

ISBN 84-453-4023-9



9 788445 340233

Colección Técnica Medio Ambiente

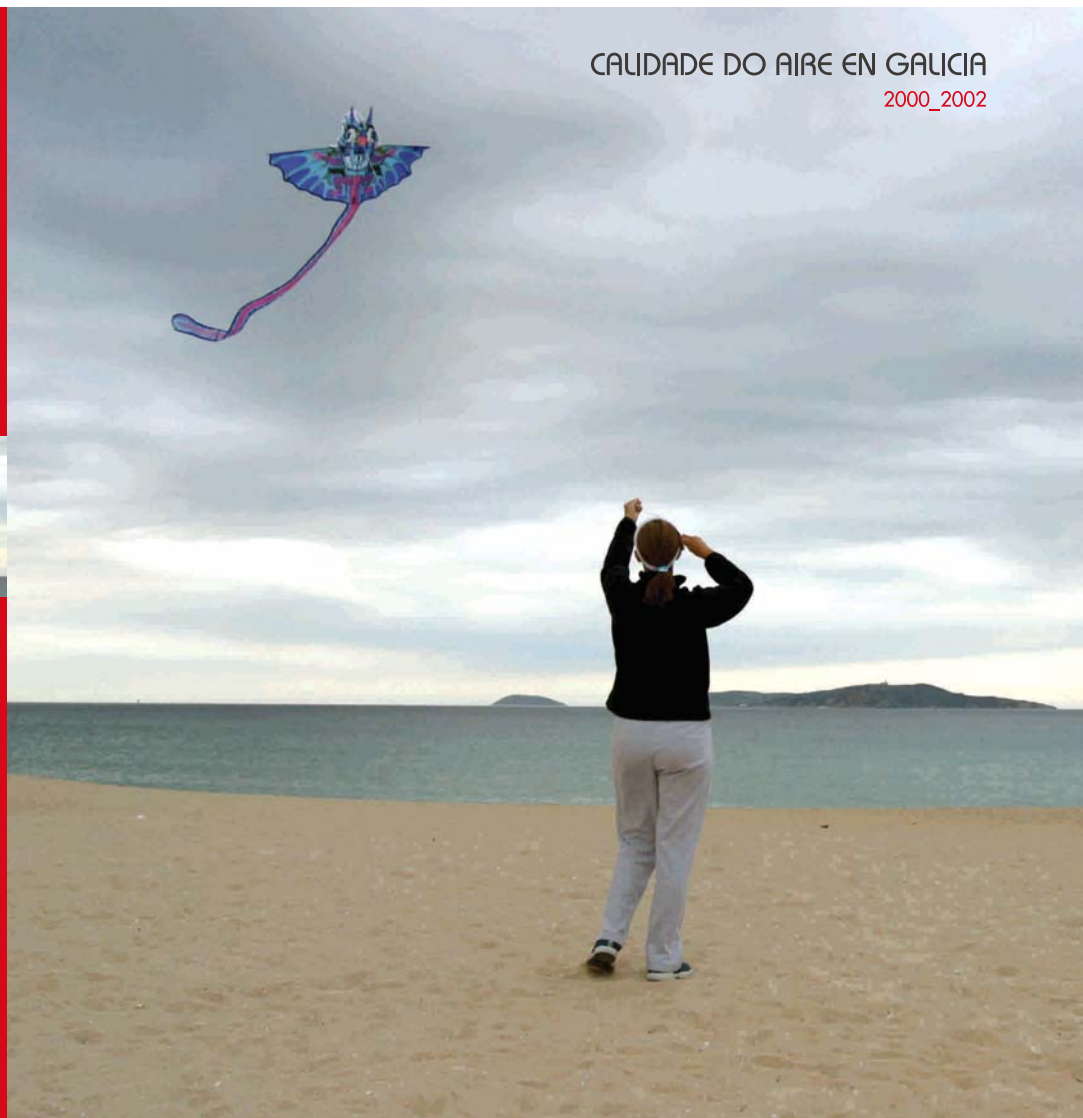
Colección Técnica Medio Ambiente

CAIDADE DO AIRE EN GALICIA

2000_2002



CAIDADE DO AIRE EN GALICIA 2000_2002



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE



XUNTA DE GALICIA

Calidade do aire en Galicia 2000-2002

Colección Técnica Medio Ambiente

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental
Santiago de Compostela 2005

Equipo de Redacción: **Xunta de Galicia**

José Manuel Álvarez-Campana Gallo

José Gil de Bernabé Sánchez

Miguel Ángel Costoya Rivera

Ana María Vázquez Rodríguez

David Cartelle Fernández

José Manuel Vellón Graña

ISBN: 84-453-4023-9

Deseña e imprime: Grafisant S.L. - Santiago de Compostela

Dep. Legal: C-3113/04

Prólogo

A atmosfera no seu conxunto e a calidade do aire que respiramos adquiriron nos últimos anos unha dimensión enorme tanto dende o punto de vista da Administración como dende o mundo empresarial, e mesmo como aspecto sociolóxico e ecolóxico. Tanto no ámbito de acordos internacionais coma no europeo e estatal polo seu posto en España e, especialmente, polas competencias administrativas no ámbito autonómico, a calidade do aire esixe dun rigor científico e duns medios materiais e de formación de profesionais que fan deste campo un grande esforzo por parte de todos e por suposto tamén dos cidadáns. Dende a Consellería de Medio Ambiente sempre se fixo un esforzo especial para coñecer este medio e realizar un seguimento técnico dos fenómenos que nel ocorren e que nos afectan.

Galicia quizais sexa a Comunidade Autónoma que dispón de máis información e medios, grazas ás redes automáticas das industrias, ao investimento vía Feder dos últimos cinco anos e á rede galega de calidade do aire.

Tanto no ámbito europeo como internacional, a calidade do aire adquiriu unha importancia especial que vai provocar nos próximos anos que o número de parámetros que se controlen sexa dunha gran relevancia. Tanto dende o punto de vista da Directiva nai de calidade do aire como das súas directivas derivadas, como dende a Lei 16/2002 da IPPC, o medio AIRE supón, tanto no ámbito privado como público, un ben de todos que hai que preservar. Por outra banda a concienciación da sociedade na que vivimos fai que a educación ambiental nesta materia tome especial relevancia pública. E por suposto, un

dos aspectos máis importantes é que, dende a Revolución Industrial de mediados do século pasado, se creou unha conciencia por parte das grandes instalacións e agora tamén dende a pequena e mediana empresa de que sen preservar este medio non é posible o desenvolvemento sostible.

A atmosfera e por suposto o aire que respiramos que ela contén non ten fronteiras. É por iso un medio típico de exemplo da globalidade do desenvolvemento que lles afecta aos pobos.

Dende a Consellería de Medio Ambiente queremos, neste documento de síntese, deixar claro que non só en Galicia se realiza o control que as leis demandan senón que en moitos aspectos se supera esta información, xa que quixemos incluír tanto os parámetros habituais como engadir información sobre os niveis polínicos obtidos e da auga de chuva. Por iso, quero agradecer dende a Xunta de Galicia a achega de numerosos profesionais que contribúen día a día e mesmo minuto a minuto e fan que esta información sexa de todos. Especialmente ás redes industriais conectadas a tempo real a esta consellería, ao Convenio das Universidades de Santiago e Vigo para a avaliación do pole e ao Campus de Lugo pola súa especial contribución ao coñecemento da calidade da auga da chuva. Tamén á Red Eionet, que dende o Ministerio de Medio Ambiente facilita datos dende a Estación Internacional de Fondo situada no Concello do Saviñao en Lugo e que mide a contaminación transfronteriza. E dende o centro receptor de todos estes datos que é o Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia, coa coordinación da Dirección Xeral e Calidade Ambiental, sen os cales non sería posible difundir, resumidos, estes interesantes datos.

XOSÉ MANUEL BARREIRO FERNÁNDEZ

Vicepresidente segundo e conselleiro de Medio Ambiente da Xunta de Galicia

Calidade do aire en Galicia 2000-2002

Colección técnica medio ambiente

XUNTA DE GALICIA

Índice

I.- PRESENTACIÓN	11
II.- O AIRE AMBIENTE E A CALIDADE DO AIRE	13
II.1. Introducción	13
II.2. A calidade do aire e os contaminantes químicos da atmosfera ...	16
III.- LEXISLACIÓN EN MATERIA DE CALIDADE DO AIRE	23
III.1. A Directiva marco e directivas de desenvolvemento de calidade do aire	23
III.2. O Real decreto 1073/2002. Valores límite, marxe de tolerancia e límites de alerta	25
III.2.I Valores límite e límites de alerta para o dióxido de xofre (SO ₂)	27
III.2.II Valores límite para o dióxido de nitróxeno (NO ₂) e os óxidos de nitróxeno (NO _x) e límite de alerta para o dióxido de nitróxeno	29
III.2.III. Valores límite para as partículas (PM ₁₀) en condicións ambientais	31
III.2.IV. Valores límite para o chumbo (Pb) en condicións ambientais	33
III.2.V. Valor límite para o benceno	34
III.2.VI. Valor límite para o monóxido de carbono (CO)	35

III.3. Outros valores de referencia	36
III.3.I. Valores lexislados de ozono troposférico (O ₃)	36
IV.- A REDE GALEGA DE CONTROL DA CALIDADE DO AIRE	39
IV.1. Introducción	39
IV.2. Composición da RGCA	42
IV.3. Distribución das estacións	48
IV.4. Unidades móbiles de control da inmisión	50
V.- DEPOSICIÓN VÍA HÚMIDA E POLE	55
V.1. Deposición vía húmida	55
V.1.I. Introducción	55
V.1.II. Lexislación ambiental	57
V.1.III. Rede de auga de chuvia	57
V.1.IV. Medición	63
V.1.V. Resultados	64
V.2. Niveis de pole en Galicia	81
V.2.I. A Rede Galega de Aerobioloxía	81
VI.- A CALIDADE DO AIRE EN GALICIA	95
VI.1. Introducción	95
VI.1.I. Dióxido de xofre	96
VI.1.II. Dióxido de nitróxeno	100
VI.1.III. Óxidos de nitróxeno totais	101
VI.1.IV. Partículas en suspensión menores de 10 µm (PM ₁₀) e totais (SPM)	103
VI.1.V. Ozono	108
VI.2. Comparativa con outras comunidades	108
VII. BIBLIOGRAFÍA	111

I. Presentación

Dende a Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental queremos dar non só os datos técnicos da calidade do aire en Galicia, senón contribuír á difusión destes datos e do seu significado cun documento tamén divulgativo. A atmosfera é un medio complexo que, nas últimas décadas, demanda grande información dende os poderes públicos. Sabida é a importancia que este medio ten, non só dende a perspectiva ambiental, senón a súa repercusión na saúde dos cidadáns e tamén no seguimento e control do cambio climático.

Realizouse un esforzo especial en que non sexa só un mero documento cheo de datos, moitas veces valorados só polos especialistas, senón como un documento tamén de fácil entendemento con gráficas e esquemas que axuden á comprensión por parte de todos.

Sei que detrás de cada dato e cada gráfica hai un número de persoas que, día a día, realizan un esforzo para que dende esta institución se teña a mellor e maior información posible. Persoas que non só están na Administración, senón en cada empresa, en cada estación de control e no seu mantemento. Coido que non sería xusto que esas persoas non tivesen dende a Dirección Xeral un agradecemento especial, xa que sen o labor diario non sería posible reunir nun documento de síntese toda a información que aquí se contén.

Na Dirección Xeral sabemos que a calidade do aire ten unha especial significación a nivel formación e divulgación e tamén, por suposto, en contribu-

ír a concienciar a toda a sociedade de que a súa preservación é fundamental para as xeracións futuras.

Por iso quixemos incluír nun só documento todas as características que afectan a este medio. Así, incluímos os datos de niveis de pole neste período, os propios da calidade do aire e os de auga da chuvia.

Nos próximos anos o número e variabilidade dos datos vai sufrir un notable incremento, non só no ámbito lexislativo e administrativo senón tamén no ámbito da investigación. Por iso, dende esta Dirección Xeral estase realizando un importante esforzo tecnolóxico e de formación de profesionais que cada vez é máis especializado. O control e seguimento dos fenómenos que afectan á atmosfera é fundamental, pero tamén o é o concienciarnos todos de que cada actividade que realizamos día a día afecta a cambios da composición do aire. Dende a industria, ata o uso de vehículos, dende o cambio dos tipos de combustibles ata o uso racional da calefacción e do aire acondicionado. Por iso, é importante que entre todos contribuíamos a mellorar cada día este medio, e iso só é posible se entendemos que é unha tarefa de toda a sociedade.

Esperando que sirva de base para entender mellor o medio en que vivimos, dende esta Dirección Xeral seguiremos poñendo todo o esforzo e empeño para logralo.

JOSÉ MANUEL ÁLVAREZ-CAMPANA GALLO

Director xeral de Calidade e Avaliación Ambiental

II. O AIRE AMBIENTE E A CALIDADE DO AIRE

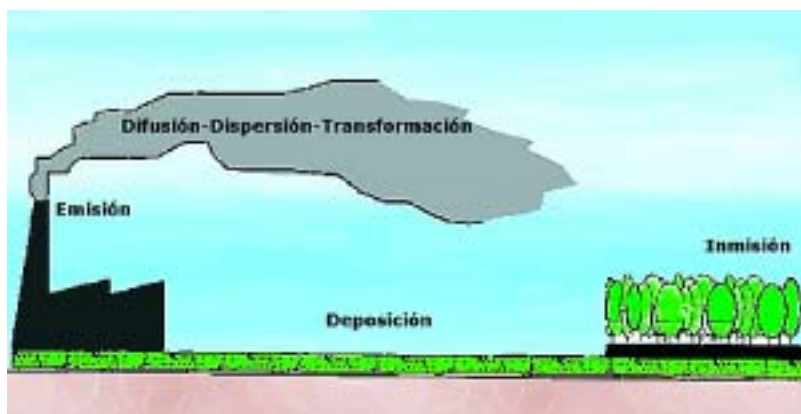
II.1. Introducción

Polo nome de atmosfera coñecemos a envoltura gasosa que rodea a terra, que consta duns 200 km de espesura. A atmosfera é un medio continuo a través do cal son transportados e dispersados os contaminantes. Este transporte realízase grazas ao movemento do aire que se produce a escala planetaria, rexional e local.

Unha vez na atmosfera, a persistencia dos contaminantes dependerá de diversos factores, xa sexan de carácter meteorolóxico, como o lavado pola chuva e a deposición por acción da gravidade ou o impacto contra superficies, ou a súa transformación por diversas reaccións químicas noutras substancias que poidan ser contaminantes (contaminantes secundarios).

Defínese a inmisión ou calidade do aire como a concentración de contaminante que chega a un receptor, máis ou menos afastado da fonte de emisión, unha vez transportado e difundido pola atmosfera

A capacidade da atmosfera para diluír as concentracións de contaminantes é fundamental para preservar unha boa calidade do aire, e isto vai vir marcado principalmente polas condicións meteorolóxicas. Así, nunha atmosfera estable, propiciarase a acumulación de contaminantes e facilitarase a formación de contaminantes secundarios, mentres que nunha atmosfera inestable, a difusión dos contaminantes será máis eficaz debido ás turbulencias.



A variación da temperatura coa altura é un elemento clave no fenómeno de dispersión atmosférica e no ascenso do penacho das chemineas das instalacións industriais: cando un volume de aire se atopa a maior temperatura que o aire que o rodea tende a ascender, dada a súa menor densidade, e a se expandir, dado que no seu ascenso atopa capas de aire de menor presión, diminuindo a concentración dos contaminantes que arrastra no seu seo.

Existen situacións atmosféricas que favorecen a aparición de “episodios” de inmisión, sendo a máis común a situación de “inversión térmica”, que ocorre cando a temperatura, nun estrato da atmosfera, aumenta coa altura en lugar de diminuír. Nesta situación, a masa de aire ascendente non se eleva e queda estancada a pouca altura por ausencia de correntes verticais na atmosfera. Neste escenario, os penachos de chemineas, e incluso as emisións dunha gran cidade, fican atrapados baixo unha “tapadeira atmosférica”, co que poden orixinar altos niveis de contaminación a nivel do chan.

Nun ámbito máis global, situacións como as anticiclónicas ou de borrasca, con dimensións de entre 1 000 e 5 000 km actúan sobre o fluxo transfronteiriño de contaminantes, e propician o movemento destes neste nivel global.



II.2. A calidade do aire e os contaminantes químicos da atmosfera

O aire é un elemento primordial para a vida na Terra. A súa presenza e natureza son un factor limitante que determina o proceso de respiración celular da maioría dos animais e as plantas.

Como todos sabemos, a atmosfera está formada por unha complexa mestura de compoñentes, gases e aerosois, cuxas proporcións son **constantes**, como o nitróxeno (78%), osíxeno (20%) e gases nobres (como o argon, 0,9%) e **variables** (dióxido de carbono e a maioría de contaminantes). É nestes últimos onde as variacións nas súas concentracións poden dar lugar a fenómenos de contaminación.

A Directiva 96/62/CE do Consello, do 27 de setembro de 1996, sobre avaliación e xestión da calidade do aire ambiente define **contaminante** como *“calquera substancia introducida directa ou indirectamente polo home no aire ambiente que poida ter efectos nocivos sobre a saúde humana ou o medio ambiente no seu conxunto”*.

Podemos clasificar os tipos de contaminantes atendendo a distintos criterios (natureza, orixe, etc.). Atendendo á súa natureza, podemos clasificar os contaminantes en tres grupos: biolóxicos, substancias químicas e formas de enerxía.

Entre os axentes biolóxicos susceptibles de causar efectos daniños están algunhas bacterias, virus, insectos, pole, etc.

Á súa vez, os contaminantes químicos podémolos clasificar atendendo ao seu proceso de formación, distinguindo entre:

Contaminantes primarios: Substancias vertidas directamente á atmosfera dende fontes puntuais (ex.: chemineas), fontes móbiles (ex.: tráfico) ou fontes superficiais (como os incendios forestais, por exemplo).

Entre eles poderíase mencionar o dióxido de xofre (SO₂), óxidos de nitróxeno (NO_x), amoníaco (NH₃), metano (CH₄), monóxido e dióxido de carbono (CO e CO₂), fluoruro de hidróxeno (HF), partículas en suspensión, etc.

Contaminantes secundarios: Substancias non vertidas directamente á

atmosfera dende focos emisores. Fórmanse como consecuencia das reaccións químicas e fotoquímicas que sofren os contaminantes primarios entre eles mesmos ou cos compoñentes habituais da atmosfera.

Entre eles cabe citar a modo de exemplo o trióxido de xofre (SO_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3), ozono (O_3), ...

Os contaminantes químicos máis habituais son os que se describen de seguido:

Dióxido de xofre (SO_2)

Gas incoloro non inflamable. Presenta un olor forte e irritante para altas concentracións (máis de 3 ppm).

A súa vida media na atmosfera estímase en días; é considerado un dos principais responsables do fenómeno da chuvia ácida.

Orixínase na combustión de carburantes cun certo contido en xofre (carbón, fuel, gasóleos...) en centrais térmicas, procesos industriais, tráfico de vehículos pesados, calefaccións de carbón e fuel, etc.; tamén existen fontes naturais deste contaminante como as erupcións volcánicas.

