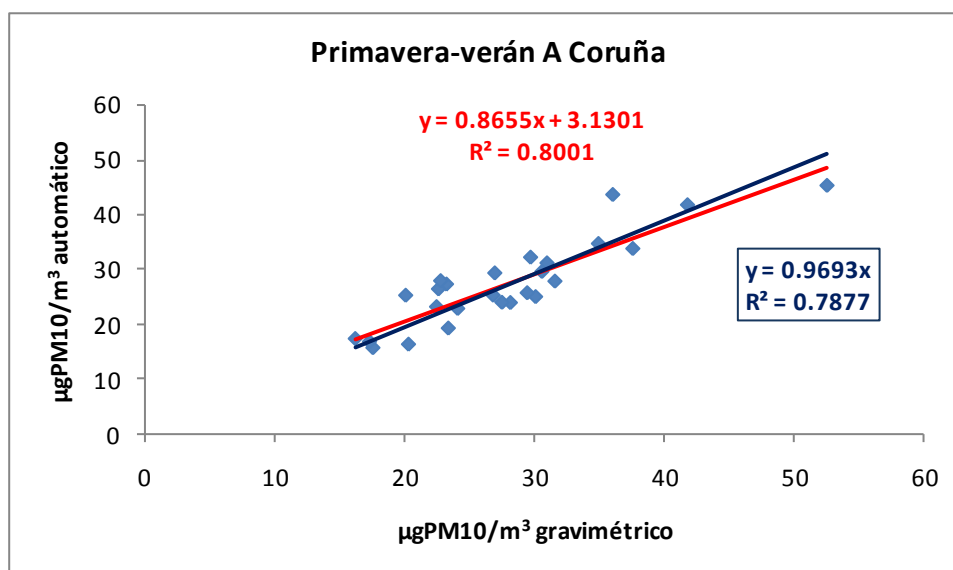


Figura 9. Correlación entre o equipo automático (Environment MP101) e o gravimétrico (Digitel) na Coruña durante primavera/verán do 2008

Como se pode observar na figura anterior, a recta en cor vermella cumpre os requisitos aínda que o número de pares de datos é lixeiramente inferior ao recomendado. Unha vez forzada a pasar a dita recta pola orixe de coordenadas (recta azul), o r^2 é moi similar e así obtemos a pendente da recta que é a inversas do factor de corrección que estamos buscando e que resulta:

$$PM_{10} = 1.03 * \text{Valor Environment MP101 A Coruña (primavera/verán)}$$

Que o valor de r^2 sexa tan elevado indícanos que unha variación da concentración de PM10 é medida do mesmo xeito tanto polo monitor automático como polo captador gravimétrico.

A continuación, na táboa II preséntanse as concentracións en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante o outono/inverno de 2008.

Táboa II. Niveis medios diarios de PM10, expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na Coruña durante o outono e o inverno de 2008

OUTUBRO	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NOVEMBRO	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Sábado 1	24
		Domingo 2	19
		Luns 3	29
		Martes 4	33
		Mércores 5	36
		Xoves 6	30
		Venres 7	28
		Sábado 8	19
		Domingo 9	19
		Luns 10	17
		Martes 11	35
		Mércores 12	33
		Xoves 13	41
Martes 14	70	Venres 14	45
Mércores 15	53	Sábado 15	32
Xoves 16	28	Domingo 16	25
Venres 17	25	Luns 17	29
Sábado 18	31	Martes 18	21
Domingo 19	40	Mércores 19	26
Luns 20	47	Xoves 20	42
Martes 21	25	Venres 21	39
Mércores 22	34	Sábado 22	30
Xoves 23	45	Domingo 23	21
Venres 24	61	Luns 24	33
Sábado 25	55		
Domingo 26	68		
Luns 27	29		
Martes 28	28		
Mércores 29	34		
Xoves 30	30		
Venres 31	30		

De todas as mostras válidas, 42 neste período frío, 5 superan o valor límite diario de PM10 de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Real Decreto 1073/2002). En total, na Coruña o número de superacións durante o período de mostraxe, dun total de 91 mostras válidas, é de 6. Segundo o

“PROCEDIMIENTO PARA IDENTIFICACIÓN DE EPISODIOS NATURALES AFRICANOS DE PM10 Y PM2.5, Y LA DEMOSTRACIÓN DE CAUSA EN LO REFERENTE A LAS SUPERACIONES DEL VALOR LÍMITE DIARIO DE PM10”, e as “TABLAS RESUMEN DE LOS EPISODIOS DE PARTÍCULAS DE 2008” e “CARGA NETA DE POLVO AFRICANO 2004-2008” elaborados por CSIC, AEMET, CIEMAT, Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, as superacións do 14 e 15 de outubro poden atribuírse a un episodio africano mentres que as do 24, 25 e 26 do mesmo mes, son debidas a un episodio de combustión de biomasa. Porén, a mostra do 10 de xuño non se pode atribuír a ningún destes episodios e posiblemente debeuse a un evento de contaminación local.

Segundo os informes e instrucións anteditas, para aqueles días en que se supere o valor límite diario e nos que se identificara un episodio de aportes de partículas africanas realizarase a subtracción da carga neta diaria de po africano determinada na estación de fondo rexional correspondente (a mais próxima á rede en cuestión). Se o resultado desta subtracción é inferior ao valor límite diario pódese considerar que a dita superación é atribuíble ao aporte natural na estación considerada, e por tanto pódese descontar. Para estes días, na táboa III amósanse xunto cos niveis diarios de PM10 que superan o valor límite diario de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a carga neta de po africano determinada na estación de fondo rexional do Saviñao e o resultado da dita subtracción. Pode darse o caso de rexistrarse de forma puntual niveis de PM10 superiores en determinadas estacións de referencia (fondo rexional) respecto ás urbanas. Por tanto, ao restar a carga neta de po africano, obteríanse valores negativos. Nestes casos debe utilizarse como carga neta de po o promedio entre as contribucións africanas calculadas na estación de referencia e na estación de fondo rexional mais preto aparte da de referencia; se, aínda así, se mantivese o valor negativo da resta, asignaríase un valor ‘0’ á carga non africana de PM10 na estación urbana pois é de supoñer que a contribución de po mineral de orixe africana aos niveis de PM10 na estación urbana a avaliar será dominante respecto á contribución antropoxénica.

Táboa III. Descontos de superacións na Coruña durante o período de mostraxe

	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Carga neta po	Substracción
Martes 14/10/2008	70	24	46
Mércores 15/10/2008	53	19	34

Polo tanto, das 6 mostras que superaban o límite do valor diario, 2 de estas superacións atribúense a aporte natural, co cal, durante o período de tempo estudado o número total de superacións foi de 4.

Na figura 10 amósase a gráfica de intercomparación das concentracións medidas co equipo automático e as medidas co método gravimétrico para o período frío. Neste caso para o cálculo do factor de corrección durante o período frío utilizáronse 42 pares de medidas válidas, é dicir, o total das mostras recollidas. Isto indica que houbo un mellor axuste do equipo automático con respecto ao período cálido.

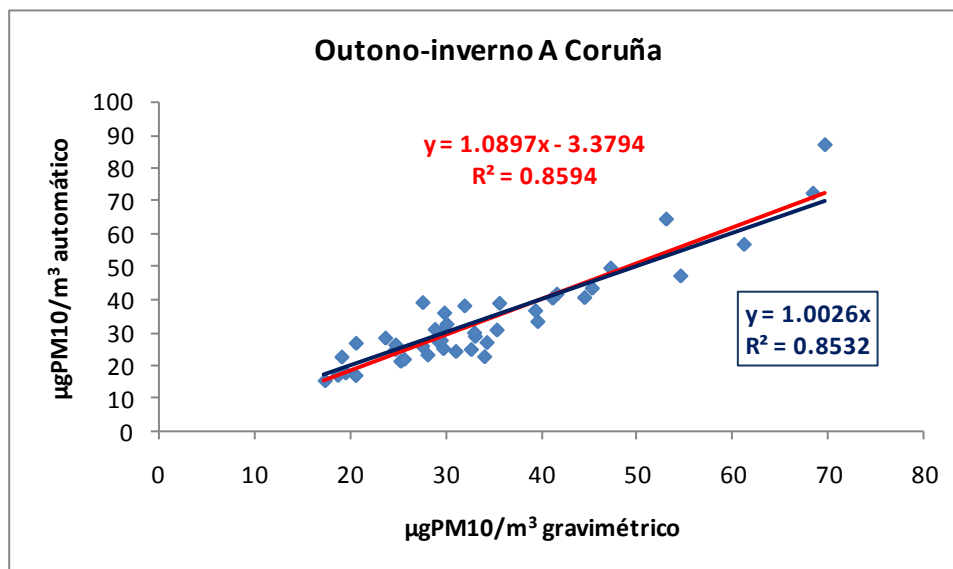


Figura 10. Correlación entre o equipo automático (Environment MP101) e o gravimétrico (Digitel) na Coruña durante outono/inverno do 2008

Como se pode observar na figura anterior, a recta en cor vermella cumpre os requisitos. Unha vez forzada a pasar a dita recta pola orixe de coordenadas (recta azul), o factor de corrección sería:

$$PM_{10} = 1.00 * \text{Valor Environment MP101 A Coruña (outono/inverno)}$$

Segundo a Guía do Grupo de Traballo antedita, podería utilizarse un único factor ou ecuación para todo o ano se os factores obtidos nos dous períodos estacionais (verano/inverno) son iguais ou moi similares como é o noso caso. Así que, polo tanto, para o equipo automático da estación da Coruña situada en Gregorio Hernández, o factor de corrección das medidas automáticas de PM₁₀ para o ano 2008 que resulta é:

$$PM_{10} = 1.01 * \text{Valor Environment MP101 A Coruña (2008)}$$

Este factor indica que o equipo automático Environment MP101 da Coruña, durante o período de mostraxe, non infra nin sobreestimou as medidas diarias con respecto aos valores medidos co método gravimétrico. Aínda así, para poder empregar un único factor para todo o ano habería que corrixir todas as medias diarias do equipo automático con cada un dos factores estacionais (primavera/verán e outono/inverno) e comprobar que as

diferenzas entre estas medias son menores do 10%.

3.2. Santiago de Compostela

Na táboa IV preséntanse as concentracións en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ obtidas mediante o método gravimétrico (Digitel DHA-80) en Santiago de Compostela, concretamente na estación de San Caetano, durante o período primavera/verán de 2008.

Táboa IV. Niveis medios diarios de PM₁₀, expresados en µg/m³, en Santiago de Compostela Coruña durante a primavera e o verán de 2008

XUÑO	PM ₁₀ (µg/m ³)	XULLO	PM ₁₀ (µg/m ³)
		Martes 1	18
		Mércores 2	17
Martes 3	19	Xoves 3	19
Mércores 4	24	Venres 4	16
Xoves 5	12	Sábado 5	16
Venres 6	19	Domingo 6	15
Sábado 7	16	Luns 7	16
Domingo 8	14	Martes 8	14
Luns 9	43	Mércores 9	17
Martes 10	39	Xoves 10	16
Mércores 11	*	Venres 11	17
Xoves 12	*	Sábado 12	14
Venres 13	*	Domingo 13	12
Sábado 14	8	Luns 14	19
Domingo 15	11	Martes 15	23
Luns 16	13	Mércores 16	24
Martes 17	19	Xoves 17	20
Mércores 18	18	Venres 18	26
Xoves 19	14	Sábado 19	22
Venres 20	11	Domingo 20	15
Sábado 21	14	Luns 21	44
Domingo 22	16	Martes 22	32
Luns 23	28	Mércores 23	26
Martes 24	22	Xoves 24	17
Mércores 25	29	Venres 25	12
Xoves 26	32	Sábado 26	14
Venres 27	37	Domingo 27	11
Sábado 28	24		
Domingo 29	29		
Luns 30	23		

*Dato non válido: corte de luz, mal funcionamento do equipo, etc

De todas as mostras validadas, 52 en total, ningunha supera o valor límite diario de PM₁₀ de 50 µg/m³ (Real Decreto 1073/2002) durante o período cálido.

Por non dispoñer de datos do equipo automático GRIMM 180 na estación de San Caetano, durante a primavera/verán de 2008 non se pode calcular o factor de corrección.

A continuación, na táboa V preséntanse as concentracións en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante o outono/inverno de 2008.