Concentracións altas deste contaminante afectan ao aparato respiratorio, agravan enfermidades respiratorias e cardiovasculares existentes e provocan irritación nos ollos.

Outros efectos preocupantes son a deposición húmida ou seca dos compostos ácidos que orixina sobre a cuberta vexetal e o solo, así como sobre materiais de construción (mármore, calcaria...).

Óxidos de nitróxeno (NO_x)

Coñécense varios óxidos de nitróxeno distintos, pero soamente teñen interese como contaminantes o óxido nítrico (NO) e o dióxido de nitróxeno (NO_2) representados ambos os dous como NO_x ; o resto atópase en equilibrio cos dous anteriores a unhas concentracións moi baixas.

O NO é un gas incoloro, non inflamable, inodoro e tóxico.

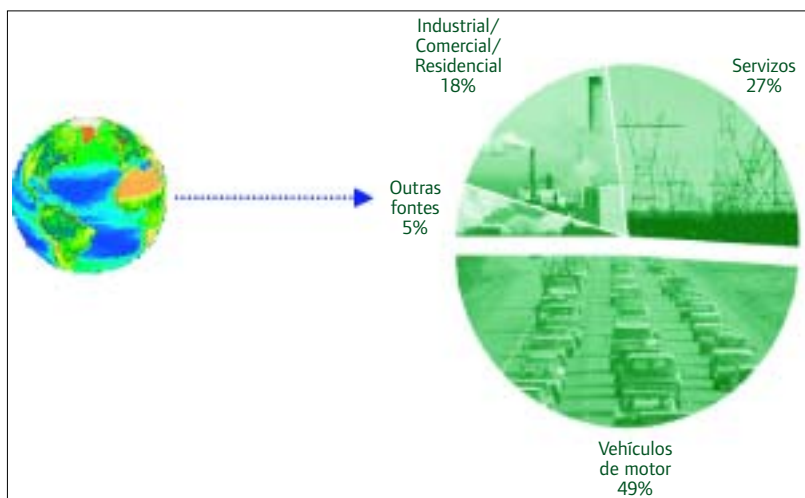
O NO_2 é un gas pardo-arrubiado, non inflamable, de olor asfixiante e tóxico.

Orixínanse en procesos de combustión con altas temperaturas por combinación do osíxeno e o nitróxeno presentes no aire, que xeran NO que, posteriormente pola acción de oxidantes atmosféricos, como o ozono, se converte en NO_2 . Unha fonte moi importante, sobre todo nas cidades, é o tráfico.

Existen tamén fontes naturais: incendios forestais, erupcións volcánicas...

Os óxidos de nitróxeno transfórmanse na atmosfera en ácido nítrico constituinte da chuva ácida e son considerados importantes precursores da contaminación por ozono troposférico como consecuencia das reaccións fotoquímicas entre os NO_x e hidrocarburos.

A súa vida media na atmosfera estímase en días.



Afectan fundamentalmente ao aparato respiratorio e provocan bronquite e pneumonía, menor resistencia ás infeccións das vías respiratorias...

De igual forma teñen, sobre todo o NO_2 , efectos sobre a vexetación presentando sinerxías con o SO_2 .

Monóxido de carbono (CO)

É un gas inflamable, incoloro, insípido, lixeiramente menos denso que o aire e altamente tóxico.

O CO xérase naturalmente na produción e degradación da clorofila das plantas, así como nos incendios forestais ao se producir combustión incompleta do carbono. Tamén se orixina pola oxidación atmosférica do metano procedente da fermentación anaerobia da materia orgánica.

Entre as orixes antropoxénicas destacan os procesos de combustión de combustibles orgánicos, sendo a combustión incompleta de carburantes nos automóbiles a causa principal dos problemas por contaminación de CO.

Este gas representa unha grande ameaza para a saúde pola súa capacidade de reaccionar coa hemoglobina do sangue en competencia co osíxeno (posúe unhas 240 veces máis afinidade pola hemoglobina que o O₂) xa que forma carboxihemoglobina, que reduce a capacidade do sangue para o transporte de osíxeno dende os pulmóns aos tecidos causando cansazo, cefaleas, alteracións da coordinación e, en casos severos, a morte.

Sulfuro de hidróxeno (SH₂)

A altas concentracións é un gas tóxico de olor característico e desagradable.

Prodúcese de forma natural por putrefacción da materia orgánica en condicións anaeróbicas (fondo de lagos, balsas...).

Entre as orixes antropoxénicas, forma parte usualmente das emisións á atmosfera das industrias papeleiras e das refinarias.

Na atmosfera ten un tempo de vida curto, pois transfórmase facilmente en SO₂, polo que xeralmente os seus efectos adoitan limitarse ás zonas próximas ao foco emisor.

Ozono (O₃)

O ozono é un gas azul pálido, irritante e picante. É relativamente inestable a temperatura ambiente e tende a se descompoñer, sendo un grande oxidante.

Nas capas superiores da atmosfera, ozono estratosférico, forma unha capa que protexe a superficie da terra de radiacións procedentes do sol.

Cando se orixina na baixa troposfera, ozono troposférico, considérase un contaminante secundario de orixe fotoquímica, podendo orixinar problemas na saúde, sobre todo en certos sectores máis sensibles, causando irritacións nos ollos, nariz e gorxa. Téñense establecido relacións entre a frecuencia de crise de asma e os días de concentracións elevadas de ozono e outros oxidantes fotoquímicos, pois, ao parecer, provoca unha diminución das funcións pulmonares. Os danos que provoca son extensibles tamén á vexetación e aos materiais.

O ozono troposférico fórmase de maneira totalmente natural durante as tormentas e a través dunha complexa serie de reaccións químicas dos contaminantes primarios ou precursores, óxidos de nitróxeno e compostos orgánicos volátiles (COV), sobre todo hidrocarburos non metánicos, en presenza de osíxeno atmosférico e luz solar.

As concentracións máis elevadas prodúcense en zonas con altas emisións de NO_x e hidrocarburos e durante o verán, cando as condicións atmosféricas son adecuadas (temperatura alta, fluxos de radiación solar altos, ausencia de vento); pero mesmo en zonas con baixos índices de contaminación (zonas rurais xeralmente), os COV de orixe natural interaccionan con óxidos de nitróxeno e osíxeno para formaren ozono, alcanzando valores considerables.

O ozono establece equilibrios nunha serie de reaccións con NO_2 , NO , O_2 , etc. que explican que no centro das cidades, onde hai grandes emisións de NO_x de automóbiles e fontes industriais, as concentracións de ozono poidan ser menores que en áreas rurais.

Partículas

O termo “partículas” abrangue un amplo espectro de substancias sólidas ou líquidas, orgánicas ou inorgánicas, cun diámetro menor de 500 micrómetros¹ (μm), dispersas no aire e procedentes tanto de fontes naturais como artificiais.

¹ Un micrómetro é a milésima parte dun milímetro.

O seu tamaño é bastante variable, ao igual que a súa composición, do cal vai depender a súa velocidade de depósito, podendo estar suspendidas dende unhas horas a varios anos (tendo en conta tamén factores meteorolóxicos).

A súa orixe é maioritariamente natural (po do chan, emisións gasosas naturais, erupcións volcánicas, sal mariño...), aínda que existen fontes antropoxénicas, pero en moita menor medida (combustión de combustible fósiles, canleiras, minaría, cimenteiras...).

Ata a data controlábanse as concentracións das “partículas totais en suspensión”, cuxa medida abarcaba un amplo espectro de partículas de diferentes tamaños.

Recentemente, as directivas comunitarias (en especial a 1999/30/CE, que explicaremos máis adiante) introduciron un novo parámetro denominado PM_{10} , que se corresponde coa fracción particulada dun tamaño menor de 10 micrómetros (μm) de diámetro aerodinámico, que substitúe o parámetro anterior (partículas totais en suspensión).

A explicación disto encóntrase en que esta fracción particulada, PM_{10} , é a que realmente ten influencia na saúde por ser a fracción respirable e, debido ao seu pequeno tamaño, a súa velocidade de sedimentación é moi baixa, podendo ser transportadas por correntes de aire a grandes distancias dende o seu lugar de emisión.

Numerosos estudos epidemiolóxicos (Dockery e Pope, 1996) demostraron unha clara relación entre os niveis de PM_{10} e o número de mortes e hospitalizacións diarias debidas a enfermidades pulmonares e cardíacas. As partículas PM_{10} penetran polas vías aéreas, chegan ata os pulmóns, provocan danos no sistema respiratorio, alteracións na coagulación do sangue e no ritmo cardíaco, agravan enfermidades de tipo respiratorio e coronario, e provocan hospitalizacións e mortes por asma, bronquite e infartos.

Outros estudos sinalan que os efectos prexudiciais do PM_{10} concéntranse na fracción máis fina (menor de $2,5 \mu m$), por poder penetrar na rexión do tracto respiratorio responsable do intercambio gasoso (alvéolos).

Probablemente dentro de non moito tempo sexa recomendada a medición de $PM_{2,5}$ que, ademais, parece ser a fracción máis intimamente ligada a unha orixe antropoxénica.

Fluoruros

Son gases incoloros, solubles en auga e de olor irritante en condicións ordinarias. No aire húmido forman unha néboa composta por pinguiñas líquidas dunha disolución acuosa da substancia. A presenza de fluoruros realízase sobre todo en forma gasosa (HF) e en forma de partículas.

As emisións de fluoruros proveñen de volcáns, emisións mariñas, combustión de carbón, fontes industriais de aluminio, ferro, aceiro, vidro, fertilizantes...

Compórtanse como veneno acumulativo nas plantas e atacan en forma de queimaduras as follas nas puntas e nos bordos.

No home afectan ao metabolismo do calcio, crean problemas de ósos e diminúen as defensas contra as enfermidades, sobre todo en nenos.

Benceno

É unha substancia incolora, tóxica e canceríxena.

A súa orixe débese primordialmente á combustión incompleta de hidrocarburos. Atópase no alquitrán da hulla e no petróleo.

Chumbo

Principalmente aparece nas emisións dos automóviles, aínda que a supresión deste aditivo nas gasolinas motivou unha redución importante deste elemento no aire ambiente.

Ten efectos bioacumulativos e pode producir graves danos na saúde, xa que tanto o chumbo coma os seus compostos impiden a formación de hemoglobina.

III. LEXISLACIÓN EN MATERIA DE CALIDADE DO AIRE

III.1. A Directiva marco e directivas de desenvolvemento de calidade do aire

A Directiva 96/62/CE do Consello, do 27 de setembro de 1996, sobre avaliación e xestión da calidade do aire ambiente (Directiva marco) proporciona un marco comunitario para as medidas nacionais, rexionais e locais destinadas a mellorar a calidade do aire ambiente cando sexa necesario e mantela cando sexa boa. Esta directiva supón un cambio importante na avaliación e xestión da calidade do aire ambiente. Como consecuencia desta directiva o Consello desenvolve ata a data tres novas directivas: a 1999/30/CE, que establece criterios de avaliación e valores límite para o dióxido de xofre (SO₂), o dióxido de nitróxeno (NO₂) e óxidos de nitróxeno (NO_x), partículas (PM₁₀) e chumbo; a Directiva 2000/69/CE, para o monóxido de carbono (CO) e o benceno (C₆H₆), e a Directiva 2002/3/CE sobre ozono.

Entre os obxectivos destas directivas destacan os dous seguintes:

1.- Establecer valores límite, valores obxectivo e, de ser o caso, límites de alerta con respecto ás concentracións de SO₂, NO₂ e NO_x, PM₁₀, chumbo, CO, benceno e O₃ no aire ambiente para evitar, previr ou reducir os efectos nocivos para a saúde humana e para o medio ambiente no seu conxunto.

2.- Avaliar, a partir de métodos e criterios comúns, as concentracións no aire ambiente dos contaminantes mencionados.

Ademais, unha das esixencias da Directiva marco é a de dividir o territorio en porcións con calidade do aire semellantes, de xeito que cada unha delas sexa **representativa** dun grao de contaminación.

Ata a actualidade a avaliación da calidade do aire realizábase puntualmente nos lugares de medición, sen que existise un coñecemento preciso da representatividade territorial das medicións obtidas. De acordo coas novas directivas, a avaliación da calidade do aire debe abranguer todo o territorio. Dada a imposibilidade de medir en todos os puntos dun ámbito territorial, faise necesaria a subdivisión do territorio en zonas cuxos puntos interiores presenten unha **calidade do aire equivalente**. Unha correcta subdivisión en zonas require un exhaustivo coñecemento dos niveis de inmisión en todo o territorio, do cal non se dispón, dada a limitación espacial da maioría das redes actuais. Estas teñen a maioría de puntos de mostraxe en zonas de alta contaminación, polo que quedan con escasa cobertura as zonas de baixa contaminación, como é o caso da nosa comunidade autónoma.

En Galicia xa se realizou a avaliación preliminar para a Directiva 1999/30/CE, cos datos dos anos de 1996 ao 2000. Como resultado obtívose un mapa de Galicia dividido en quince zonas de calidade de aire equivalente, sete das cales se corresponden cos núcleos principais de poboación (aglomeracións), clasificadas en función

1.- dos obxectivos de calidade do aire propostos na Directiva (cumprimento de valores límite)

2.- das estratexias de avaliación da Directiva, que definirá que zonas necesitan de medicións fixas para a avaliación da calidade do aire, e cales se poderán avaliar por outro tipo de métodos de control alternativos (modelización, medicións indicativas, etc.).

Na figura seguinte detállase o mapa da zonificación de Galicia



Zonificación do territorio galego

III.2. O Real decreto 1073/2002. Valores límite, marxe de tolerancia e límites de alerta.

Tanto a Directiva 1999/30/CE como a Directiva 2000/69/CE foron traspos-tas á lexislación estatal mediante 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 (BOE núm. 260 do 30 de outubro de 2002), que implica a derogación dos Reais decretos 717/1987 e 1321/1992, así como do Decreto 833/75 no que se refire ao monóxido de carbono, establecendo novos valores límite e límites de alerta para os contaminantes que regula:

Valor límite: *nivel que non se debe superar e que foi fixado baseándose en coñecementos científicos, co fin de evitar, previr ou reducir os efectos nocivos para a saúde humana e para o medio ambiente no seu conxunto.*

Para algúns contaminantes determinados establécese, ademais dun valor límite para a protección da saúde humana, outro valor límite distinto para a protección do medio ambiente no seu conxunto, en especial para os ecosistemas e a vexetación.

Para a maioría dos valores límite establécese unha marxe de tolerancia (MdT), que se define como *“a porcentaxe do valor límite ou cantidade no que este pode superarse segundo unhas condicións establecidas”*.

Esta porcentaxe vai reducíndose anualmente de forma gradual ata alcanzar o valor límite nun período de tempo determinado no Real decreto.

No momento no que a marxe de tolerancia chega a ser cero denomínase data de cumprimento do valor límite e nesa data:

- Quedarán derogados os valores límite establecidos pola antiga lexislación.
- Os novos valores límite, sen marxe de tolerancia, entran en vigor.
- Existe a posibilidade de infrinxir os valores límite.

Límite de alerta: *nivel a partir do cal unha exposición de breve duración supón un risco para a saúde humana.*

No Real decreto 1073/2002 defínense unicamente límites de alerta para o dióxido de xofre e dióxido de nitróxeno, segundo se detalla en páxinas posteriores. Non se definen límites de alerta para as partículas, o chumbo, o benceno e o monóxido de carbono.

Establécese, así mesmo, no artigo 3 do Real decreto 1073/2002, que serán as comunidades autónomas, no ámbito das súas respectivas competencias, e as entidades locais, cando corresponda, segundo o previsto no artigo 26 da Lei 7/1985, do 2 de abril, reguladora das bases de réxime local, nos artigos 41 e 42 da Lei 14/1986, do 25 de abril, xeral de sanidade e na lexislación das comunidades autónomas, o “adoptar as medidas necesarias para garantir que as concentracións dos contaminantes regulados non superen os valores límite e para a mellora das devanditas concentracións, así como as medidas de urxencia tendentes ao restablecemento das concentracións dos contaminantes regulados por debaixo dos límites de alerta e comunicarán a información correspondente ao público en caso de superación destes”.

III.2.1. Valores límite e límites de alerta para o dióxido de xofre (SO₂).

Valores límite do dióxido de xofre.

Os valores expresaranse en µg/m³. O volume normalizarase á temperatura de 293 K e a presión a 101,3 kPa.

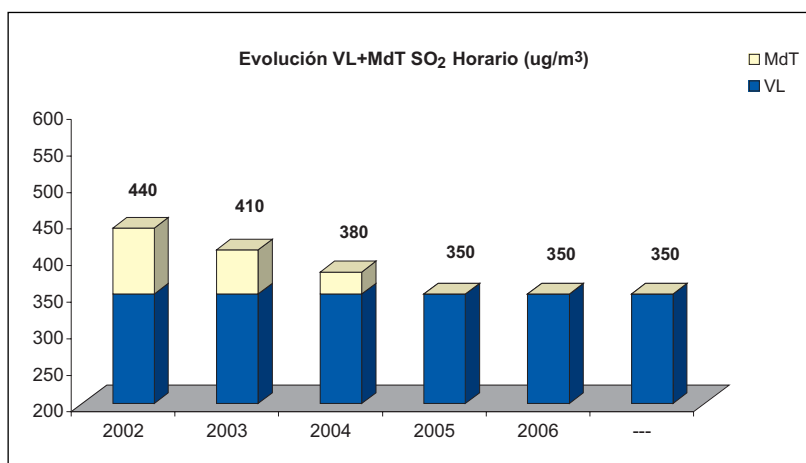
	Período de termo medio	Valor límite	Marxe de tolerancia	Data de cumprimento do valor límite
Valor límite horario para a protección da saúde humana	1 hora	² 350 µg/m ³ Non poderá superarse en máis de 24 ocasións por ano civil.	90 µg/m ³ , á entrada en vigor do R.D. 1073/2002., reducindo o 1 de xaneiro de 2003 e posteriormente cada 12 meses 30 µg/m ³ ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2005.	01/01/2005
Valor límite diario para a protección da saúde humana	24 horas	³ 125 µg/m ³ Non poderá superarse en máis de 3 ocasións por ano civil.	Ningún	01/01/2005
Valor límite para a protección dos ecosistemas*	1 ano civil e período invernal (do 01/10 ao 31/03)	20 µg/m ³	Ningún	A a entrada en vigor do R.D. 1073/2002

* Para a aplicación deste valor límite tomaranse en consideración os datos obtidos nas estacións de medición representativas dos ecosistemas que se deben protexer, sen prexuízo, no seu caso, da utilización doutras técnicas de avaliación.

² Para efectos de cálculo estatístico, equivale ao Percentil 99,7 dos datos horarios no ano civil

³ Para efectos do cálculo estatístico, equivale ao Percentil 99,2 dos datos diarios no ano civil

No caso do dióxido de xofre soamente se establece marxe de tolerancia para o valor límite horario para a protección da saúde humana, quedando a súa evolución anual como segue:



Límite de alerta para o dióxido de xofre:

Límite de alerta	500 µg/m³ durante 3 horas consecutivas, en lugares representativos da calidade do aire nunha área de como mínimo 100 km² ou nunha zona ou aglomeración enteira, tomando destes dous casos a superficie que sexa menor.
------------------	--

A información mínima que se debe comunicar á poboación en caso de superación do límite de alerta do dióxido de xofre incluírá os detalles seguintes:

Data, hora e lugar do episodio e causas do episodio se se coñecen.

Previsións: modificación das concentracións (mellora, estabilización ou deterioración), causa da modificación prevista, zona xeográfica afectada, duración.

Tipo de poboación potencialmente sensible ao episodio.

Precaucións que debe adoptar a poboación sensible.

III.2.II. Valores límite para o dióxido de nitróxeno (NO_2) e os óxidos de nitróxeno (NO_x) e límite de alerta para o dióxido de nitróxeno.

Enténdense por óxidos de nitróxeno (NO_x), segundo define o Real decreto 1073/2002, a suma, en partes por mil millóns en volume de óxido nítrico e dióxido de nitróxeno, expresada como dióxido de nitróxeno en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Valores límite do dióxido de nitróxeno e dos óxidos de nitróxeno.

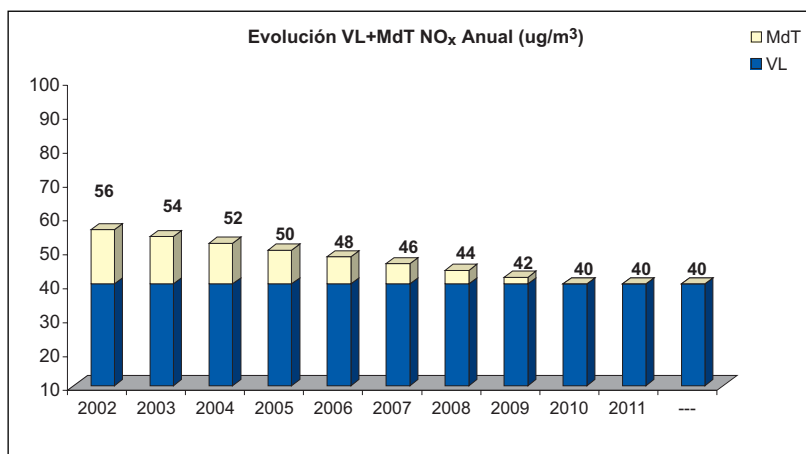
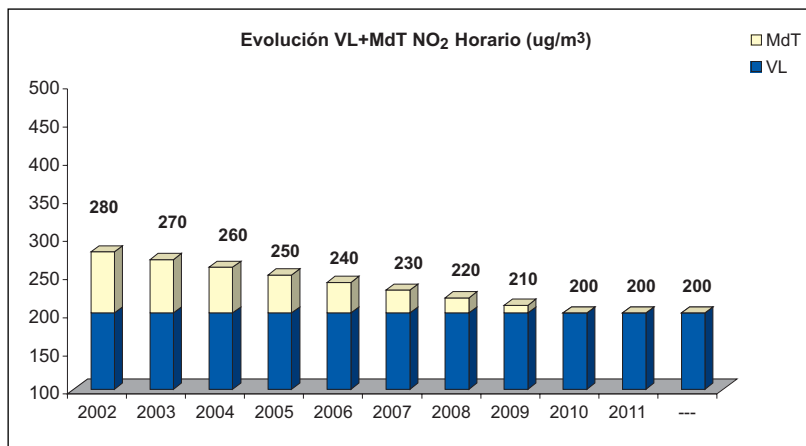
Os valores límite expresaranse en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. O volume normalizarase á temperatura de 293 K e a presión a 101,3 kPa.

	Período de termo medio	Valor límite	Marxe de tolerancia	Data de cumprimento do valor límite
Valor límite horario para a protección da saúde humana	1 hora	$4200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 Non poderá superarse en máis de 18 ocasións por ano civil.	$80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, á entrada en vigor do R.D. 1073/2002, reducindo o 1 de xaneiro de 2003 e posteriormente cada 12 meses $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2010.	01/01/2010
Valor límite anual para a protección da saúde humana	1 ano civil	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2	$16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á entrada en vigor do R.D. 1073/2002, reducindo o 1 de xaneiro de 2003 e posteriormente cada 12 meses $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2010.	01/01/2010
Valor límite anual para a protección da vexetación*	1 ano civil	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_x	Ningún	Á entrada en vigor do R.D. 1073/2002

* Para a aplicación deste valor límite tomaranse en consideración os datos obtidos nas estacións de medición representativas dos ecosistemas que se deben protexer, sen prexuízo, de ser o caso, do emprego doutras técnicas de avaliación.

Establécense marxes de tolerancia para o valor límite horario para a protección da saúde humana e para o valor límite anual para a protección da saúde humana. As respectivas evolucións anuais dos VL+MdT quedan como se detalla nas figuras seguintes:

⁴ Para efectos de cálculo estatístico, equivale ao Percentil 99,8 dos datos horarios no ano civil.



Límite de alerta para o dióxido de nitróxeno:

Límite de alerta	400 µg/m³ durante 3 horas consecutivas, en lugares representativos da calidade do aire nunha área de como mínimo 100 km² ou nunha zona ou aglomeración enteira, tomando destes dous casos a superficie que sexa menor.
------------------	--

A información mínima que se debe comunicar á poboación en caso de superación do límite de alerta do dióxido de xofre incluírá os detalles seguintes:

Data, hora e lugar do episodio e causas do episodio se se coñecen.

Previsións: modificación das concentracións (mellora, estabilización ou deterioración), causa da modificación prevista, zona xeográfica afectada, duración.

Tipo de poboación potencialmente sensible ao episodio.

Precaucións que debe adoptar a poboación sensible.

III.2.III. Valores límite para as partículas (PM₁₀) en condicións ambientais

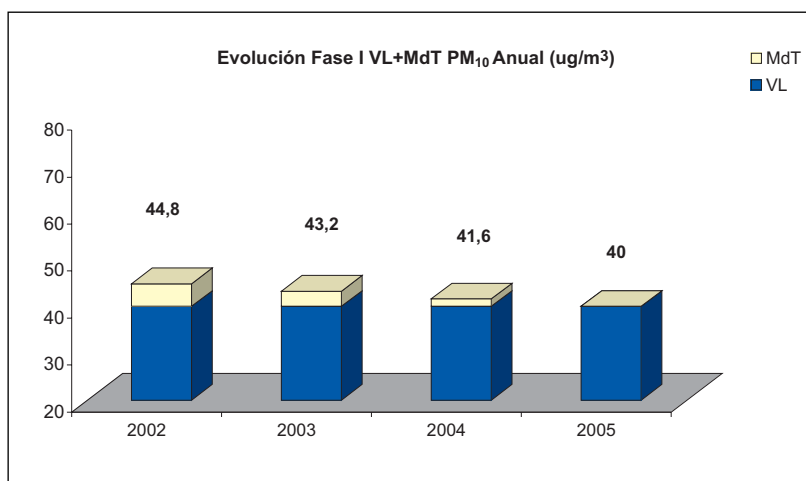
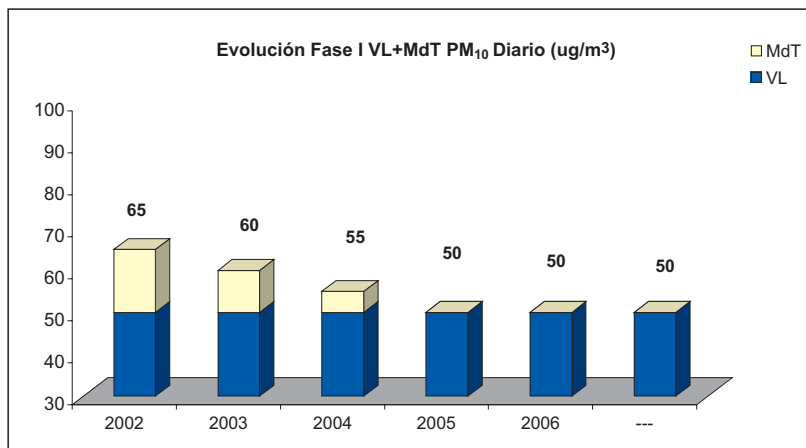
No Real Decreto 1073/2002 defínense partículas PM₁₀ como “as partículas que pasan a través dunha cabeza de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 10 µm cunha eficiencia de corte do 50 %.”

Os valores límite que se establecen para a Fase I indícanse na táboa seguinte:

FASE I	Período de termo medio	Valor límite	Marxe de tolerancia	Data de cumprimento do valor límite
Valor límite diario para a protección da saúde humana	24 horas	⁵ 50 µg/m ³ de PM ₁₀ Non poderá superarse en máis de 35 ocasións por ano civil.	15 µg/m ³ á entrada en vigor do R.D. 1073/2002, reducindo o 1 de xaneiro de 2003 e posteriormente cada 12 meses 5 µg/m ³ ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2005.	01/01/2005
Valor límite anual para a protección da saúde humana	1 ano civil	40 µg/m ³ de PM ₁₀	4,8 µg/m ³ , á entrada en vigor do presente R.D. 1073/2002, reducindo o 1 de xaneiro de 2003 e posteriormente cada 12 meses 1,6 µg/m ³ ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2005.	01/01/2005

Establécense marxes de tolerancia para o valor límite diario para a protección da saúde humana e para o valor límite anual para a protección da saúde humana. As respectivas evolucións anuais dos VL+MdT quedan como segue:

⁵ Para efectos de cálculo estatístico, equivale ao Percentil 90,5 dos valores diarios no ano civil.

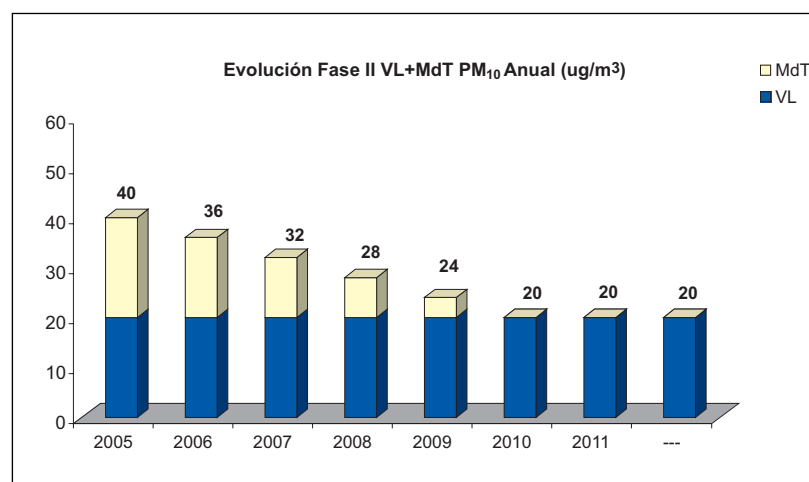


Para o parámetro PM₁₀ o Real decreto 1073/2002 contempla unha segunda redución dos valores límite (FASE II), establecendo uns valores límite indicativos que deberán ser revisados á luz dunha maior información verbo dos efectos sobre a saúde e o medio ambiente, a viabilidade técnica e a experiencia na aplicación dos valores límite da FASE I nos estados membros da Unión Europea.

Os valores que se establecen na FASE II son os que seguen:

FASE II	Período de termo medio	Valor límite	Marxe de tolerancia	Data de cumprimento do valor límite
Valor límite diario para a protección da saúde humana	24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} Non poderá superarse en máis de 7 ocasións por ano civil	Derivarase dos datos e será equivalente ao valor límite da fase I	01/01/2010
Valor límite anual para a protección da saúde humana	1 ano civil	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10}	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o 1 de xaneiro de 2005, reducindo o 1 de xaneiro de 2006 e posteriormente cada 12 meses 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2010.	01/01/2010

Na FASE II só se establece marxe de tolerancia para o valor límite anual para a protección da saúde humana sendo a súa evolución anual representada na próxima figura:



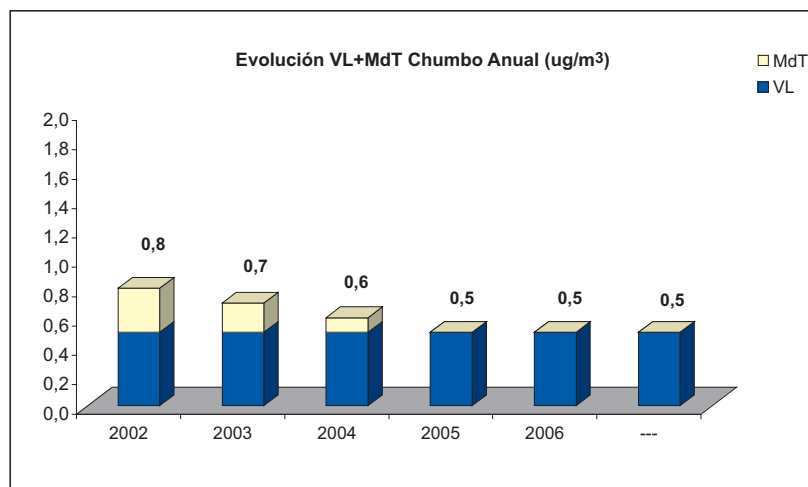
III.2.IV. Valores límite para o chumbo (Pb) en condicións ambientais

Para este contaminante poderanse definir unhas zonas nas inmediacións de fontes industriais específicas, situadas en lugares contaminados ao longo de decenios de actividade industrial, onde se atrasará 5 anos a data de cumprimento do valor límite. Estas fontes notificaránselle á Comisión o 19 de xullo de 2001.

	Período de termo medio	Valor límite	Marxe de tolerancia	Data de cumprimento do valor límite
Valor límite anual para a protección da saúde humana	1 ano civil	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ á entrada en vigor do R.D. 1073/2002, reducindo o 1 de xaneiro de 2003 e posteriormente cada 12 meses 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2005. 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ á entrada en vigor do R.D. 1073/2002, nas inmediacións de fontes específicas, que se notificarán á Comisión, reducindo o 1 de xaneiro de 2006 e posteriormente cada 12 meses 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2010.	01/01/2005 ó 01/01/2010, nas inmediacións de fontes industriais específicas, situadas en lugares contaminados ao longo de decenios de actividade industrial. Estas fontes notificaránselle á Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental, para efectos de informar á Comisión á entrada en vigor da presente norma*

* Esta deberá ir acompañada dunha xustificación apropiada. A zona en que sexan aplicables valores límites superiores non sobrepasará un radio de 1000 metros, contados a partir destas fontes específicas. .

Representábase deseguido a evolución anual do valor límite mais a marxe de tolerancia do chumbo no caso xeral



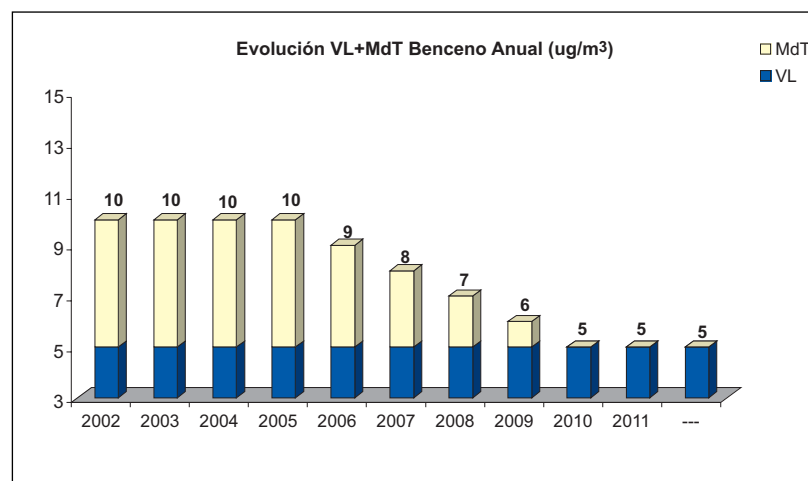
III.2.V. Valor límite para o benceno

O valor límite exprésase en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. O volume normalízase á temperatura de 293 K e a presión a 101,3 kPa.

	Período de referencia	Valor límite	Marxe de tolerancia ⁽²⁾	Data de cumprimento do valor límite
Valor límite anual para a protección da saúde humana	1 ano civil	5 µg/m ³	5 µg/m ³ , á entrada en vigor do R.D. 1073/2002, reducindo o 1 de xaneiro de 2006 e posteriormente cada 12 meses 1 µg/m ³ , ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2010.	01/01/2010 *

* Agás nas zonas e aglomeracións en que se concedese unha prórroga.

A evolución anual do VL+MdT para o benceno preséntase na próxima figura:



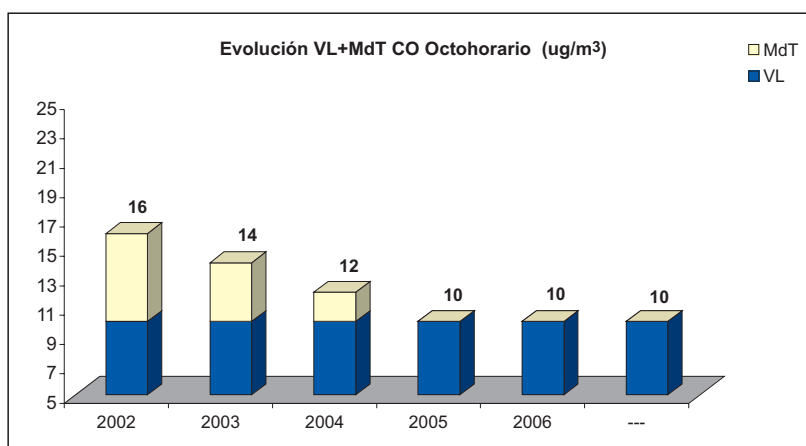
III.2.VI. Valor límite para o monóxido de carbono (CO).

O valor límite exprésase en mg/m³. O volume normalízase á temperatura de 293 K e a presión a 101,3 kPa.

	Período de termo medio	Valor límite	Marxe de tolerancia	Data de cumprimento do valor límite
Valor límite para a protección da saúde humana	Media de 8 horas máxima nun día.	10 mg/m ³	6 mg/m ³ á entrada en vigor do R.D. 1073/2002, reducindo o 1 de xaneiro de 2003 e posteriormente cada 12 meses 2 mg/m ³ , ata alcanzar o valor límite o 1 de xaneiro de 2005.	01/01/2005

A media octohoraria máxima correspondente a un día escollerase examinando as medias móbiles de oito horas, calculadas a partir de datos horarios e que se actualizarán cada hora. Cada media octohoraria así calculada atribuirase ao día en que remate o período, é dicir, o primeiro período de cálculo para calquera día dado será o período que comece ás 17:00 da véspera e remate á 1:00 dese día; o último período de cálculo para calquera día dado será o que transcorra entre as 16:00 e as 24:00 dese día.

A evolución do VL+MdT detállase a continuación:



III.3. Outros valores de referencia.

III.3.1. Valores lexislados de ozono troposférico (O_3).

Recentemente incorporouse á lexislación española o Real decreto 1976/2003, do 26 de decembro, relativo ao ozono no aire ambiente.