Táboa V. Niveis medios diarios de PM₁₀, expresados en µg/m³, en Santiago de Compostela durante o outono e o inverno de 2008

OUTUBRO	PM ₁₀ (µg/m ³)	NOVEMBRO	PM ₁₀ (µg/m ³)
		Sábado 1	13
		Domingo 2	13
		Luns 3	17
		Martes 4	18
		Mércores 5	20
		Xoves 6	18
		Venres 7	18
		Sábado 8	14
		Domingo 9	9
Venres 10	22	Luns 10	12
Sábado 11	25	Martes 11	22
Domingo 12	57	Mércores 12	*
Luns 13	62	Xoves 13	*
Martes 14	46	Venres 14	*
Mércores 15	32	Sábado 15	23
Xoves 16	10	Domingo 16	*
Venres 17	18	Luns 17	*
Sábado 18	18	Martes 18	16
Domingo 19	25	Mércores 19	17
Luns 20	31	Xoves 20	*
Martes 21	12	Venres 21	*
Mércores 22	18	Sábado 22	14
Xoves 23	23	Domingo 23	16
Venres 24	38		
Sábado 25	27		
Domingo 26	32		
Luns 27	20		
Martes 28	16		
Mércores 29	19		
Xoves 30	18		
Venres 31	17		

*Dato non válido: corte de luz, mal funcionamento do equipo, etc

De todas as mostras válidas, 38 en total, 2 (as do 12 e 13 de outubro) superan o valor límite diario de PM₁₀ de 50 µg/m³ durante este período frío. Como se pode ver na táboa anterior,

hai moitas mostras inválidas aho final da mostraxe debido a que non cumprían o requisito do tempo mínimo de mostraxe (23h). Polo tanto, foi necesario enviar o equipo ao servizo técnico para a súa revisión.

En total, en Santiago de Compostela, na estación de San Caetano, o número de superacións durante o período de mostraxe, dun total de 90 mostras válidas, é de 2. Ao igual que ocorría na Coruña, as superacións do 12 e 13 de outubro poden atribuírse a un episodio africano (a materia particulada recollida estes días xunto coa do día 14 era de cor amarela). Para estes días, na táboa VI amósanse xunto cos niveis diarios de PM₁₀ que superan o valor límite diario de 50 µg/m³, a carga neta de po africano determinada na estación de fondo rexional do Saviñao e o resultado da dita subtracción.

Táboa VI. Descontos de superacións en Santiago de Compostela durante o período de mostraxe

	PM ₁₀ (µg/m ³)	Carga neta po	Subtracción
Domingo 12/10/2008	57	54*	3
Luns 13/10/2008	62	24	38

*Para este día calculouse unha media das estacións de fondo rexional que están mais cerca (O Saviñao, Peñausende e Lamas de Olo) xa que a resta daba un valor negativo tendo en conta só o valor da estación do Saviñao

Polo tanto, as 2 mostras que superaban o límite do valor diario atribúense a aporte natural, co cal, durante o período de tempo estudado non se superou este límite na estación de San Caetano en Santiago de Compostela.

Como durante o período frío entrou en funcionamento o monitor automático de partículas GRIMM baseado na dispersión láser, para o cálculo do factor de corrección durante este período do total 38 pares de medidas válidas só 19 pares presentaban medias do monitor automático superiores a 10, co cal non se pode calcular o factor.

Porén, como se dispoñía en Santiago de Compostela dos datos doutro monitor de partículas Environment MP101M baseado na atenuación da radiación β na estación do Campus Universitario optouse por comparar os datos gravimétricos cos deste monitor para así ter unha aproximación do factor de corrección e así identificar cal dos dous equipos da estación de San Caetano estaba desaxustado. Por isto, na figura 11 amósase a gráfica de intercomparación das concentracións medidas co equipo automático de Environment MP101M (subministradas polo persoal da Rede Galega de Calidade do Aire) e as medidas co método gravimétrico para o período frío.

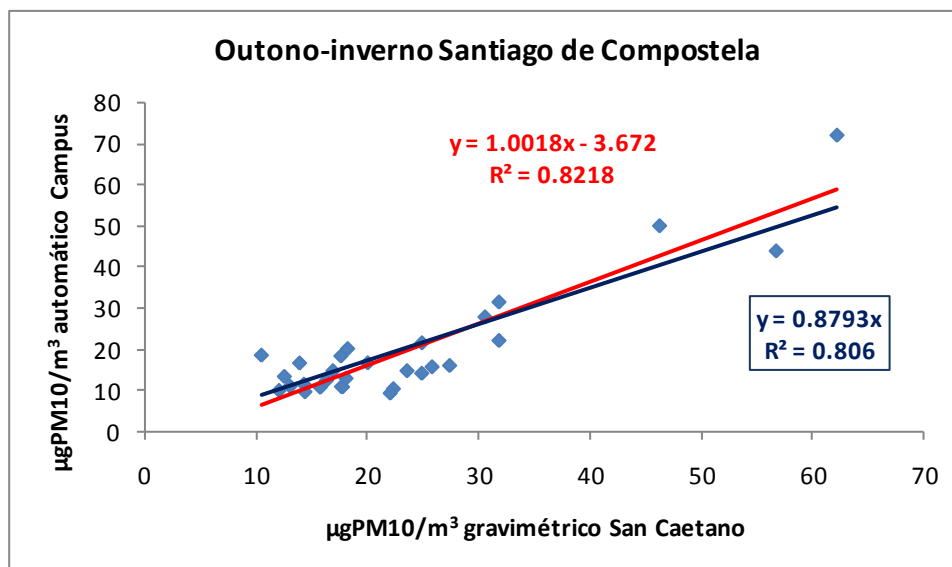


Figura 11. Correlación entre o equipo automático (Environment MP101M, Campus) e o gravimétrico (San Caetano) en Santiago de Compostela durante outono/inverno do 2008

Como se pode observar na figura 11, a recta en cor vermella cumpre os requisitos sendo o número de pares de datos válidos 29 despois de eliminar aqueles pares en que a media é inferior a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Unha vez forzada a pasar a dita recta pola orixe de coordenadas (recta azul), o factor de corrección sería:

$$PM10 = 1.13 * \text{Valor GRIMM 180 Campus (Santiago de Compostela) (outono/inverno)}$$

Que o valor de r^2 sexa tan elevado indícanos que unha variación da concentración de PM10 é medida do mesmo xeito tanto polo monitor automático como polo captador gravimétrico.

É preciso ter en conta que este cálculo fíxose para comprobar que foi o equipo automático instalado en San Caetano o que non ofrecía resultados comparables con equipo gravimétrico. Polo tanto, este resultado é só provisional/orientativo, xa que as mostras están tomadas en diferentes lugares. Cabe resaltar que durante este período de mostraxe o equipo GRIMM 180 en San Caetano (Santiago de Compostela) infravalora a medida nun 12% aproximadamente.

3.3. Lugo

Na táboa VII preséntanse as concentracións en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ obtidas mediante o método gravimétrico (Digitel DHA-80) en Lugo durante o período primavera/verán de 2008.