As novidades que incorpora este Real decreto é o establecemento de valores obxectivo e obxectivos a longo prazo, a fin de evitar os efectos nocivos deste contaminante sobre a saúde humana e o medio ambiente no seu conxunto. Para iso, prevese a avaliación preliminar e zonificación do territorio galego (tal e como expresa a filosofía da Directiva marco 96/62/CE), e a consecución progresiva ao cumprimento destes valores de referencia nas zonas (con vistas ao ano 2020).

Coa entrada en vigor do Real decreto 1976/2003, aplícanse novos estatísticos como valores de referencia, entre eles a AOT40, calculada a partir de valores horarios de maio a xullo, e que se establece como valor obxectivo para a protección da vexetación en $18\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{hora}$ de termo medio en 5 anos. No presente documento estimouse a AOT40 dos anos 2000, 2001 e 2002, que se presentan no capítulo sobre a evolución da Calidade do aire en Galicia.

De modo xeral, as emisións atmosféricas de orixe industrial non son as únicas precursoras da formación de ozono troposférico, senón que as grandes aglomeracións de tráfico, así como fenómenos naturais como incendios forestais e tormentas poden ser as causantes dos seus índices máis elevados. Ademais, a súa presenza na troposfera débese á acción fotoquímica das radiacións solares en presenza de óxidos de nitróxeno e hidrocarburos entre outros. Polo tanto, a súa orixe é moi diversa.

IV. A REDE GALEGA DE CONTROL DA CALIDADE DO AIRE

IV.1. Introducción

Dende a creación no ano 1979 do Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia (LMAG), o control e seguimento da calidade do aire en Galicia foi unha das funcións que lle corresponderon a este organismo. Actualmente o Centro de Proceso de Datos do LMAG xestiona os resultados obtidos das medicións realizadas en máis de medio cento de estacións repartidas ao longo da xeografía galega, evolucionando cara á recollida e tratamento de información a tempo real da que hoxe en día se dispón. Para isto, o Sistema de Información da Rede Galega de Calidade do Aire conta cun complexo sistema informático que xestiona arredor dos 100 000 datos cada día, monitorízaos e analizaos, enviándolles alertas a tempo real das superacións dos límites de referencia lexislados aos técnicos competentes.

O Sistema de Información da Rede Galega de Calidade do Aire (SI-RGCA), con información a tempo real (datos cinco-minutos), está desenvolvido baseándose na Directiva 96/62/CE (DO L296 do 21/11/1996 p. 55). A directiva instaurou un sistema para adoptar métodos e criterios comúns de avaliación e xestión da calidade do aire ambiente, así como un sistema harmonizado de recollida e difusión de información. Polo tanto, establécese un sistema completo de recollida, comunicación e difusión de información, en virtude da cal é preciso obter datos de calidade do aire ambiente fiables para poder informar á poboación, ao Ministerio de Medio Ambiente do Estado español, así como á Comisión Europea.



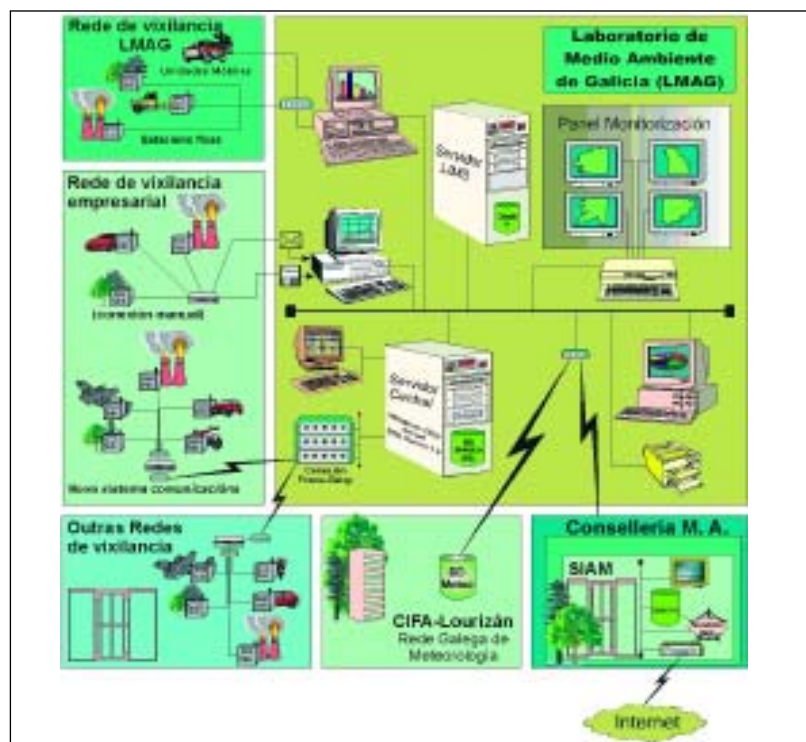
Centro de Proceso de Datos do LMAG

Por outro lado, o LMAG dispuxo unha base de datos que acumula o histórico validado da calidade do aire da Comunidade Autónoma de Galicia dende o ano 1996, co obxecto de facilitarles esta información ás persoas ou organismos que así a soliciten.

O Sistema de Información da Rede Galega de Calidade do Aire foi obxecto dun esforzo considerable nos últimos anos, tanto en persoal dedicado como en medios materiais. Algunhas das novidades introducidas no ámbito das infraestruturas son:

- Un sistema de adquisición de datos capaz de recompilar datos a tempo real (datos cinco-minutos) para o seguimento da calidade do aire.
- Un servidor para o sistema de adquisición de datos coa última tecnoloxía en hardware.

- Un sistema de monitorización da información: xeración de gráficos, rosas de vento, rosas de contaminantes, visualización en GIS das estacións de control e das instalacións industriais.
- Un sistema de almacenamento de datos e elaboración de informes.
- Un sistema de xeración de alarmas co fin de manter informado permanentemente da situación da calidade do aire ao persoal competente.



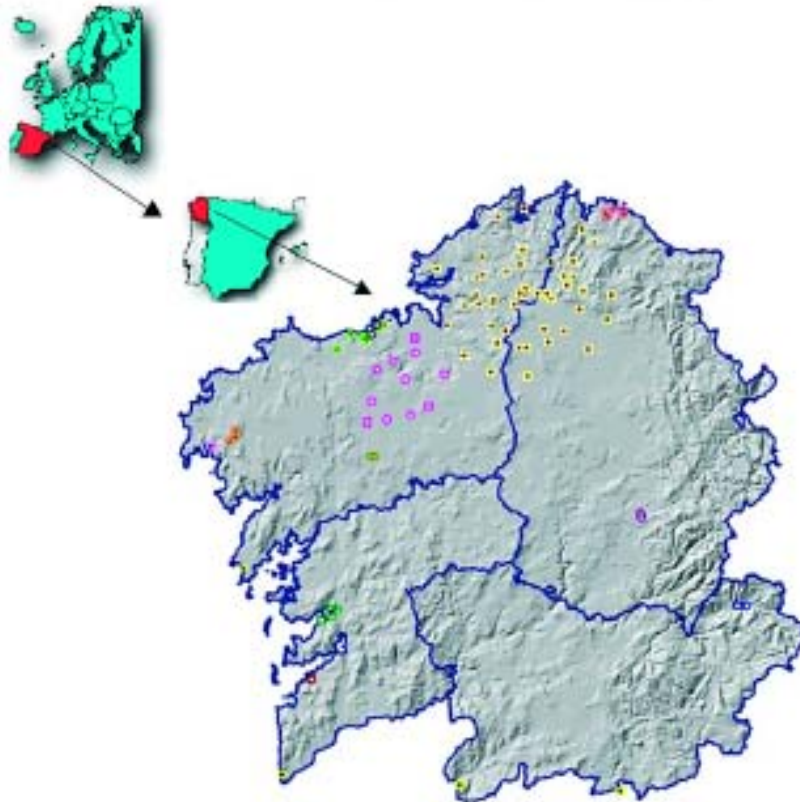
Esquema de funcionamento da RGCA

Esta metodoloxía é aplicada no SI-RGCA, onde os datos de calidade do aire das distintas redes de control atmosférico (de xestión privada) que se estenden polo territorio galego deben pasar unha serie de requisitos de calidade (calidade do dato):

- Revisión dos datos validados seguindo os criterios definidos por cada rede (límites de detección, fondo de escala, criterios de aceptación/rexeitamento en calibracións, etc.)
- Intercomparación das redes de control atmosférico en Galicia: ante episodios de orixe natural (como transporte de partículas en suspensión a longa distancia, ozono en verán, etc.) que afectan a toda a Comunidade Autónoma, compáranse os datos das distintas estacións co obxecto de avaliar o seu correcto funcionamento.
- Utilización de métodos e técnicas de referencia establecidas nas directivas de desenvolvemento (1999/30/CE, 2000/69/CE e 2002/3/CE) nas unidades móbiles do Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia (LMAG), e calibración dos equipos baseándose nuns criterios de calidade definidos que aseguren a validez do dato.
- Intercomparación de datos das unidades móbiles do LMAG coas estacións da Rede Galega de Calidade do Aire: localización de unidades móbiles en puntos de mostraxe de estacións fixas, a modo de inspeccionar a validez dos datos destas últimas.

IV.2. Composición da RGCA

A Rede Galega de Calidade do Aire (RGCA) conta con 62 estacións fixas, das cales 47 teñen conexión a tempo real co Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia (LMAG). Os parámetros que se miden son os seguintes: dióxido de xofre (SO_2), dióxido de nitróxeno (NO_2), monóxido de nitróxeno (NO), óxidos de nitróxeno totais (NO_x), partículas en suspensión totais (HMN e SPM) e menores de $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}), sulfuro de hidróxeno (SH_2), ozono (O_3) e fluoruro de hidróxeno (HF).



Distribución da Rede Galega de Control da Calidade do Aire

Detállase na táboa seguinte a composición da Rede Galega de Calidade do Aire:

COMPOSICION DA REDE GALEGA DE CALIDADE DO AIRE					PARÁMETROS MEDIDOS				
Nome Subrede	Nome Estación	LONXITUDE	LATITUDE	Concello	SO ₂	NO ₂	NO _x	Partículas	Outros
ALCOA S. Ciprian	A Barxa	07.28.40.W	43.42.05.N	Xove	•			PM ₁₀	HF
ALCOA S. Ciprian	A Regueira	07.29.56.W	43.40.40.N	Xove	•			PM ₁₀	HF
ALCOA S. Ciprian	A Veiga	07.26.10.W	43.41.50.N	Cervo	•			PM ₁₀	HF
ALCOA S. Ciprian	Río Cobo	07.25.58.W	43.41.10.N	Cervo	•			PM ₁₀	HF
ALCOA S. Ciprian	Xove	07.30.27.W	43.41.25.N	Xove	•			PM ₁₀	HF
ALCOA Coruña	A Grela	08.25.13.W	43.21.21.N	A Coruña				SPM	HF
ALCOA Coruña	Pastoriza	08.28.10.W	43.20.20.N	Arteixo	•				HF
Arias Hermanos	AHCSA	08.26.28.W	43.20.28.N	A Coruña				SPM	
C.T. Sabón	Armentón	08.31.24.W	43.18.00.N	Arteixo				HMN	
C.T. Sabón	Bordeiras	08.28.05.W	43.20.01.N	Arteixo				HMN	
C.T. Sabón	Lañas	08.31.04.W	43.17.36.N	Arteixo	•	•		SPM	
C.T. Sabón	Paosaco	08.33.17.W	43.15.35.N	Arteixo	•	•		SPM	
C.T. Sabón	Sorrizo	08.34.56.W	43.18.27.N	Arteixo	•			SPM	
Ferroatl. Sabón	Sabón	08.30.02.W	43.19.36.N	Arteixo				SPM	
Ferroatl. Sabón	Suevos	08.29.00.W	43.20.28.N	Arteixo				SPM	
REPSOL	Arteixo	08.29.30.W	43.18.25.N	Arteixo	•			SPM	SH ₂
REPSOL	Pastoriza	08.28.10.W	43.20.20.N	Arteixo	•	•	•		SH ₂
SGL Carbón	A Grela	08.25.13.W	43.21.21.N	A Coruña				SPM	
C.T. As Pontes	Abelleira C8	07.44.13.W	43.24.57.N	Xermade	•	•	•	PM ₁₀	
C.T. As Pontes	As Neves F7	08.03.20.W	43.26.07.N	Capela	•	•	•	SPM/PM ₁₀	
C.T. As Pontes	Bemantes F5	08.10.50.W	43.20.15.N	Miño	•	•	•	PM ₁₀	
C.T. As Pontes	Capelada A6	07.57.42.W	43.41.00.N	Cedeira	•	•	•		
C.T. As Pontes	Condomiñas B7	07.33.36.W	43.35.51.N	Viveiro	•	•	•	SPM/PM ₁₀	
C.T. As Pontes	Curuxeiras B6	07.38.55.W	43.29.23.N	Muras	•	•	•	SPM/PM ₁₀	
C.T. As Pontes	Fraga do Eume F6	08.02.30.W	43.24.16.N	Monfero	•	•	•		
C.T. As Pontes	Fraga Redonda F2	07.59.20.W	43.24.20.N	As Pontes	•	•	•	PM ₁₀	O ₃
C.T. As Pontes	Furado G4	08.03.10.W	43.29.21.N	S. Sadurniño	•	•	•		
C.T. As Pontes	Louseiras B2	07.44.25.W	43.32.10.N	Muras	•	•	•	PM ₁₀	O ₃
C.T. As Pontes	Magdalena B1	07.50.50.W	43.27.00.N	As Pontes	•	•	•	PM ₁₀	O ₃
C.T. As Pontes	Mourence C9	07.41.35.W	43.18.46.N	Vilalba	•	•	•	SPM/PM ₁₀	O ₃
C.T. As Pontes	Pena Feixa E3	07.59.55.W	43.20.00.N	Monfero	•	•	•		
C.T. As Pontes	Recemel H1	07.55.45.W	43.30.31.N	Somozas	•	•	•		
C.T. As Pontes	Taboada F4	08.06.20.W	43.24.00.N	Monfero	•	•	•	SPM/PM ₁₀	O ₃
C.T. As Pontes	Vilanova G2	08.01.43.W	43.33.16.N	S. Sadurniño	•	•	•	SPM/PM ₁₀	O ₃
C.T. As Pontes	Vilariño D6	07.52.42.W	43.15.42.N	Guitiriz	•	•	•	SPM/PM ₁₀	
C.T. Meirama	Cerceda	08.28.11.W	43.11.45.N	Cerceda	•	•		SPM	
C.T. Meirama	Galegos	08.20.02.W	43.02.47.N	Oroso	•	•		SPM	
C.T. Meirama	Mesón	08.21.25.W	43.09.58.N	Carral	•	•		PM ₁₀	

COMPOSICION DA REDE GALEGA DE CALIDADE DO AIRE					PARÁMETROS MEDIDOS				
Nome Subrede	Nome Estación	LONXITUDE	LATITUDE	Concello	SO ₂	NO ₂	NO _x	Partículas	Outros
C.T. Meirama	Paraxón	08.11.30.W	43.10.43.N	Cesuras	•	•		PM ₁₀	
C.T. Meirama	S. Vicente de Vigo	08.18.40.W	43.15.02.N	Carral	•	•		SPM	
C.T. Meirama	Sobreira	08.25.58.W	43.02.03.N	Ordes	•	•		PM ₁₀	
C.T. Meirama	Villagudín	08.29.41.W	43.05.42.N	Oroso	•	•		SPM	
C.T. Meirama	Xalo	08.24.15.W	43.13.32.N	Cerceda	•	•		SPM	
CEDIE, S.A.	FENOSA	07.00.25.W	42.25.23.N	O Barco				SPM	
CEDIE, S.A.	Finca Miguel	06.59.18.W	42.25.28.N	O Barco				SPM	
CEDIE, S.A.	Galiñas	06.59.46.W	42.25.30.N	O Barco				SPM	
C. Cosmos	NNW	07.23.12.W	42.43.25.N	Sarria				SPM	
C. Cosmos	SUR	07.23.05.W	42.42.45.N	Sarria	•			PM ₁₀	
Citroën	Este- Estación 1	08.44.00.W	42.12.35.N	Vigo	•	•	•	SPM	
Citroën	Oeste- Estación 2	08.44.55.W	42.12.10.N	Vigo	•	•	•	SPM	
ENCE, S.A.	Areeiro	08.40.10.W	42.24.10.N	Pontevedra	•			SPM	SH ₂
ENCE, S.A.	BRILAT	08.38.22.W	42.25.42.N	Pontevedra	•			SPM	O ₃ /SH ₂
ENCE, S.A.	Campelo	08.40.36.W	42.26.01.N	Poio	•			SPM	SH ₂
ENCE, S.A.	Escuela Naval	08.42.33.W	42.23.39.N	Marín	•			SPM	O ₃ /SH ₂
Ferroatl. Cee	Fadibón	09.09.25.W	42.56.50.N	Cee				SPM	
Ferroatl. Cee	Grixa	09.10.10.W	42.57.10.N	Cee				SPM	
Ferroatl. Cee	Raxo	09.09.50.W	42.57.05.N	Cee				SPM	
Ferroatl. Dumbría	Anseán	09.05.20.W	42.58.05.N	Dumbría				SPM	
Ferroatl. Dumbría	Logoso	09.03.55.W	42.58.50.N	Dumbría				SPM	
Ferroatl. Dumbría	Paradela	09.03.50.W	43.00.10.N	Dumbría				SPM	
FINSA	Bar García	08.30.00.W	42.55.00.N	Santiago				SPM	
FINSA	Campo de Fútbol	08.29.00.W	42.55.00.N	Santiago				SPM	

No período 2000-2002 incorporáronse novos equipos de medición nalgunhas estacións da Rede Galega de Calidade do Aire, fundamentalmente de partículas PM₁₀ en substitución dos de medición de partículas totais:

PM₁₀: Partículas en suspensión menores de 10 µm de diámetro aerodinámico.

SPM: Partículas en suspensión totais por método gravimétrico.

HMN: Partículas en suspensión totais por método fume normalizado.

Estación	Data instalación
Curuxeiras	02/04/2002
Condomiñas	03/04/2002
Mourence	23/04/2002
Vilariño	23/07/2002
Taboada	18/04/2002
As Neves	08/04/2002
Vilanova	21/06/2002

Tamén se incorporou un novo equipo de ozono e outro trasladouse a unha nova localización:

Estación	Data de instalación	Data de baixa
Vilanova	01/07/2002	
Magdalena	01/07/2002	
Taboada		12/06/2002

As técnicas de medición empregadas nas estacións que compoñen a Rede Galega de Control de Calidade do aire especificanse na táboa seguinte:

Parámetro	Técnica de medición
SO ₂ /SH ₂	Fluorescencia ultravioleta
NO ₂ /NO _x	Quimiluminiscencia
O ₃	Absorción ultravioleta
HF	Potenciometría
SPM/PM ₁₀	Gravimetría Atenuación da radiación beta Microbalanza oscilante Nefelometría
HMN	Fume normalizado

É de destacar a instalación durante o 2001 en Galicia, concretamente no Saviñao (Lugo), dunha estación pertencente á Rede española de vixilancia da contaminación atmosférica residual, ou de fondo, a escala rexional, que pretende satisfacer os obxectivos dos programas **EMEP** (European Monitoring Evaluation Programme) e **CAMP** (Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme), resultantes dos Convenios Internacionais de Xenebra e de Oslo e París, respectivamente.

Esta rede vixía os niveis troposféricos de contaminación atmosférica residual ou de fondo e a súa sedimentación na superficie terrestre, en áreas rurais de toda Europa afastadas dos focos de emisión, co fin de estudar os seus efectos sobre o medio ambiente e protexelo.

As medicións obtidas destas estacións permiten determinar os niveis de contaminación residual, ou de fondo, nunha rexión, así como avaliar o transporte dende fontes emisoras situadas a grandes distancias delas. Por iso, a súa localización debe seguir os criterios de representatividade, definidos para cada rede, que establecen a anchura da súa malla e as distancias mínimas a distintos tipos de focos emisores de contaminación. Unha estación debe ser representativa, en canto a calidade do aire e precipitación, dunha área extensa ao redor dela e, por esta razón, tamén se deben evitar perturbacións locais que poidan ter influencia sobre as medicións.

As estacións EMEP/CAMP contan con analizadores automáticos para a determinación de SO_2 , NO_x e O_3 , permitindo realizar un seguimento continuo deses contaminantes de acordo co establecido nas directivas comunitarias actuais. Ademais, o programa de medicións inclúe análise de aerosois (partículas totais, PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ e metais pesados a partir da fracción de PM_{10}), así como da auga de chuva (pH , SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , Na^+ , Mg^{2+}).

IV.3. Distribución das estacións

Como se mencionou anteriormente, realizouse a zonificación do territorio galego en función dos criterios de calidade do aire establecidos na Directiva 1999/30/CE, establecéndose 8 zonas de calidade de aire semellante e 7 aglomeracións. Nestas 7 aglomeracións está instalada a rede do programa RENV-CAG (Rede Nacional da Contaminación Atmosférica en Galicia), dependente da Consellería de Sanidade (Xunta de Galicia), cuxos datos non son analizados neste documento.

A distribución de estacións por zonas quedou como segue:

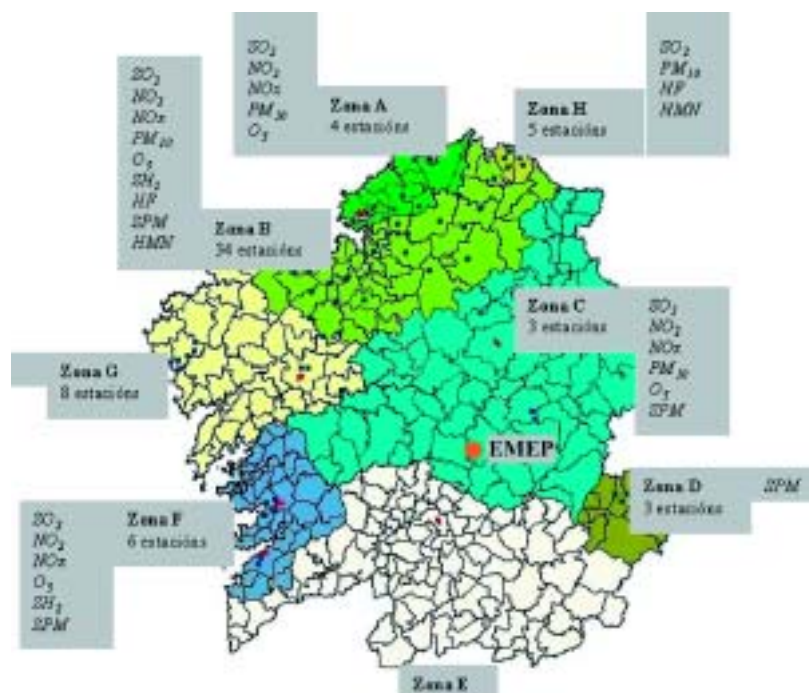
Zona	Número Estacións	Parámetros Medidos
A	4	SO_2 , NO_2 , NO_x , PM_{10} , O_3
B	34	SO_2 , NO_2 , NO_x , PM_{10} , O_3 , SH_2 , HF, SPM, HMN
C	3*	SO_2 , NO_2 , NO_x , PM_{10} , O_3 , SPM
D	3	SPM
E	0	
F	6	SO_2 , NO_2 , NO_x , O_3 , SH_2 , SPM
G	8	SPM
H	5	SO_2 , PM_{10} , HMN, HF

* 1 delas a Estación EMEP/CAMP

Esta distribución da Rede Galega de Calidade do Aire vén condicionada pola súa orixe como Rede de Control Industrial, concentrándose as súas estacións no contorno dos lugares nos que se acumula a maior parte da industria pesada galega.

Como consecuencia existen zonas, como é o caso da zona E, que non dispoñen de estacións de control. Ante esta carencia e malia que probablemente os datos da estación EMEP, situado ao sur da zona C, poderían considerarse representativos, tamén para a zona E, o Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia, a través da iniciativa comunitaria INTERREG IIC, e en colaboración coa Facultade de Farmacia da Universidade do Porto, desenvolveu durante os anos 2000 e 2001 unhas campañas de medicións indicativas coas súas unidades móbiles de control da inmisión en varios puntos da zona E, cuxos resultados foron publicados no documento con título *“Estudio de deposición atmosférica y su caracterización e impacto como prevención de la contaminación atmosférica en la eurorregión Galicia-Norte de Portugal”*.

No seguinte mapa localízase a distribución das estacións de control da inmisión nas zonas, así como os contaminantes medidos:



IV.4. Unidades móbiles de control da inmisión

As unidades móbiles de inmisión son laboratorios móbiles que incorporan sensores automáticos que miden continuamente e con resposta a tempo real os seguintes parámetros: SO_2 , SH_2 , NO, NO_2 , CO, O_3 , benceno, tolueno, xileno, partículas en suspensión PM_{10} (manual ou automático), así como diversos parámetros meteorolóxicos: temperatura, dirección de vento, velocidade de vento, pluviosidade, presión atmosférica, humidade relativa e radiación solar.



Unidade móbil de control da inmisión na Guarda (Pontevedra)

Estas estacións contan cun sistema de adquisición de datos que recolle, xestiona e transmite a información mediante un PC. Posteriormente, no Centro de Proceso de Datos (CPD) do Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia recóllense estes datos de forma automática e a través de liña telefónica. Para iso o CPD conta cun software de xestión de datos medioambientais para o seu tratamento, presentación e comunicación coas estacións. Ademais, é posible arrancar dende o CPD determinados eventos, como cero e axuste de “span” e pódense recibir alarmas de superación de niveis. Na actualidade o LMAG conta con 3 unidades móbiles de control da inmisión e 1 unidade móbil mixta de

inmisións/emisións, que están preparadas para responder ante calquera evento de contaminación atmosférica na nosa comunidade autónoma.

Os períodos de integración dos datos poden configurarse para obter termos medios minutais, como base para o cálculo dos termos medios horarios e diarios.

Os equipos utilizados e os seus límites de detección, así como os métodos automáticos e técnicas de análise de contaminantes en inmisión, inclúense no seguinte cadro:

Contaminante	Método	L.D*
SO ₂ / SH ₂	Fluorescencia Ultravioleta	3 ug/m ³ N / 2 ug/m ³ N
NO/NO ₂ /NO _x	Quimiluminiscencia	2 ug/m ³ N
CO	Infravermello non dispersivo	0,1 mg/m ³ N
O ₃	Fotometría ultravioleta	2 ug/m ³ N
PM ₁₀ /PM _{2,5} /PM ₁	Gravimetría/ Scattering	-
Benceno/Tolueno/ Xileno	Cromatografía de gases	-

Ademais destes métodos automáticos, dispónse de métodos de captación para a medida posterior no laboratorio de metais pesados e hidrocarburos políciclicos aromáticos (PAH's) en aire ambiente. Os compostos orgánicos volátiles (VOC's) son captados mediante un mostrador automático de tubos de desorción ou mediante a utilización de tubos pasivos, que se axusta á entrada de aire da unidade móbil, e son cuantificados posteriormente no LMAG mediante cromatografía de gases con detección masas. Mediante este método ése capaz de detectar máis de 50 VOC's presentes no aire ambiente.

* Límite de detección.

Co obxectivo de garantir a calidade dos datos xerados polas unidades móbiles de control da inmisión e proporcionar trazabilidade ás súas medicións, o Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia vén participando dende o ano 2000 en exercicios de intercomparación con organismos de recoñecido prestixio en materia de medicións de calidade do aire.

Así, realizáronse intercomparacións coa Área de Contaminación Atmosférica do Instituto Nacional de Saúde Carlos III no papel de organismo de referencia no denominado *Ejercicio de Intercomparación de Materiales de Referencia de Gases para Analizadores Automáticos*, levado a cabo no marco do Convenio existente entre a Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental do Ministerio de Medio Ambiente e o Instituto de Saúde Carlos III (ISCIII) do Ministerio de Sanidade e Consumo para “*a xestión das redes de vixilancia da contaminación atmosférica EMEP/CAMP e para a análise e harmonización dos métodos de avaliación noutras redes españolas*”.

Ata a data lévanse realizados cinco exercicios de intercomparación utilizando botellas de gases de referencia:

- Dióxido de xofre en matriz nitróxeno
- Monóxido de carbono en matriz nitróxeno
- Monóxido de nitróxeno en matriz nitróxeno
- Dióxido de nitróxeno en matriz nitróxeno
- Dióxido de xofre en matriz aire

Da mesma forma levouse a cabo recentemente un exercicio de intercomparación co Laboratorio móbil do Ministerio de Medio Ambiente, o cal dispón dos dispositivos adecuados para a xeración de atmosferas patrón, mediante un calibrador-diluidor e unhas botellas de gases de alto rango, que son introducidas na toma de mostras da estación que se vai verificar, neste caso a unidade móbil do LMAG, mediante unha cabeza deseñada para tal efecto.

O Laboratorio móbil do Ministerio de Medio Ambiente dispón de dous analizadores do gas patrón introducido, os cales actúan como sistemas de referencia, e que, previamente ao inicio do exercicio, son verificados fronte a patróns certificados.

Por este sistema realizouse a intercomparación dos sensores de SO_2 , NO_2/NO_x , CO e ozono da unidade móbil do LMAG.



V. DEPOSICIÓN VÍA HÚMIDA E POLE

V.1. Deposición vía húmida

V.1.1. Introducción

Á atmosfera son enviadas diariamente toneladas de substancias químicas en forma de gases e partículas, maiormente orixinadas en procesos industriais, actividades cotiás do home, así como en procesos naturais.

Se ben nun principio se cría na capacidade rexeneradora ilimitada da atmosfera, debido ao seu dinamismo, así como á súa natureza oxidativa, capaz de manter unha calidade do aire ambiente sostida, a mediados do século XX numerosos estudos científicos realizados en diversos puntos do planeta botaron por terra esta hipótese⁶.

Durante varias décadas foron observándose danos sobre certos ecosistemas terrestres en diferentes graos (decadencia dos bosques centroeuropeos e escandinavos, diminución da capacidade piscícola en lagos en América do Norte, etc.), demostrándose que tales deterioracións obedecían a un aumento considerable nas emisións á atmosfera de óxidos de xofre, óxidos de nitróxeno

⁶ Eriksson, E., 1952. "Composition of atmospheric precipitation. I: nitrogen compounds". Tellus 4, 215-232.

no e compostos orgánicos volátiles⁷. Estes fenómenos marcaron o punto de partida para a concienciación por parte da comunidade científica internacional sobre a necesidade de poñer límites ás emisións antropoxénicas de certas especies (substancias precursoras de acidez e aumento dos niveis de ozono troposférico), así como da necesidade, tamén, de que estas medidas fosen tomadas dende un punto de vista intergubernamental, dada a posibilidade de que as especies emitidas nun determinado punto do globo se transformasen na atmosfera, migrasen dos seus lugares de orixe e fosen depositadas a miles de quilómetros de distancia xerando danos en países veciños.

Froito destas necesidades celébrase en 1972, en Estocolmo, a primeira “Conferencia das Nacións Unidas sobre o Medio Ambiente Humano”, que sinala o inicio dunha cooperación internacional para combater a acidificación. En 1979 constitúese a “Convention on Long-range Transboundary Air Pollution”, sendo o primeiro instrumento legal de ámbito internacional en tratar o problema da contaminación atmosférica nunha base rexional ampla.

Dende a entrada en vigor desta convención en 1983 firmáronse varios protocolos: Xénova (1984), Helsinki (1985), Sofía (1988), Xénova (1991), Oslo (1994), Kioto (1997), Aarhus (1998), Gotemburgo (1999). Varios deles fan referencia ao control das emisións de substancias con capacidade de producir procesos de acidificación e eutrofización sobre os ecosistemas así como de diminuír a calidade do aire ambiente dende un punto de vista de afectación tamén á poboación.

Un aspecto significativo que merece a pena subliñar a partir da firma do protocolo de Xénova de 1994, é o novo criterio utilizado para establecer os valores límite de emisión de óxidos de xofre á atmosfera, e é a necesidade de que estes obedezan a criterios científicos e técnicos, baseados en estudos de sensibilidade dos propios ecosistemas. Xorde a partir de aquí o concepto de carga crítica “estimación cuantitativa da exposición a un ou máis contaminantes, por debaixo da cal, de acordo cos coñecementos actuais, non se producen efectos prexudiciais significativos en determinados elementos sensibles do medio ambiente”⁸.

⁷ Zemba, S.G., Golomb, D., Fay, J.A., 1988. “Wet sulfate and nitrate deposition patterns in eastern North America”. *Atmos. Environm.* 22, 2751-2761.

⁸ DO L 179 de 17.7.2003, p. 1.

O 13 de xuño de 2003 aparece no panorama lexislativo europeo a Decisión do Consello relativa á adhesión da Comunidade Europea ao Protocolo de Gotemburgo, aprobado polo Órgano Executivo do Convenio de 1979 sobre a contaminación atmosférica transfronteiriza a gran distancia para loitar contra a acidificación, a eutrofización e o ozono troposférico. Nese protocolo fíxanse os niveis máximos permitidos para os catro contaminantes precursores causantes da acidificación, a eutrofización ou o ozono troposférico: dióxido de xofre, óxidos de nitróxeno, compostos orgánicos volátiles e amoníaco, os cales deben cumprirse antes do ano 2010.

V.1.II. Lexislación ambiental

Non existe actualmente ningunha referencia lexislativa respecto do establecemento de valores límite de deposición de substancias acidificantes a través da auga de chuva. Hai que ter en conta que o estudo da deposición destas substancias, ben sexa por vía húmida (precipitación) ou vía seca (material particulado) é un referente necesario para recoñecer o grao de excedencia dos valores de cargas críticas definidos nun determinado territorio, así como a propia utilización destes para a elaboración de mapas de cargas críticas. Son polo tanto, ata a data, unha ferramenta máis ca un fin en si mesmo. Porén, na Decisión do Consello do 13 de xuño de 2003 (2003/507/CE), relativa á adhesión da Comunidade Europea ao Protocolo do Convenio de 1979 sobre a contaminación atmosférica transfronteiriza a gran distancia para loitar contra a acidificación, a eutrofización e o ozono troposférico, (DO núm. L 179), no seu artigo 5 – Coñecemento público- cítase:

“Cada unha das partes promoverá, en consonancia coas súas leis, regulamentos e prácticas, ou subministración de información ao público en xeral, incluída información sobre:

....Os depósitos e concentracións dos contaminantes pertinentes e, de ser o caso, en relación coas cargas e os niveis críticos mencionados no artigo 2...”.

V.1.III. Rede de auga de chuva

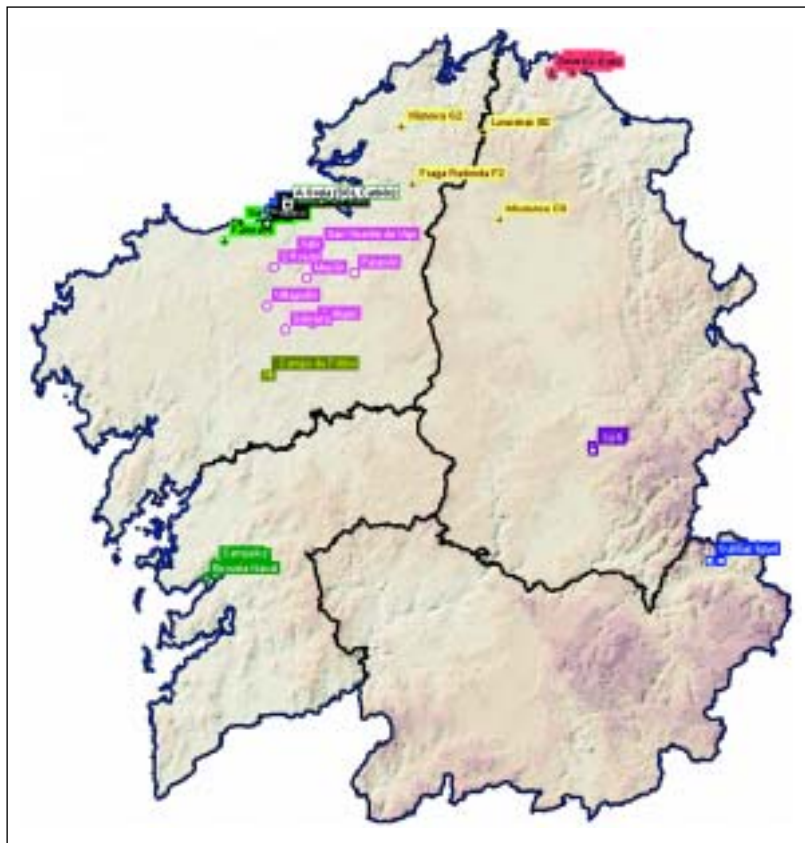
O estudo da deposición de especies acidificantes desenvolveuse tendo en conta dous tipos de mostras de precipitación diferenciadas pola localización e pola duración e frecuencia da mostraxe.

No primeiro dos casos estanse analizando mostras de chuvia daquelas zonas nas que é previsible a afectación de focos de contaminación de tipo industrial (polígonos, industria, etc.), que ademais posúe un período de mostraxe mensual. Tales mostras son facilitadas por certas empresas: Finsa (Santiago), Ence (Pontevedra), Central Térmica das Pontes (A Coruña), Central Térmica de Meirama (A Coruña), Alcoa (San Cibrao-Lugo), Cementos Cosmos (Lugo), Cedie (O Barco-Ourense), Polígono Industrial da Coruña (LMAG), SGL Carbón (A Coruña) e supoñen, actualmente, un total de 37 estacións e forman parte das redes de seguimento e control da contaminación que estas industrias posúen dentro do seu contorno.

Nas seguintes táboas aparecen resumidos os puntos de mostraxe mensual mencionados.