Táboa VII. Niveis medios diarios de PM₁₀, expresados en µg/m³, en Lugo durante a primavera e o verán de 2008

XULLO	PM ₁₀ (µg/m ³)	AGOSTO	PM ₁₀ (µg/m ³)	SETEMBRO	PM ₁₀ (µg/m ³)
		Venres 1	17	Luns 1	*
		Sábado 2	10	Martes 2	*
		Domingo 3	11	Mércores 3	*
		Luns 4	15	Xoves 4	*
		Martes 5	17	Venres 5	10
		Mércores 6	20	Sábado 6	17
		Xoves 7	15	Domingo 7	12
		Venres 8	15	Luns 8	18
		Sábado 9	16	Martes 9	13
		Domingo 10	10	Mércores 10	8
		Luns 11	10	Xoves 11	28
		Martes 12	15	Venres 12	13
		Mércores 13	15	Sábado 13	13
		Xoves 14	13	Domingo 14	14
		Venres 15	12	Luns 15	22
		Sábado 16	14	Martes 16	27
		Domingo 17	11	Mércores 17	28
		Luns 18	13	Xoves 18	29
		Martes 19	13	Venres 19	24
		Mércores 20	14	Sábado 20	23
		Xoves 21	13	Domingo 21	31
		Venres 22	13	Luns 22	25
Mércores 23	28	Sábado 23	14		
Xoves 24	16	Domingo 24	14		
Venres 25	9	Luns 25	15		
Sábado 26	16	Martes 26	20		
Domingo 27	9	Mércores 27	*		
Luns 28	12	Xoves 28	*		
Martes 29	10	Venres 29	*		
Mércores 30	15	Sábado 30	*		
Xoves 31	12	Domingo 31	*		

*Dato non válido: corte de luz, mal funcionamento do equipo, etc

De todas as mostras válidas, 53 en total, ningunha supera o valor límite diario de PM₁₀ de 50 µg/m³ (Real Decreto 1073/2002) durante o período cálido.

Por non dispoñer de datos do equipo automático Environment MP101 na estación de Lugo durante a primavera/verán de 2008 non se pode calcular o factor de corrección.

A continuación, na táboa VIII preséntanse as concentracións en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ obtidas mediante o método gravimétrico (Digitel DHA-80) durante o outono/inverno de 2008.

Táboa VIII. Niveis medios diarios de PM₁₀, expresados en µg/m³, en Lugo durante o outono e o inverno de 2008 e 2009

NOVEMBRO 08	PM ₁₀ (µg/m ³)	DECEMBRO 08	PM ₁₀ (µg/m ³)	XANEIRO 09	PM ₁₀ (µg/m ³)
		Luns 1	17	Xoves 1	15
		Martes 2	10	Venres 2	21
		Mércores 3	19	Sábado 3	19
		Xoves 4	14	Domingo 4	23
		Venres 5	28	Luns 5	30
		Sábado 6	8	Martes 6	19
		Domingo 7	11	Mércores 7	22
		Luns 8	16	Xoves 8	23
		Martes 9	16	Venres 9	32
		Mércores 10	20	Sábado 10	31
		Xoves 11	14		
		Venres 12	15		
		Sábado 13	11		
		Domingo 14	12		
		Luns 15	21		
		Martes 16	30		
		Mércores 17	23		
		Xoves 18	18		
		Venres 19	20		
		Sábado 20	40		
		Domingo 21	41		
		Luns 22	35		
		Martes 23	50		
		Mércores 24	40		
		Xoves 25	33		
		Venres 26	21		
		Sábado 27	12		
		Domingo 28	20		
		Luns 29	35		
Sábado 29	7	Martes 30	18		
Domingo 30	8	Mércores 31	8		

De todas as mostras válidas, 43 neste período frío, só 1 (a do 23 de decembro) supera o valor límite diario de PM10 de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante este período frío. En total, en Lugo, o número de superacións durante o período de mostraxe, dun total de 96 mostras válidas, é de 1. Esta superación non se atribúe a ningún episodio africano polo que probablemente foi debida a un episodio de contaminación local.

Como durante o período frío entrou en funcionamento o monitor automático de partículas Environment MP101 baseado na atenuación da radiación β , para o cálculo do factor de corrección durante este período do total 43 pares de medidas válidas 38 pares presentaban medias do monitor automático superiores a 10, co cal o número de pares válidos para facer o cálculo do factor de corrección é o axeitado.

Na figura 12 amósase a gráfica de intercomparación das concentracións medidas co equipo automático Environment MP101 (subministradas polo persoal da Rede Galega de Calidade do Aire) e as medidas co método gravimétrico para o período frío.

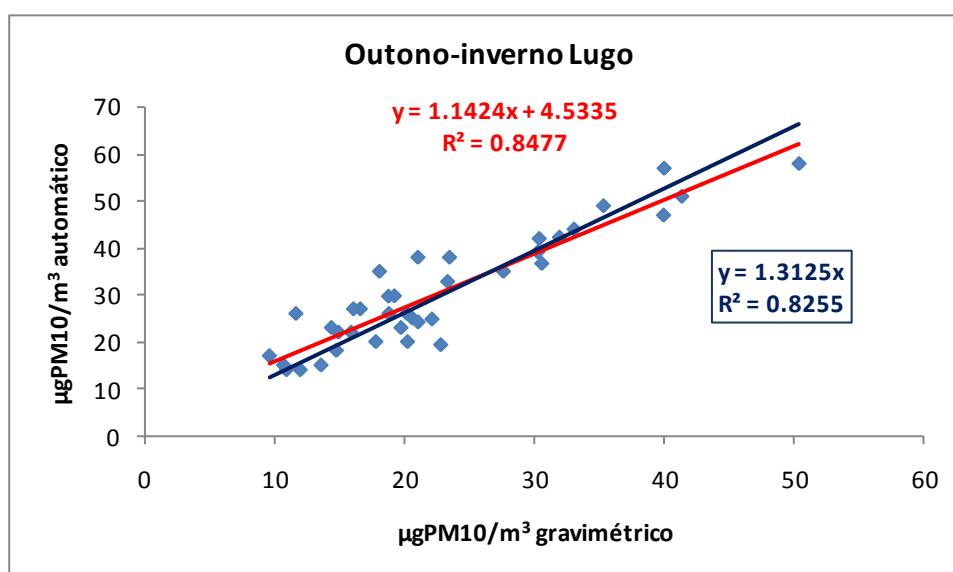


Figura 12. Correlación entre o equipo automático (Environment MP101) e o gravimétrico (Digitel) en Lugo durante outono/inverno de 2008 e 2009

Como se pode observar na figura anterior, a recta en cor vermella cumpre os requisitos e unha vez forzada a pasar a dita recta pola orixe de coordenadas (recta azul), o factor de corrección sería:

$$PM10 = 0.76 * \text{Valor Environment MP101 Lugo (outono/inverno)}$$

Que o valor de r^2 sexa tan elevado indícanos que unha variación da concentración de PM10 é medida do mesmo xeito tanto polo monitor automático como polo captador gravimétrico.