ESTACIÓNS MENSUAIS DA REDE DE AUGA DE CHUVIA						
Nome da Rede	Rede	Nome da Estación	LONXITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	Concello
C.I. – REPSOL	7	Arteixo	08.29.30.W	43.18.25.N	80	Arteixo
C.I. – REPSOL	7	Pastoriza-Repsol	08.28.10.W	43.20.20.N	240	Arteixo
C.I. – C.T. Sabón	7	Lañas	08.31.04.W	43.17.36.N	150	Arteixo
C.I. – C.T. Sabón	7	Paiosaco	08.38.23.W	43.15.48.N	180	Paiosaco
C.I. – C.T. Sabón	7	Sorrizo	08.34.56.W	43.18.27.N	88	Sorrizo
C.I. – Ferroatl. Sabón	7	Sabón	08.30.02.W	43.19.36.N	40	Arteixo
C.I. – Ferroatl. Sabón	7	Suevos	08.29.00.W	43.20.28.N	65	Arteixo
C.I. – SGL Carbón	7	A Grela (LMAG)	08.25.13.W	43.21.21.N	65	A Coruña
C.I. – Arias Hermanos	7	AHCSA	08.26.28.W	43.20.28.N	100	Estrada A Coruña-Arteixo
SGL Carbón	9	G-1	08.25.00.W	43.21.00.N	39	A Coruña
SGL Carbón	9	G-2	08.25.00.W	43.21.00.N	39	A Coruña
SGL Carbón	9	G-3	08.25.00.W	43.21.00.N	39	A Coruña
SGL Carbón	9	G-4	08.25.00.W	43.21.00.N	39	A Coruña
C.T. Meirama	8	Cerceda	08.28.15.W	43.11.41.N	340	Cerceda
C.T. Meirama	8	Galegos	08.20.07.W	43.02.57.N	320	Castro Galegos-Frades
C.T. Meirama	8	Mesón	08.21.20.W	43.09.58.N	440	Mesón do Bento-Carral

ESTACIÓNS MENSUAIS DA REDE DE AUGA DE CHUVIA						
Nome da Rede	Rede	Nome da Estación	LONXITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	Concello
C.T. Meirama	8	Paraxón	08.11.30.W	43.10.43.N	380	Paraxón-Cesuras
C.T. Meirama	8	San Vicente de Vigo	08.18.40.W	43.15.02.N	270	San Vicente de Vigo-Cambre
C.T. Meirama	8	Sobreira	08.25.58.W	43.02.03.N	260	Sobreira-Montaos (Ordes)
C.T. Meirama	8	Villagudín	08.29.40.W	43.05.40.N	270	Villagudín-Ordes
C.T. Meirama	8	Xalo	08.24.15.W	43.13.32.N	470	Monte Xalo-Carral
ENCE, S.A.	4	Areiro	08.40.10.W	42.24.10.N	40	Areiro
ENCE, S.A.	4	Campelo	08.40.36.W	42.26.01.N	20	Campelo
ENCE, S.A.	4	Escola Naval	08.42.30.W	42.23.33.N	40	Escola Naval Militar de Marín
FINSA	6	Bar García	08.30.00.W	42.55.00.N	350	Santiago
FINSA	6	Campo de Fútbol	08.29.00.W	42.55.00.N	350	Santiago
ALCOA - S. Ciprian	1	A Barxa	07.28.40.W	43.42.05.N	20	A Barxa-Xove-Lugo
ALCOA - S. Ciprian	1	A Regueira	07.29.56.W	43.40.40.N	40	A Regueira-Xove-Lugo
ALCOA - S. Ciprian	1	A Veiga	07.26.10.W	43.41.50.N	10	San Cibrao-Cervo-Lugo
ALCOA - S. Ciprian	1	Río Cobo	07.25.58.W	43.41.10.N	90	San Cibrao-Cervo-Lugo
ALCOA - S. Ciprian	1	Xove	07.30.27.W	43.41.25.N	60	Xove-Lugo
C.T. AS PONTES	5	Fraga Redonda	07.59.20.W	43.27.00.N	480	As Pontes
C.T. AS PONTES	5	Louseiras	07.44.20.W	43.32.10.N	540	Muras
Cementos Cosmos, S.A.	3	NNW	07.23.12.W	42.43.25.N	600	Oural-Lugo
Cementos Cosmos, S.A.	3	SUR	07.23.05.W	42.42.45.N	600	Oural-Lugo
CEDIE, S.A.	2	FENOSA	06.57.25.W	42.25.23.N	315	Barco de Valdeorras
CEDIE, S.A.	2	Finca Miguel	06.59.18.W	42.25.28.N	350	Barco de Valdeorras
CEDIE, S.A.	2	Galiñas	06.59.46.W	42.25.30.N	345	Barco de Valdeorras



Estacións de mostraxe de auga de chuvia mensual

Para dispoñer de información sobre a deposición de especies acidificantes en zonas non industrializadas de Galicia, afectadas principalmente por emisións do sector primario (agricultura e gandería), así como para ver a dispersión de contaminantes ao longo do territorio galego, recóllense mostras de precipitación nos puntos que se citan a continuación. As estacións mencionadas forman parte da Rede de Climatoloxía da Consellería de Medio Ambiente a través do Centro de Investigacións Forestais de Lourizán. Neste caso o período de mostraxe é diario. Estas localizacións descríbense no *Mapa 1*.

ESTACIÓNS DIARIAS DA REDE DE AUGA DE CHUVIA				
Nome da Estación	LONXITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	Concello
Carballedo	08.29.18.W	42.28.18.N	350	Carballedo
Castrove	08.42.25 W	42.27.56 N	437	Poio
Illas Cies	08.54.09 W	42.13.15 N	12	Vigo
Lourizán	08.39.35.W	42.24.50.N	60	Pontevedra
Mabegondo	08.15.47.W	43.14.50.N	100	Abegondo
Marco da Curra	07.53.47.W	43.20.30.N	650	Monfero
Marroxo	07.30.10 W	42.28.40 N	650	Monforte
Monte Aloia	08.40.27.W	42.04.37.N	400	Tui
Monte Xalo	08.24.51 W	43.13.96 N	517	Carral
O Xipro	07.01.17.W	43.11.10.N	840	A Fonsagrada
O Invernadeiro	07.20.36 W	42.07.14 N	1020	Castrelo do Val
Pedro Murias	07.04.40.W	43.32.26.N	43	Ribadeo
Sergude	08.27.34 W	42.49.27 N	225	Boqueixón
Xunqueira	07.36.02 W	43.39.13 N	15	Viveiro
Xurés	07.97.91 W	41.89.85 N	1000	Lobios

Resumo estacións diarias da Rede de Auga de Chuvia⁹

En ambos os dous casos o valor de deposición xerado identifícase cunha deposición total aproximada, debido ao tipo de captadores de precipitación utilizados (sistemas abertos), mediante os cales non existe unha diferenciación entre a fracción húmida e a seca.

Para solucionar a deficiencia que supón unha mostraxe con captadores abertos e manuais optouse no último ano por mellorar esta parte da mostraxe adquirindo tres captadores de precipitación húmida autónomos con capacidade para realizar a recollida da mostra diariamente e coa posibilidade de preservar refrixerada in situ esta precipitación. Por iso existen formando parte da rede

⁹ Situación actual da rede de auga de chuvia diaria de Galicia. Produciuse a eliminación de certas estacións de mostraxe con respecto aos anos anteriores, tales como: Santalla, Nodar, Bóveda-Ver, Monte Medo, Muíños e A Curota.

de auga de chuva actual, tres puntos de mostraxe – Marroxo, Monte Xalo e Castrove –, de recente posta en funcionamento, e que permitirán mellorar a calidade dos resultados analíticos xerados ata o momento, así como ampliar, no futuro, o coñecemento da composición da auga de chuva cara a axentes contaminantes contemplados en varias directivas, así como lexislación nacional, tales como compostos orgánicos volátiles e metais de elevada volatilidade (Hg, As...).



Mapa 1. Estacións de mostraxe de auga de chuva diaria

V.1.IV. Medición

Á hora de levar a cabo a caracterización química da auga de chuva dende o punto de vista da acidificación hai que ter en conta os parámetros analíticos que interveñen nese proceso.

O coñecemento científico que actualmente existe sobre a química atmosférica demostra que os óxidos de xofre e de nitróxeno sofren procesos de oxidación a nivel atmosférico a través de reaccións moi diversas¹⁰. Do resultado delas xéranse axentes contaminantes secundarios, tales como os ácidos sulfúricos e ácido nítrico, promotores en maior modo do aumento da acidez da auga de chuva. O estudo da composición química da auga de chuva infórmanos da medida en que estas especies aparecen neutralizadas grazas a especies de natureza básica, tales como o amoníaco e outras especies catiónicas. Por iso a principal vía de análise á hora de estudar a acidificación dunha auga de chuva faise a través da identificación e cuantificación das súas especies aniónicas e catiónicas maioritarias.

Neste momento lévase a cabo a determinación rutineira dos seguintes parámetros analíticos: fluoruros, cloruros, nitritos, nitratos, bromuros, fosfatos, sulfatos, sodio, litio, amonio, potasio, magnesio, calcio, pH e condutividade específica (c.e.).

Posto que as emisións de metais pesados á atmosfera veñen sendo ultimamente obxecto de atención dende un punto de vista lexislativo, estase avanzando dende hai un ano na caracterización química da auga de chuva respecto destas especies, por iso se desenvolveu unha metodoloxía analítica para a determinación de Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Ni, Ao, V, As, Zn e Cr e pendente de ser ampliada cara a especies como o Hg, entre outras.

Por outra banda, e dado que no nivel atmosférico os compostos orgánicos volátiles xogan un papel moi importante na xeración fotoquímica de compostos radicalarios como o hidroxilo e os peroxiradicales, os cales á súa vez favorecen a oxidación dos óxidos de nitróxeno e dióxido de xofre cara a especies ácidas nítrico e sulfúrico, parece conveniente cubrir tamén esta vertente da

¹⁰ Tese doutoral: Vazquez Rodríguez, A.M., 2002. *Contribución al estudio de la deposición ácida en el entorno dunha central térmica*. Universidade de Santiago de Compostela, Facultade de Ciencias, Campus de Lugo, Dpto. de Q. Analítica, Nutrición e Bromatoloxía.

investigación na auga de chuva. Nunha primeira aproximación optouse pola determinación de parámetros xenéricos, como son o carbono orgánico total (TOC), carbono inorgánico total (TIC), nitróxeno total (TN), e valorouse a posibilidade de ampliar este estudo cara á identificación e cuantificación de compostos orgánicos volátiles concretos nun futuro.

V.1.V. Resultados

V.1.V.1. Galicia

O estudo da deposición de especies iónicas maioritarias en auga de chuva levouse a cabo ao longo de 19 puntos de mostraxe diaria durante o ano 2000, 18 puntos durante o ano 2001 e 17 no ano 2002. Este tipo de mostras será identificado en diante como Grupo I. Paralelamente analizáronse mostras mensuais (en diante mostras do Grupo II), correspondentes a puntos de mostraxe localizados dentro do territorio que cobren as Redes de Seguimento e Control da Contaminación Atmosférica de Galicia, distribuídas en 37 puntos e situadas nas proximidades dos principais focos de emisión de contaminantes de orixe industrial de Galicia. Con isto quíxose, por un lado identificar os contaminantes en orixe así como as súas posibles relacións de inmisión nas proximidades aos focos, e por outro coñecer a calidade do aire en puntos non vinculados a focos de emisión de contaminantes primarios, así como o grao de dispersión e transformación dos contaminantes ao longo do territorio galego.

Do tratamento dos resultados analíticos dedúcese que existe unha clara diferenza entre a composición iónica da auga de chuva segundo se trate de mostras do Grupo I e do Grupo II. Véxanse as dúas táboas seguintes nas que se resumen os valores medios ponderados ao volume para algunhas das especies iónicas analizadas e correspondentes aos anos de mostraxe 2000, 2001 e 2002.

	F ⁻			NO ₃ ⁻			SO ₄ ²⁻			NH ₄ ⁺			Ca ²⁺		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Rede-1	15,4	33,7	58,3	22,1	18,8	33,3	168,6	139,4	197,8	20,4	26,1	51,9	66,6	63,0	101,2
Rede-2	2,8	4,8	1,6	17,5	15,0	27,1	162,4	267,8	812,6	22,7	20,7	17,1	734,9	830,3	1668,1
Rede-3	0,6	0,6	1,6	13,7	10,8	19,8	185,9	152,0	193,8	29,5	36,9	70,9	256,7	233,6	637,0
Rede-4	0,1	0,5	1,0	14,1	12,3	26,7	75,7	80,8	121,5	16,7	17,0	23,1	57,4	76,7	98,4

	F ⁻			NO ₃ ⁻			SO ₄ ²⁻			NH ₄ ⁺			Ca ²⁺		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Rede-5	2,2	1,2	3,9	9,4	13,1	18,3	63,6	66,3	75,0	12,4	13,3	10,9	56,9	37,4	36,6
Rede-6	1,0	0,5	1,7	1,1	1,9	4,9	164,0	193,1	251,2	19,7	7,8	7,3	75,7	84,8	150,5
Rede-7	13,5	19,9	27,4	13,6	17,0	33,2	186,3	178,7	280,4	32,0	25,4	39,4	108,5	140,8	210,4
Rede-8	2,3	1,3	3,3	13,8	20,8	28,6	61,6	72,0	107,5	30,4	59,4	93,2	34,9	54,9	83,3
Rede-9	379,9	440,2	612,1	18,5	23,4	42,4	285,0	311,9	556,4	78,8	100,2	114,1	208,2	197,4	350,0

Medias ponderadas de concentración de ións fluoruro, nitrato, sulfato, amonio e calcio en auga de chuva mensual entre os anos 2000 e 2002 (valores expresados en µeq/l).

Ao respecto hai que ter en conta que, se ben sempre se fai referencia a focos de natureza industrial de emisión de contaminantes primarios, tamén se deben ter en conta as contribucións que supoñen sobre a composición química da auga de precipitación as emisións procedentes de focos móbiles, así como de cidades ou núcleos urbanos importantes que polo xeral se mesturan cos industriais.

	NO ₃ ⁻			SO ₄ ²⁻			NH ₄ ⁺			Ca ²⁺		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
A Curota	9,1	13,2	16,4	34,5	55,4	143,5	12,1	12,3	11,1	14,4	28,4	25,8
Bóveda	6,5	3,4	16,5	25,7	32,6	41,1	54,5	18,4	82,0	34,2	29,1	49,7
Carballedo	5,9	3,6	7,5	20,6	24,4	39,1	15,9	16,7	34,1	11,7	23,0	21,5
I. Cíes	6,9	14,5	16,3	57,0	76,4	108,3	14,4	21,6	57,2	36,6	64,9	74,1
O Invernadeiro		4,7	9,9		16,8	27,0		15,4	14,3		9,5	18,6
Lourizán	11,3	27,0	10,0	45,4	72,6	98,2	172,6	99,3	147,0	126,2	122,3	81,1
M. Aloia	12,3	8,1	8,3	32,9	34,2	42,5	138,4	17,4	7,8	22,4	29,0	23,4
M. Medo	15,1	7,1	13,7	135,1	34,6	41,1		145,2	61,4		106,4	99,7
M. da Curra	7,1	17,1	12,5	39,1	74,9	48,7	34,6	38,7	30,1	57,8	56,9	27,9
Mabegondo	12,6	5,2	32,6	163,8	90,9	333,3	133,1	13,1	51,5	23,2	13,0	53,5

	NO ₃ ⁻			SO ₄ ²⁻			NH ₄ ⁺			Ca ²⁺		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Nodar	7,8	9,5	13,6	46,3	33,5	44,5	17,4	28,3	36,8	15,5	41,1	28,1
O Xipro	6,2	28,4	57,1	36,9	41,4	62,3	67,9	91,2	124,0	72,9	76,0	74,4
P. Murias	22,7	15,1	27,0	74,7	63,1	95,6	61,5	28,9	46,3	29,5	36,1	44,5
Santalla	10,7	7,9	48,0	32,2	19,5	57,6	84,7	22,7	22,5	69,5	58,1	126,3
Sergude	5,9	4,6	10,5	26,5	36,8	45,2	14,2	15,6	20,0	20,8	19,8	26,6
Xunqueira	8,8	11,7	27,3	56,0	66,9	122,8	17,7	27,4	23,7	26,8	56,2	35,0
Xurés	10,0	5,0	7,4	35,9	29,6	29,2	15,7	11,8	20,2	10,2	13,9	14,0

Medias ponderadas de concentración de ións nitrato, sulfato, amonio e calcio en auga de chuvia diaria entre os anos 2000 e 2002 (valores expresados en µeq/l).

A diferenza tradúcese na significativa diminución dos valores de pH observados nas mostras procedentes de zonas industriais, véxanse o gráficos 1 e 2, así como da elevada carga de especies iónicas como fluoruro, calcio, sulfato magnesio e nitrato que acompañan a este tipo de mostras e que xeralmente gardan unha relación cos procesos industriais preferentes que teñen lugar nas zonas de estudo¹¹.

Observáronse valores altos de fluoruros na zona identificada como rede 9 na provincia da Coruña. Para esta especie tamén se apreciaron valores significativos na rede 1 (Lugo-San Cibrao), aínda que en niveis moi inferiores aos observados na Coruña.

Na zona que constitúe o Polígono Industrial da Coruña, obtivéronse valores altos de especies como o calcio, o sulfato, e nalgúns puntos concretos, o amonio (A Grela), debido, para este último parámetro, á proximidade do punto a un foco potencial de emisións de amoníaco.

As zonas que engloban as redes 2 e 3 caracterizáronse por valores elevados de pH causados necesariamente polos valores tamén altos das especies

¹¹ Vázquez, A., Costoya, M., Peña, R.M., García, S., Herrero, C. 2003. "A rainwater quality monitoring network: a preliminary study of the composition of rainwater in Galicia (NW Spain). Chemosphere, 51, 375-386.

calcio e magnesio, sendo esta última especie máis relevante na rede 3 que na rede 2 e que posiblemente ten a súa orixe en entidades industriais situadas nas proximidades da zona cuxos procesos derivan en emisións de material particulado en cuxa composición se encontra este ión formando parte.

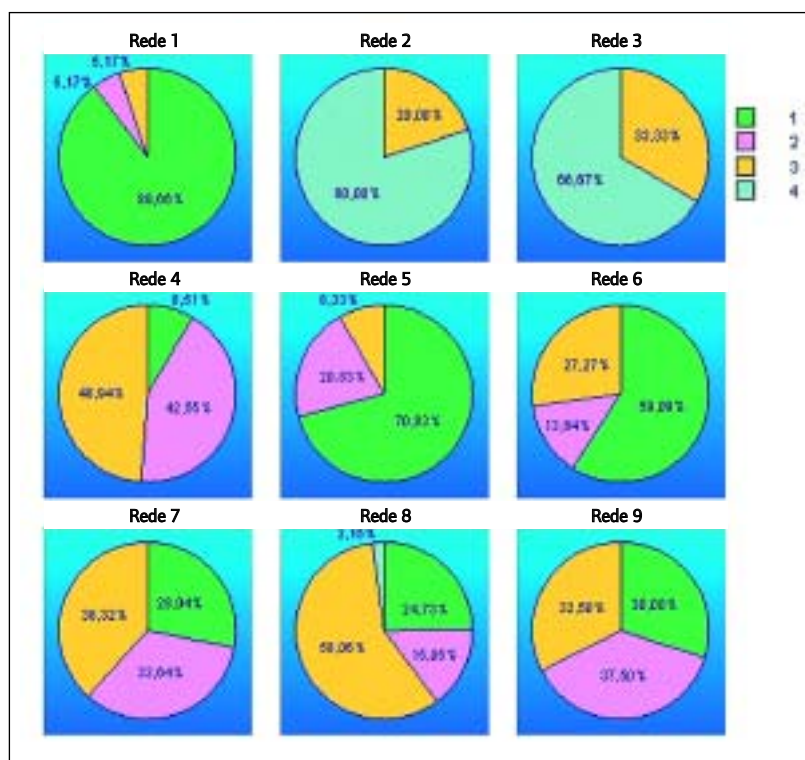
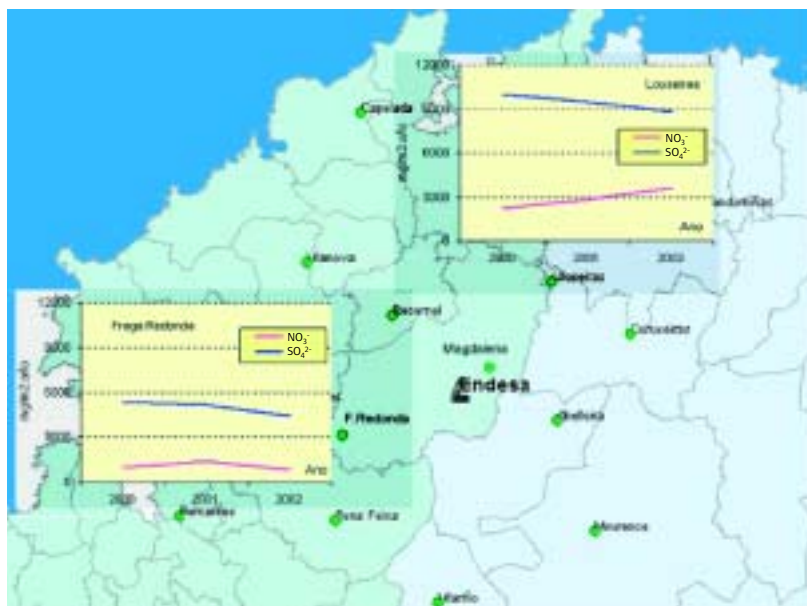


Gráfico 1. Distribución do pH en mostras mensuais do ano 2002 segundo redes de mostraxe. (1= pH<5,00; 2= pH 5,01-5,60; 3= pH 5,61-7,00; 4= pH>7,01)

A acidez das mostras recollidas nos captadores situados nas redes 1, 5 e 6 diferenciouse das restantes polos seus valores lixeiramente superiores. No caso da rede 5 pódense apreciar a través das táboas 3 e 4 que os valores medios de concentración de nitrato e sulfato non son elevados, pero a acidez si o é debi-

do á escasa deposición dos dous principais axentes neutralizantes, que son o amonio e o calcio.

Nas zonas identificadas como rede 7, rede 5 e rede 8, a característica principal que cómpre enunciar é a gran variación observada na composición química da auga de precipitación, segundo o punto de mostraxe ao que se faga referencia dentro da propia zona. Nestes casos a disposición dos captadores cobre un amplo territorio redundando, por iso, nunha maior diferenciación das condicións ambientais locais que rodean os captadores. Así, por exemplo, véxase mapa seguinte, existe unha clara diferenza na deposición observada para o nitrato e o sulfato entre dúas das estacións de mostraxe da rede 5 (Louseiras e Fraga Redonda), simplemente pola situación destas respecto do principal foco emisor de óxidos de nitróxeno e dióxido de xofre situado nese contorno.



Variación da deposición anual de nitrato e sulfato na rede 5 entre os anos 2000 e 2002. Valores expresados en mg/m².ano

En contra de que isto poida parecer un problema, é unha propiedade básica que deben cumprir as localizacións dos puntos de mostraxe nun estudo desta natureza, posto que do que se trata é de medir a afectación da deposición en extensións amplas que rodean os focos de emisión e non nas inmediacións a estes onde aínda non tivo lugar a dispersión e a transformación dos contaminantes.

O feito de que nalgúñas das zonas estudadas, as localizacións estean moi próximas á propia empresa, fai que os valores encontrados de concentración de especies iónicas na auga de chuvia sexan elevados e a súa orixe sexa posiblemente a propia emisión.

Respecto do dito ata o momento hai que ter moi presente que se ben os valores de deposición se refiren a puntos de mostraxe correspondentes ás redes de seguimento da contaminación atmosférica dalgúñas empresas, as especies iónicas atopadas nesa zona non necesariamente teñen que provir da empresa propietaria do equipo de captación.

A composición da auga de chuvia nos puntos de mostraxe diario (Grupo I) caracterizouse por valores de acidez escasos, véxase Gráfico 2, na maioría dos puntos estudados o pH situouse por riba de 5,6 unidades. De todas as zonas estudadas, Xunqueira foi a que presentou un valor de pH máis baixo e Monte Medo a de pH máis alto. Polo xeral observouse unha maior acidez nas zonas costeiras e a causa principal foi a menor proporción atopada nestes casos da especie amonio.

Segundo o observado a partir dos resultados analíticos das mostras diarias, as cales como se dixo quedan afastadas de focos de contaminación industrial importante, a fonte principal de contaminación nestas zonas é o propio amonio, o cal ten unha orixe fundamentalmente bioxénica (actividades agrarias e gandeiras), algo que se fai notar moi claramente naquelas localizacións en cuxas proximidades é habitual a presenza de animais, xa sexa en granxas ou soltos en pastoreo, así como a práctica agraria de forma intensiva.

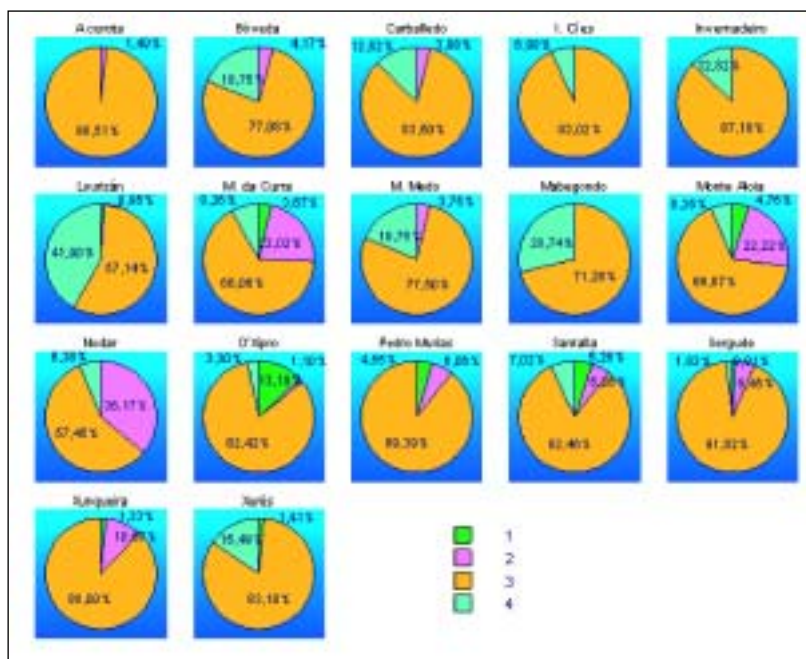


Gráfico 2. Distribución do pH en mostras diarias do ano 2002 segundo puntos de mostraxe. (1= pH<5,00; 2= pH 5,01-5,60; 3= pH 5,61-7,00; 4= pH>7,01)

Ao respecto desta especie, apreciáronse descensos importantes dentro do conxunto de mostras diarias na súa concentración ao pasar do ano 2000 ao ano 2001, especialmente naquelas zonas como Monte Medo e Monte Aloia, nas cales a principal peculiaridade era a abundancia de amonio. Tamén se observou o mesmo comportamento para o nitrito. A mellora na xestión da mostraxe, así como a introdución durante o ano 2001 de medios materiais indispensables para a conservación e análise rápida das mostras dentro do mesmo laboratorio, foron as causas principais destes cambios.

Unha característica común a calquera dos dous conxuntos de zonas (asociadas ou non a focos industriais) é a presenza abundante na auga de precipitación de especies relacionadas co aerosol mariño, introducidas dende as diferentes zonas costeiras e principalmente favorecidas pola entrada de ventos do cuadrante sur-occidental, tan frecuentes durante os períodos húmidos. Esta

afectación é máis notable nas zonas situadas próximas á costa (Muiños, Nodar, Xunqueira, C.I. da Coruña, Alcoa, etc.), fronte ás situadas máis ao interior (O Xipro, Invernadeiro, Xurés, etc.), nas cales a proporción cloruro e sodio fronte a calcio e potasio se distancia considerablemente a favor das segundas¹².

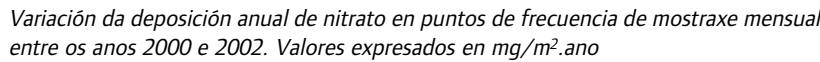
Isto significa que se produce unha achega moi importante cara ao solo de especies de natureza mariña, tales como os sales sódicos, magnésicos e cálcicos do cloruro e do sulfato. Existe coñecemento sobre a relación destes ións nun aerosol mariño típico¹³, de tal modo que se se resta ao total da deposición de sulfato a fracción puramente mariña, os valores poden cambiar significativamente en certos puntos do territorio galego, especialmente os máis próximos á costa. Así, a modo de exemplo, para o ano 2001, dentro das zonas de mostraxe do Grupo II, ás que se lles atribúe as maiores fraccións de deposición non mariña para o sulfato foron a rede 2 (97,3%) e a rede 3 (91,5%), mentres que se obtiveron valores de sulfato non mariño mínimos na rede 1 (56,3%) e na rede 9 (55,9%).

Mapas de deposición

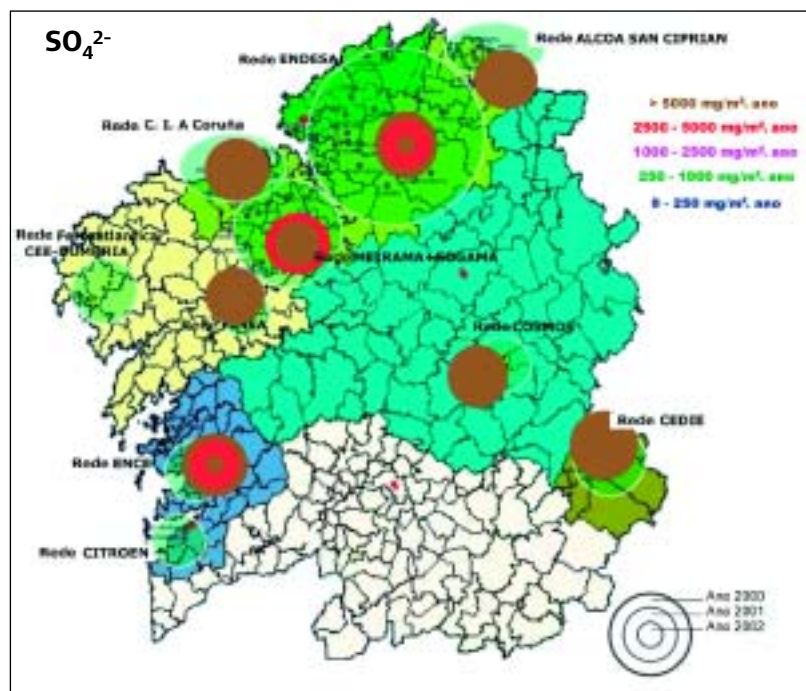
A continuación preséntanse os valores de deposición, expresados en mg/m².ano, obtidos entre os anos 2000 e 2002 e correspondentes ao total de puntos de mostraxe de auga de chuvia. Ao igual que se fixo no apartado anterior representáronse as deposicións atendendo á frecuencia da mostraxe ou o que é o mesmo á proximidade a focos recoñecidos de emisión de contaminantes.

¹² Recoñecéronse notables deficiencias na execución da mostraxe, especialmente no que concerne á mostraxe diaria, posto que na maioría dos puntos estudados non se levou a cabo a recollida de mostras de precipitación durante todos os días nos que realmente tivo lugar este fenómeno. Esta situación desvirtúa en modo variable a veracidade das conclusións que poidan extraerse dos resultados analíticos, especialmente no que concerne ao cálculo da deposición anual das especies iónicas e a súa posterior comparación interestacional e segundo as modalidades de mostraxe.

¹³ Colin, J.L.; Jaffrezo, J.L.; Pinart, J.; Roulette-Cadene, S. 1987. "Sequential sampling of snow in a rural area. Experimentation and identification of the acidifying agents". Atmos. Environ. 21,(5), 1147-1157.



72

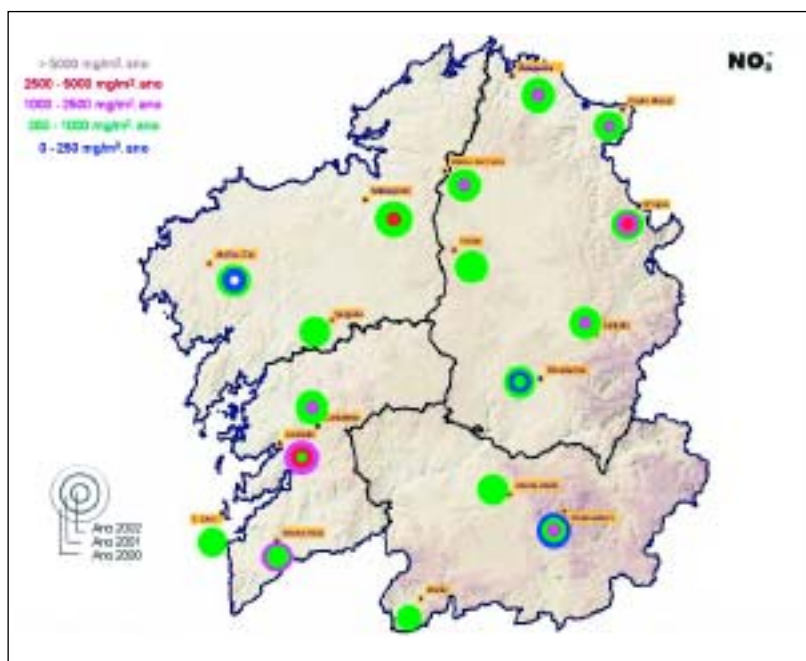


Variación da deposición anual de sulfato en puntos de frecuencia de mostraxe mensual entre os anos 2000 e 2002. Valores expresados en mg/m².ano

O panorama da deposición é ben diferente cando se observan os valores obtidos para as mostras diarias (Grupo I), os cales se reflicten nos dous mapas seguintes. A diminución alcanza, nalgúns zonas, ata varios niveis da escala. Así para o nitrato hai que falar agora de valores de deposición preferentemente situados dentro do intervalo 250-1 000 mg/m².ano, agás para as zonas de Lourizán, Mabegondo e O Xipro nalgún dos anos estudados¹⁴, que alcanzan

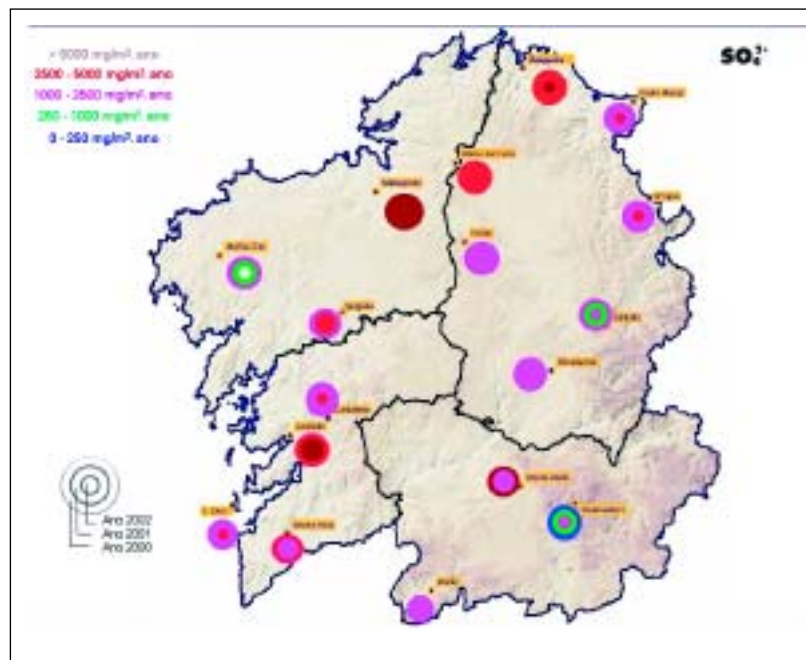
¹⁴ Observación: Hai que tomar os valores de deposición de mostras diarias como orientativos, posto que, tal como se menciona no seu momento, a mostraxe neste caso non representa o 100% dos días de chuvia reais de cada ano, polo tanto é de esperar que estes valores sexan superiores.

cifras superiores ao devandito valor. A variación interanual do nitrato é maior á do sulfato, apreciándose unha lixeira subida nos valores de deposición para un bo número de estacións durante o ano 2002.



Variación da deposición anual de nitrato en puntos de frecuencia de mostraxe diaria entre os anos 2000 e 2002. Valores expresados en mg/m².ano

Novamente, ao igual que sucedeu ao comparar a deposición de nitrato fronte á do sulfato para estacións do Grupo II, a deposición de sulfato nas zonas do Grupo I é sempre superior á do nitrato, sendo habitual atopar valores dentro do intervalo 1 000-2 500 mg/m².ano. A tendencia interanual do sulfato é á alza para puntos como Xunqueira, Pedro Murias, O Xipro, Invernadeiro, Sergude, Carballedo, Lourizán e Illas Cíes.



Variación da deposición anual de sulfato en puntos de frecuencia de mostraxe diaria entre os anos 2000 e 2002. Valores expresados en mg/m². ano

V.1.V.2. A deposición en Galicia fronte a Europa

Tratar de mostrar aquí os resultados obtidos de deposición das especies medidas en auga de chuvia ata a data é impensable, polo enorme volume manexado, por iso se optou por presentar unha comparativa realizada sobre os datos de deposición do ano 2001 en auga de chuvia diaria para Galicia e os valores de deposición observados noutros puntos de Europa realizados pola EMEP¹⁵, dentro do programa de control da deposición de especies acidificantes.

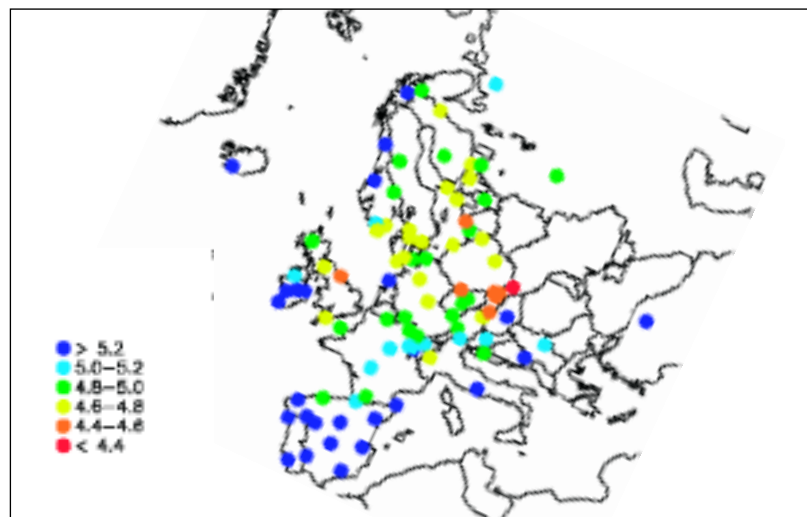
¹⁵ Gunn Hjellbrekke, A. (2003): "Acidifying and eutrophying compounds" EMEP/CCC-REPORT 3/2003. Referencia 0-7727, xullo 2003.