Cabe resaltar que durante este período de mostraxe o equipo Environment MP101 en Lugo sobrevalora a medida nun 24% aproximadamente.

3.4. Ferrol

Na táboa IX preséntanse as concentracións en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ obtidas mediante o método gravimétrico (Digitel DHA-80) en Ferrol durante o período primavera/verán de 2008.

Táboa IX. Niveis medios diarios de PM₁₀, expresados en µg/m³, en Ferrol durante a primavera e o verán de 2008

AGOSTO	PM ₁₀ (µg/m ³)	SETEMBRO	PM ₁₀ (µg/m ³)
Venres 1	39	Luns 1	18
Sábado 2	17	Martes 2	23
Domingo 3	12	Mércores 3	7
Luns 4	14	Xoves 4	17
Martes 5	25	Venres 5	25
Mércores 6	26	Sábado 6	22
Xoves 7	23	Domingo 7	16
Venres 8	19	Luns 8	21
Sábado 9	19	Martes 9	15
Domingo 10	16	Mércores 10	19
Luns 11	17	Xoves 11	23
Martes 12	31	Venres 12	23
Mércores 13	31	Sábado 13	18
Xoves 14	20	Domingo 14	21
Venres 15	17	Luns 15	21
Sábado 16	22	Martes 16	23
Domingo 17	15	Mércores 17	33
Luns 18	27	Xoves 18	30
Martes 19	18	Venres 19	24
Mércores 20	19	Sábado 20	25
Xoves 21	19	Domingo 21	29
Venres 22	13	Luns 22	25
Sábado 23	11		
Domingo 24	12		
Luns 25	17		
Martes 26	18		
Mércores 27	23		
Xoves 28	22		
Venres 29	32		
Sábado 30	22		
Domingo 31	18		

De todas as mostras válidas, 53 durante o período primavera/verano, ningunha supera o valor límite diario de PM₁₀ de 50 µg/m³ (Real Decreto 1073/2002).

Por non dispoñer de datos do equipo automático Environment MP101 nesta estación, durante a primavera/verán de 2008 non se pode calcular o factor de corrección.

A continuación, na táboa X preséntanse as concentracións en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante o inverno de 2009. É preciso indicar que en Ferrol comezouse a mostraxe mais tarde que en Lugo xa que, como se comentou anteriormente no apartado de Santiago de Compostela, un dos equipos Digitel DHA-80 enviouse ao servizo técnico para revisar.

Táboa X. Niveis medios diarios de PM₁₀, expresados en µg/m³, en Ferrol durante o inverno de 2009

XANEIRO	PM ₁₀ (µg/m ³)	FEBREIRO	PM ₁₀ (µg/m ³)	MARZO	PM ₁₀ (µg/m ³)
Xoves 1		Domingo 1	10	Domingo 1	21
Venres 2		Luns 2	25	Luns 2	18
Sábado 3		Martes 3	18	Martes 3	19
Domingo 4		Mércores 4	13	Mércores 4	19
Luns 5		Xoves 5	14	Xoves 5	25
Martes 6		Venres 6	16	Venres 6	8
Mércores 7		Sábado 7	10		
Xoves 8		Domingo 8	11		
Venres 9		Luns 9	18		
Sábado 10		Martes 10	21		
Domingo 11		Mércores 11	23		
Luns 12		Xoves 12	23		
Martes 13		Venres 13	21		
Mércores 14		Sábado 14	21		
Xoves 15		Domingo 15	22		
Venres 16		Luns 16	25		
Sábado 17		Martes 17	27		
Domingo 18		Mércores 18	20		
Luns 19		Xoves 19	*		
Martes 20		Venres 20	23		
Mércores 21		Sábado 21	31		
Xoves 22	13	Domingo 22	14		
Venres 23	*	Luns 23	13		
Sábado 24	*	Martes 24	16		
Domingo 25	21	Mércores 25	25		
Luns 26	28	Xoves 26	50		
Martes 27	16	Venres 27	43		
Mércores 28	16	Sábado 28	44		
Xoves 29	11				
Venres 30	13				
Sábado 31	14				

*Dato non válido: corte de luz, mal funcionamento do equipo, etc

De todas as mostras válidas neste período frío, 41, só unha, a do 26 de febreiro supera o valor límite diario de PM10 de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Real Decreto 1073/2002). Polo momento, non se pode confirmar si esta superación foi debida a algún episodio de contaminación a longa distancia xa que non están elaboradas as táboas de carga neta de po correspondentes a este ano 2009. Só indicar que esta mostra desprendía un forte cheiro a fume.

Cómpre destacar que as mostras non válidas do 23 e 24 de xaneiro de 2009 corresponden aos días da ciclóxenese explosiva (temporal *Klaus*) nos que houbo cortes de luz. De feito, durante uns días o acceso ao equipo foi complicado (o parque estivo pechado ao público) debido ás desfeitas que provocou o temporal (figura 13).



Figura 13. Arredor da estación no Parque Raíña Sofía (Ferrol) despois do “Klaus”

De todas as mostras válidas recollidas en Ferrol durante o período de mostraxe, 94 en total, só unha supera o valor límite diario de PM10 de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Real Decreto 1073/2002).

Como durante o período frío entrou en funcionamento o monitor automático de partículas Environment MP101 baseado na atenuación da radiación β , para o cálculo do factor de corrección durante este período 32 pares de medidas presentaban medias do monitor automático superiores a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co cal o número de mostras válidas para facer o cálculo do factor de corrección é o axeitado.

Na figura 14 amósase a gráfica de intercomparación das concentracións medidas co equipo automático Environment MP101 (subministradas polo persoal da Rede Galega de Calidade do Aire) e as medidas co método gravimétrico para o período frío.

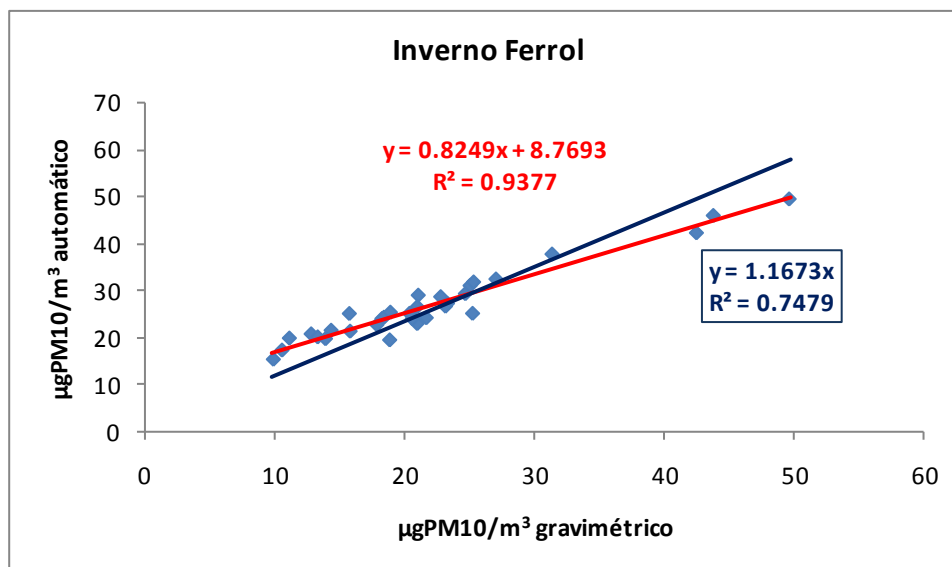


Figura 14. Correlación entre o equipo automático (Environment MP101) e o gravimétrico (Digitel) en Ferrol durante o inverno de 2009

Como se pode observar na figura anterior, a recta de cor vermella cumpre as recomendacións respecto ao coeficiente de correlación. Que o valor de r^2 sexa tan elevado indícanos que unha variación da concentración de PM10 é medida do mesmo xeito tanto polo monitor automático como polo captador gravimétrico. Porén a ordenada na orixe é superior ao valor recomendado polo Grupo de Trabajo. De todos xeitos calculouse o factor de corrección para este período pero só a nivel orientativo tendo en conta as consideracións anteriores:

$$PM10 = 0.86 * \text{Valor Environment MP101 Ferrol (outono/inverno)}$$

Cabe resaltar que durante este período de mostraxe o equipo Environment MP101 en Ferrol sobrevalora a medida nun 14%.

3.5. Comparativa dos niveis de PM10

A continuación e a modo de resumo, nas seguintes figuras exprésanse os resultados en forma de gráfica onde se pode ver a evolución diaria dos niveis de PM10 medidos cos equipos gravimétricos na Coruña (AC) e Santiago de Compostela (SC) durante o período cálido (figura 15) e durante o período frío (figura 16) e Ferrol (FE) e Lugo (LU) (figura 17) durante o período cálido xa que durante o período frío non puideron coincidir as mostraxes debido ao comentado anteriormente.

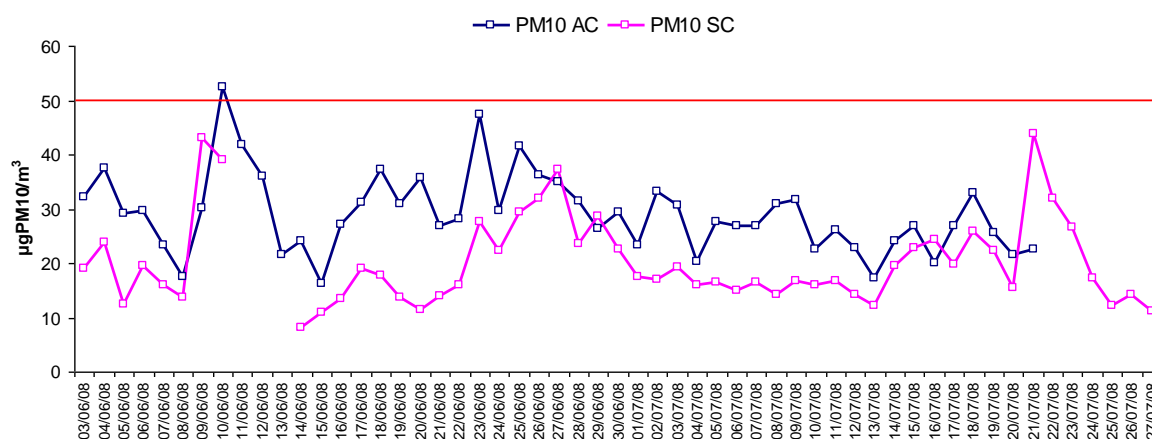


Figura 15. Evolución dos niveis diarios de PM10 segundo o método gravimétrico na Coruña (AC) e Santiago de Compostela (SC) durante xuño e xullo de 2008

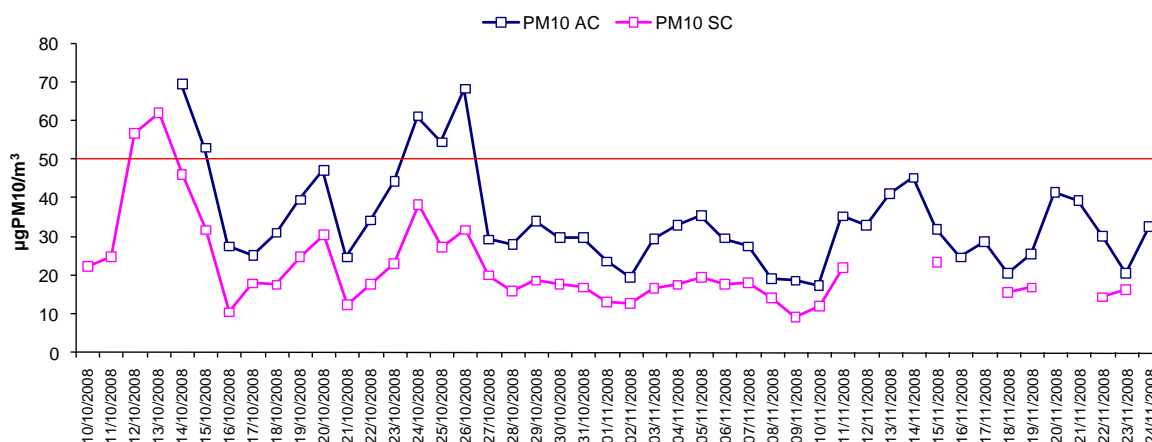


Figura 16. Evolución dos niveis diarios de PM10 segundo o método gravimétrico na Coruña (AC) e Santiago de Compostela (SC) durante outubro e novembro de 2008

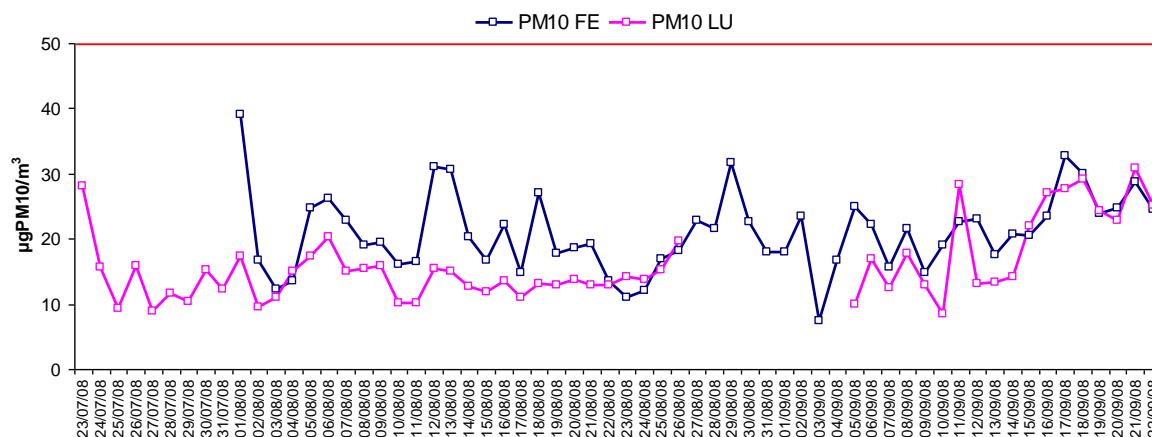


Figura 17. Evolución da media diaria dos niveis de PM10 en Lugo (LU) e Ferrol (FE) durante xullo, agosto e setembro de 2008

Como era de esperar, dado o emprazamento da estación da Coruña, é nesta cidade onde se atopan os niveis máis altos de PM10. Compre destacar o perfil similar que se atopa na Coruña e Santiago de Compostela durante o período frío.

4. CONCLUSIÓNS

- Do estudio dos resultados obtidos despréndese que as medidas e PM10 realizadas cos equipos automáticos, unha vez que están funcionando correctamente, axústanse aos valores obtidos polos equipos gravimétricos.
- Por tanto, os factores de corrección a introducir en cada un dos analizadores serán os seguintes:

A Coruña PM10 = 1.01 * Valor Environment MP101 (2008)

*Santiago de Compostela PM10 = 1.13 * Valor GRIMM 180 Campus (outono/inverno)*

*Lugo PM10 = 0.76 * Valor Environment MP101 (outono/inverno)*

- Co fin de realizar unha adecuada avaliación da calidade do aire, faise necesario reconstruír as series de datos rexistradas durante 2008, aplicando os factores de corrección correspondentes a cada estación e comprobar que as diferenzas entre estas medias son menores do 10%.
- Hai que indicar que independentemente que para o ano 2009 se realice un novo exercicio de intercomparación para todas as estacións é imprescindible realizalo para a estación de Ferrol.

5. REFERENCIAS

Grupo de Trabajo sobre Optimización de Redes, Campañas Experimentales e Interpretación de Datos. V Seminario de la Calidad del Aire en España. Santander, 16, 17 e 18 de outubro de 2006.

Guía para los Estados Miembros sobre medida e intercomparaciones de medidas de PM10 con el método de referencia”. Grupo de Trabajo de la Comisión Europea sobre material particulado. <http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/finalwgreportes.pdf>.

METODOLOGÍA PARA IDENTIFICACIÓN DE EPISODIOS NATURALES AFRICANOS DE PM10 Y PM2.5, Y LA DEMOSTRACIÓN DE CAUSA EN LO REFERENTE A LAS SUPERACIONES DEL VALOR LÍMITE DIARIO DE PM10 elaborada por Instituto de Ciencias de la Tierra (CSIC), Universidad Nova de Lisboa, INM-Izaña, CIEMAT, Universidad de Huelva para Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (Ministerio de Medio Ambiente), Instituto do Ambiente (Ministerio do Ambiente, Ordenamento do Territorio e Desenvolvemento Regional de Portugal). Octubre de 2006 (versión revisada de Marzo 2007).

Norma UNE-EN 12341:1999. Calidad del aire: Determinación de la fracción PM10 de la materia particulada en suspensión. Método de referencia y procedimiento de ensayo de campo para demostrar la equivalencia de los métodos de medida al de referencia. AENOR.

Norma UNE-EN 14907:2006. Calidad del aire ambiente. Método gravimétrico de medida para la determinación de la fracción másica PM 2,5 de la materia particulada en suspensión. AENOR.

Real Decreto 1073/2002, do 18 de outubro, sobre avaliación e xestión da calidade do aire ambiente en relación co dióxido de xofre, dióxido de nitróxeno, óxidos de nitróxeno, partículas, chumbo, benceno e monóxido de carbono. BOE núm. 260, do 30 de outubro de 2002, 38020-38033.

TABLAS RESUMEN DE LOS EPISODIOS DE PARTÍCULAS DE 2008 e CARGA NETA DE POLVO AFRICANO 2004-2008 elaborados por CSIC, AEMET, CIEMAT, Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Datos suministrados como fruto del convenio de colaboración para el Estudio y Evaluación de la Contaminación Atmosférica por Material Particulado en Suspensión en España entre el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Agencia Estatal de Meteorología.

ANEXO

Táboa A1. Datos empregados para o cálculo dos factores de corrección na Coruña

	PM10 gravimétrico	PM10 automático	Pares eliminados	
			PM10 gravimétrico	PM10 automático
Primavera-verán				
03/06/2008			32	22
04/06/2008	38	34		
05/06/2008			29	22
06/06/2008	30	32		
07/06/2008	23	19		
08/06/2008	18	16		
09/06/2008	30	25		
10/06/2008	52	45		
11/06/2008	42	42		
12/06/2008	36	44		
13/06/2008			21	15
14/06/2008			24	18
15/06/2008	16	17		
16/06/2008			27	8
17/06/2008			31	22
18/06/2008			37	17
19/06/2008			31	20
20/06/2008			36	26
21/06/2008			27	18
22/06/2008	28	24		
23/06/2008			47	31
24/06/2008			30	48
25/06/2008			41	28
26/06/2008			36	48
27/06/2008	35	35		
28/06/2008			31	25
29/06/2008			26	37
30/06/2008	29	26		
01/07/2008	23	27		
02/07/2008			33	25
03/07/2008	31	29		
04/07/2008	20	16		
05/07/2008	27	24		
06/07/2008	27	29		
07/07/2008	27	25		
08/07/2008	31	31		
09/07/2008	32	28		
10/07/2008	23	26		
11/07/2008			26	35
12/07/2008	23	28		
13/07/2008	17	17		
14/07/2008	24	23		
15/07/2008			27	19
16/07/2008	20	25		
17/07/2008			27	21
18/07/2008			33	19
19/07/2008			26	42
20/07/2008			21	30
21/07/2008	22	23		
Outono-inverno				
14/10/2008	70	87		
15/10/2008	53	65		
16/10/2008	28	39		
17/10/2008	25	21		
18/10/2008	31	24		
19/10/2008	40	34		
20/10/2008	47	50		
21/10/2008	25	25		
22/10/2008	34	27		



	PM10 gravimétrico	PM10 automático	Pares eliminados	
23/10/2008	45	41		
24/10/2008	61	57		
25/10/2008	55	47		
26/10/2008	68	73		
27/10/2008	29	27		
28/10/2008	28	23		
29/10/2008	34	23		
30/10/2008	30	36		
31/10/2008	30	25		
01/11/2008	24	29		
02/11/2008	19	18		
03/11/2008	29	28		
04/11/2008	33	29		
05/11/2008	36	39		
06/11/2008	30	31		
07/11/2008	28	26		
08/11/2008	19	23		
09/11/2008	19	17		
10/11/2008	17	16		
11/11/2008	35	31		
12/11/2008	33	30		
13/11/2008	41	41		
14/11/2008	45	44		
15/11/2008	32	38		
16/11/2008	25	26		
17/11/2008	29	31		
18/11/2008	21	17		
19/11/2008	26	22		
20/11/2008	42	42		
21/11/2008	39	37		
22/11/2008	30	33		
23/11/2008	21	27		
24/11/2008	33	25		

Táboa A2. Datos empregados para o cálculo dos factores de corrección en Santiago de Compostela (gravimétrico e automático de San Caetano) (non se puido facer o cálculo polo comentado no apartado correspondente)

Outono-inverno	PM10 gravimétrico San Caetano	PM10 automático San Caetano
10/10/2008	22	10
11/10/2008	25	13
12/10/2008	57	23
13/10/2008	62	26
14/10/2008	46	28
15/10/2008	32	24
16/10/2008	10	7
17/10/2008	18	12
18/10/2008	18	15
19/10/2008	25	18
20/10/2008	31	24
21/10/2008	12	8
22/10/2008	18	5
23/10/2008	23	9
24/10/2008	38	21
25/10/2008	27	13
26/10/2008	32	19
27/10/2008	20	11
28/10/2008	16	4
29/10/2008	19	6
30/10/2008	18	4
31/10/2008	17	10
01/11/2008	13	6
02/11/2008	13	4
03/11/2008	17	6
04/11/2008	18	10
05/11/2008	20	12
06/11/2008	18	15
07/11/2008	18	8
08/11/2008	14	6
09/11/2008	9	4
10/11/2008	12	6
11/11/2008	22	5
12/11/2008		
13/11/2008		
14/11/2008		
15/11/2008	23	17
16/11/2008		
17/11/2008		
18/11/2008	16	7
19/11/2008	17	6
20/11/2008		
21/11/2008		
22/11/2008	14	3
23/11/2008	16	4

Táboa A3. Datos empregados para o cálculo dos factores de corrección en Santiago de Compostela (gravimétrico de San Caetano e automático do Campus)

	PM10 gravimétrico San Caetano	PM10 automático Campus	Pares eliminados	
			PM10 gravimétrico	PM10 automático
Outono-inverno				
10/10/2008	22	11		
11/10/2008	25	22		
12/10/2008	57	44		
13/10/2008	62	72		
14/10/2008	46	50		
15/10/2008	32	32		
16/10/2008	10	19		
17/10/2008			18	8
18/10/2008			18	8
19/10/2008	25	14		
20/10/2008	31	28		
21/10/2008	12	14		
22/10/2008			18	8
23/10/2008			23	7
24/10/2008			38	15
25/10/2008	27	16		
26/10/2008	32	22		
27/10/2008	20	17		
28/10/2008			16	7
29/10/2008			19	9
30/10/2008	18	11		
31/10/2008	17	15		
01/11/2008	13	11		
02/11/2008			13	9
03/11/2008			17	8
04/11/2008	18	19		
05/11/2008				
06/11/2008	18	11		
07/11/2008	18	13		
08/11/2008	14	12		
09/11/2008			9	13
10/11/2008	12	10		
11/11/2008	22	10		
12/11/2008				
13/11/2008				
14/11/2008				
15/11/2008	23	15		
16/11/2008	18	20		
17/11/2008				
18/11/2008	16	11		
19/11/2008			17	8
20/11/2008	26	16		
21/11/2008	14	17		
22/11/2008	14	10		
23/11/2008	16	13		

Táboa A4. Datos empregados para o cálculo dos factores de corrección en Lugo

Outono-inverno	PM10 gravimétrico	PM10 automático	Pares eliminados	
			PM10 gravimétrico	PM10 automático
29/11/2008			7	23
30/11/2008			8	14
01/12/2008	17	27		
02/12/2008	10	17		
03/12/2008	19	26		
04/12/2008	14	15		
05/12/2008	28	35		
06/12/2008			8	23
07/12/2008	11	14		
08/12/2008	16	22		
09/12/2008	16	27		
10/12/2008	20	23		
11/12/2008	14	23		
12/12/2008	15	22		
13/12/2008	11	15		
14/12/2008	12	26		
15/12/2008	21	25		
16/12/2008	30	42		
17/12/2008	23	38		
18/12/2008	18	35		
19/12/2008	20	26		
20/12/2008	40	47		
21/12/2008	41	51		
22/12/2008	35	49		
23/12/2008	50	58		
24/12/2008	40	57		
25/12/2008	33	44		
26/12/2008	21	38		
27/12/2008	12	14		
28/12/2008	20	20		
29/12/2008			35	28
30/12/2008	18	20		
31/12/2008			8	18
01/01/2009	15	18		
02/01/2009	21	24		
03/01/2009	19	30		
04/01/2009	23	33		
05/01/2009	30	39		
06/01/2009	19	30		
07/01/2009	22	25		
08/01/2009	23	19		
09/01/2009	32	42		
10/01/2009	31	37		

Táboa A5. Datos empregados para o cálculo dos factores de corrección en Ferrol (non se puido facer o cálculo polo comentado no apartado correspondente)

	PM10 gravimétrico	PM10 automático
Outono-inverno		
01/02/2009	10	15
02/02/2009	25	25
03/02/2009	18	24
04/02/2009	13	21
05/02/2009	14	21
06/02/2009	16	25
07/02/2009	10	17
08/02/2009	11	20
09/02/2009	18	23
10/02/2009	21	29
11/02/2009	23	29
12/02/2009	23	27
13/02/2009	21	23
14/02/2009	21	24
15/02/2009	22	24
16/02/2009	25	29
17/02/2009	27	32
18/02/2009	20	25
19/02/2009		
20/02/2009	23	27
21/02/2009	31	38
22/02/2009	14	20
23/02/2009	13	20
24/02/2009	16	21
25/02/2009	25	31
26/02/2009	50	50
27/02/2009	43	42
28/02/2009	44	46
01/03/2009	21	27
02/03/2009	18	24
03/03/2009	19	19
04/03/2009	19	25
05/03/2009	25	32