A continuación compáranse os valores da media ponderada anual da concentración dalgúns ións, tales como sulfato, nitrato, amonio e calcio, así como do pH, correspondentes ao ano 2001, para Europa, cos mesmos resultados obtidos para Galicia no ano 2001 baixo unha mostraxe con captadores de deposición total e frecuencia de recollida de chuvia diaria (Grupo I).

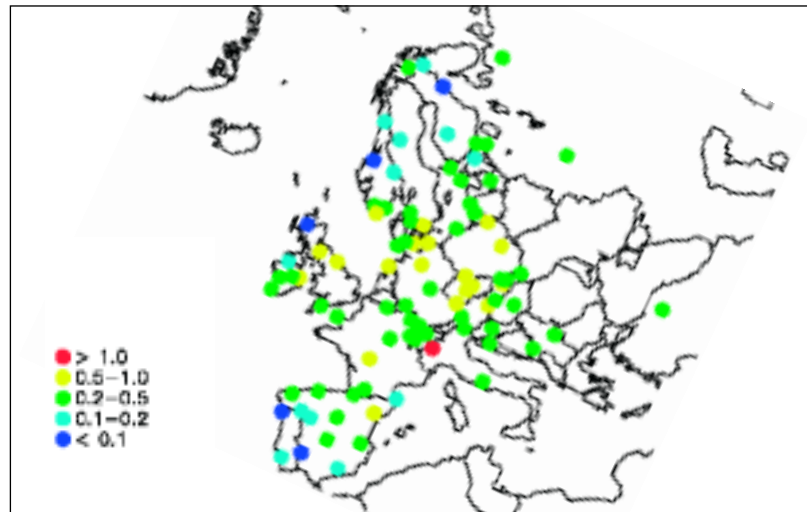
A mostraxe de chuvia non é uniforme por toda a rexión europea, utilizándose nalgúns casos captadores de deposición total e noutros captadores de deposición húmida. Así mesmo, a metodoloxía analítica empregada tampouco é igual para todos os países membros, sendo, porén, moi habitual o uso da cromatografía iónica tanto na determinación de aniões como de catións. A frecuencia de mostraxe tamén difire se é semanal ou diaria segundo os casos.

Na táboa que figura máis adiante resúmense as medias ponderadas anuais para as estacións de mostraxe de chuvia con frecuencia de recollida diaria, para as variables pH, sulfato non mariño, nitrato, amonio e calcio. Asemade especifícanse ao lado de cada valor medio a cor que lle corresponde segundo a división de intervalos utilizada pola EMEP para a confección dos mapas en cada parámetro de análise.

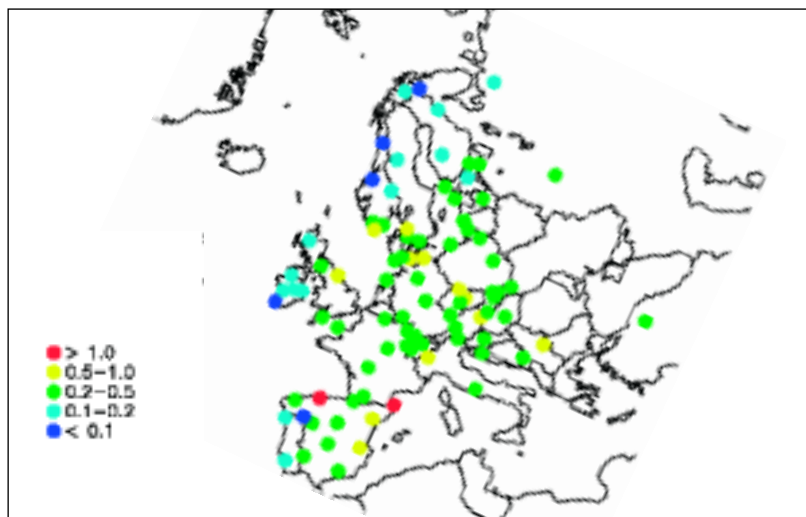
Dos resultados extráese que existe unha coincidencia entre os valores presentados para o pH e o nitrato en Europa, para a estación da EMEP situada en Galicia (O Saviñao, Lugo) cos obtidos para o territorio galego neste estudo. Estes valores son similares aos observados noutros puntos de medición dentro de España. Agás un punto situado no litoral cantábrico, sempre se producen valores de pH superiores a 5,2 unidades.



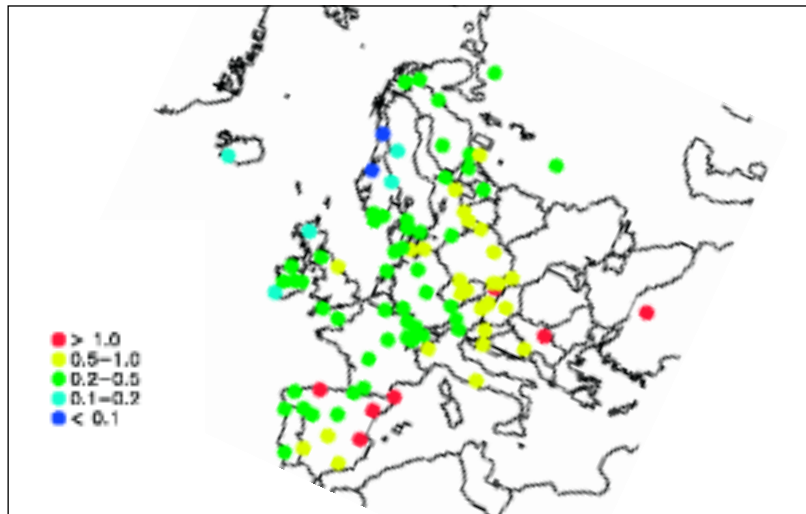
Distribución xeográfica do pH en Europa. Ano 2001



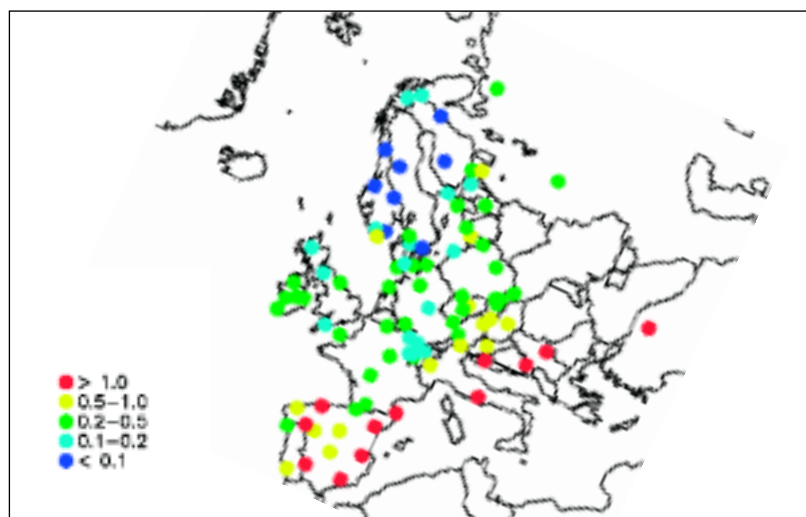
Distribución xeográfica do amonio en Europa (mg N/L). Ano 2001



Distribución xeográfica do nitrato en Europa (mg N/L). Ano 2001



Distribución xeográfica do sulfato non mariño en Europa (mg S/L). Ano 2001



Distribución xeográfica do calcio en Europa (mg Ca/L). Ano 2001

Zona	pH p.v.	mg(Nitrato)/L	mg(Sulfato nm)/L	mg(Amonio)/L	mg(Ca)/L
A Curota	5,8	0,11	0,89	0,17	0,57
Bóveda	6,6	0,03	0,52	0,26	0,58
Carballido	6,1	0,03	0,39	0,23	0,46
Invernadeiro	6,3	0,04	0,27	0,22	0,19
Lourizán	6,3	0,22	1,16	1,39	2,45
M. Aloia	5,7	0,07	0,55	0,24	0,58
M. Meab	6,1	0,06	0,55	2,03	2,13
M. da Curra	5,6	0,14	1,20	0,54	1,14
Mabegondo	6,7	0,04	1,45	0,18	0,26
Nodar	5,8	0,08	0,54	0,40	0,82
O Xipio	6,2	0,23	0,66	1,28	1,52
P. Murias	5,8	0,12	1,01	0,40	0,72
Santalla	6,3	0,06	0,31	0,32	1,16
Sergude	5,7	0,04	0,59	0,22	0,40
Xunqueira	5,5	0,09	1,07	0,38	1,12
Xurés	6,5	0,04	0,47	0,16	0,28

Valores medios ponderados en auga de chuva para Galicia (ano 2001)

Estes valores de pH son considerablemente superiores aos achados en Europa Central e Europa do Leste, onde é habitual encontrar valores dentro do intervalo 4,6-4,8 ou inferiores, máis coincidente co observado en mostras do Grupo II, (*Gráfico 1*).

Para o nitrato, incluso se obteñen, na maioría dos puntos de mostraxe, valores de concentración anual inferiores ao mostrado no Saviñao, e agás para O Xipro e Lourizán, máis da metade máis baixos que os doutras zonas de España e resto de Europa.

A maior diferenza atópase nas especies sulfato non mariño, amonio e calcio. Para estes ións a variabilidade interzonal é moi importante dentro do territorio galego, demostrando que son especies moi dependentes de fontes de emisión locais xa sexan antropoxénicas, terrestres ou bioxénicas. Non hai que esquecerse, ao respecto, de que os resultados propios que se manexan se corresponden cunha deposición total, non cunha deposición húmida, iso significa que sempre son esperables concentracións superiores a unha mostraxe de deposición húmida.

Para o amonio as concentracións atopadas en Galicia aproxímanse máis ás europeas, incluso sendo superadas nalgúns estacións, que ás medidas no Saviñao. Existen puntos de mostraxe, tales como, Lourizán, Monte Medo e O Xipro, nos que a concentración é moi superior á medida noutros puntos de España e resto de Europa. Non obstante hai que ter en conta a vulnerabilidade deste parámetro analítico, o máis susceptible de sufrir modificacións segundo a calidade da mostraxe. No seu momento xa se mencionou a limitada idoneidade da mostraxe diaria realizada ata a data, situación na que se está traballando para alcanzar unhas condicións mínimas necesarias para xerar resultados de maior fiabilidade respecto de certas especies químicas analizadas.

En conxunto os valores de sulfato non mariño son lixeiramente superiores aos achados no resto de España e outros países europeos. Hai cinco puntos “negros” dentro do total de estacións da mostraxe: Lourizán, Marco da Curra, Mabegondo, Xunqueira e Pedro Murias. A situación xeográfica de Lourizán e Mabegondo explica a existencia de tales valores, é probable que se produzan deposicións de orixe antropoxénica claras, debido no primeiro caso á presenza dunha industria de fabricación de cloro-alcali-celulosa, e no segundo dos casos debido a prácticas agrarias e posiblemente a emisións de tipo industrial. Para as tres zonas restantes a explicación non é tan evidente, pero gardan relación

coas emisións dende polígonos industriais e núcleos urbanos situados a certa distancia en dirección á costa, así como ás dúas centrais térmicas estudadas no apartado de mostras mensuais.

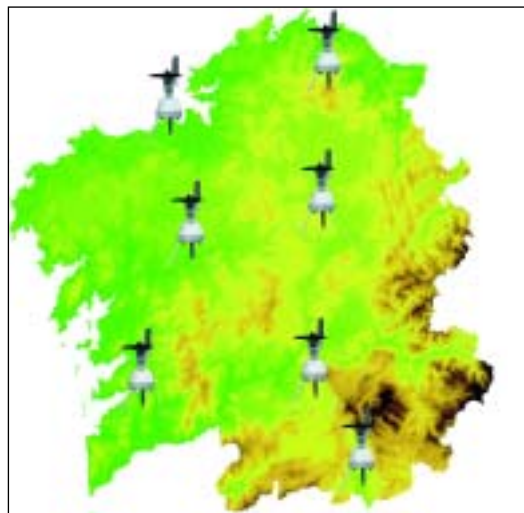
A distribución do calcio en Europa é ben diferente ao das restantes especies presentadas nos mapas superiores. Existe un aumento moi considerable dos valores ponderados cara ao sur de Europa, indicando a influencia do continente africano e especialmente as incursións de partículas saharianas cando a dirección do vento é do sur. Dentro do conxunto de estacións examinadas, a variabilidade dos resultados é grande. Existe unha coincidencia entre o valor medido para o calcio no Saviñao cos obtidos en zonas como Lourizán, Monte Medo, Marco da Curra, O Xipro, Santalla e Xunqueira, con concentracións ponderadas superiores a 1 mg(Ca)/L, que á súa vez coinciden con aqueles encontrados na maioría das localizacións mediterráneas. Porén existen zonas como Carballedo, Mabegondo, Invernadeiro, Sergude e Xurés, nas cales a concentración ponderada anual se aproxima máis ás achadas en Europa do Centro (Francia, Alemaña, Reino Unido, Irlanda, Polonia, etc.), con valores situados no intervalo 0,1-0,2 e 0,2-0,5 mg(Ca)/L.

V.2. Niveis de pole en Galicia

V.2.1. A Rede Galega de Aerobioloxía

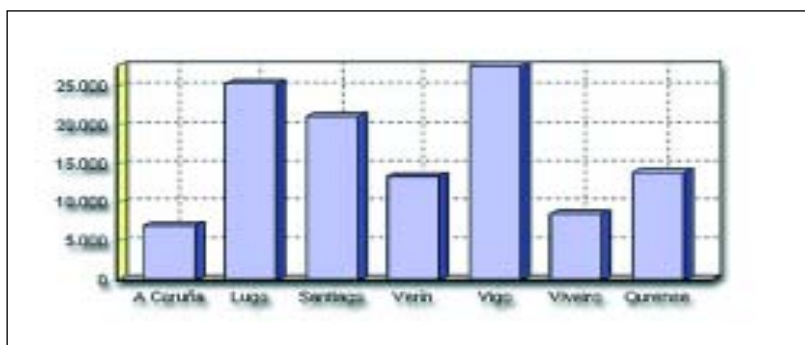
A Rede Galega de Aerobioloxía (RGA) dispón de 7 captadores distribuídos ao longo da xeografía galega. Os puntos de mostraxe están situados actualmente na Coruña, Lugo, Ourense, Santiago, Verín, Vigo e Viveiro. Esta localización responde a criterios bioxeográficos cos que se pretende dar unha visión global do estado da nosa comunidade autónoma.

Un dos obxectivos da RGA é o de determinar cales son os alérxenos máis comúns en Galicia e en que época do ano son máis abundantes.



Disposición dos captadores volumétricos da RGA (Fonte: <http://www.siam-cma.org>)

O posto de honra tanto polo seu carácter alérxeno como pola súa gran presenza no aire é para o pole das gramíneas. Despois encóntrase o das urticáceas, tamén fonte de alerxias, e o bidueiro. Dende o punto de vista aerobiolóxico, estas tres especies constitúen xunto co piñeiro, o carballo, o castiñeiro, o ameneiro, o plátano e a chantaxe, as especies máis importantes en Galicia, tanto pola cantidade de pole que liberan á atmosfera durante a súa eclosión floral como polos problemas que lles causan ás persoas alérxicas da nosa comunidade.



Os datos recollidos permiten comprobar que os niveis polínicos se manteñen sobre a media nacional con cantidades entre 20 000 e 37 000 grans de pole totais anuais.

V.2.1.1. CIDADES

En canto ás cidades galegas Vigo é a que presentou unha maior concentración polínica durante 1999, rexistrándose un total anual de máis de 27 500 grans de pole. As causas que inducen este alto volume de grans de pole son a súa resgardada situación xeográfica, as grandes plantacións de piñeiros e a proliferación de urticáceas. Tamén destaca Lugo con 25 000 grans, correspondentes fundamentalmente ao pole de gramíneas.

Santiago.- A maior parte do pole presente na atmosfera da cidade procede dos bidueiros e as gramíneas. A polinización de bidueiro, piñeiro e carballo, principalmente durante abril provocan que este sexa o mes de maior concentración polínica seguido de maio, xuño e xullo.



Pole de ameneiro (Alnus glutinosa). Fonte: www.usc.es/aerobio.

Vigo.- Destaca o pole de urticáceas, gramíneas e piñeiros, sendo a polinización que ten lugar durante o mes de marzo a que xera as maiores concentracións. Febreiro debido aos ameneiros e alciprestes, e xullo con gramíneas tamén presentan altas concentracións.

A Coruña.- Destacan urticáceas e gramíneas sobre todo en abril, maio, xuño e xullo. A súa aberta situación xeográfica fai que as concentracións sexan 4 veces menores que noutras cidades como Vigo.

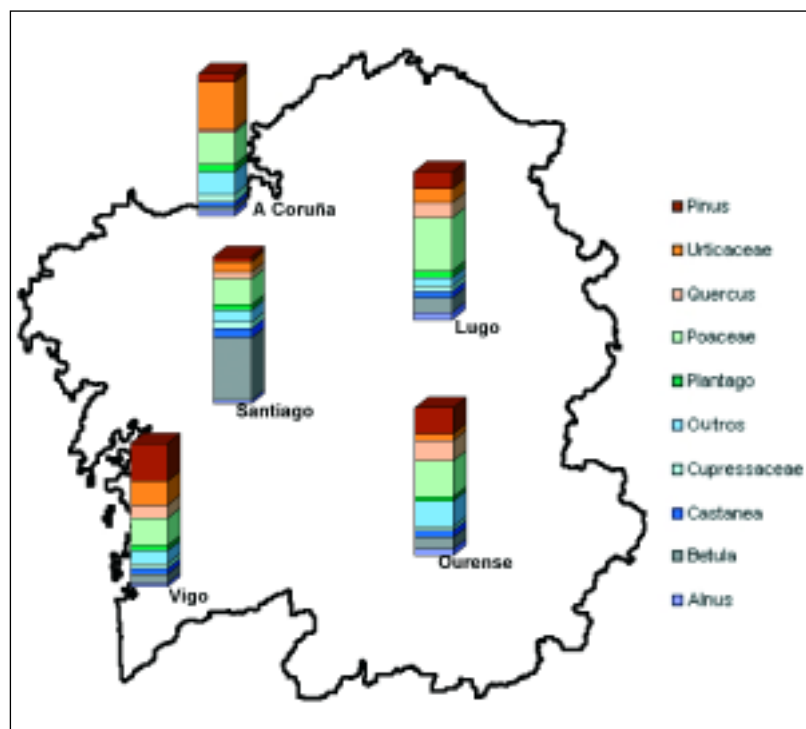
Lugo.- O 40% do pole recollido é de gramíneas, cuxa polinización ten lugar fundamentalmente en xullo. Rexístrase, así mesmo, unha abundante presenza de pole de bidueiro, piñeiro, carballo e urticáceas.

Ourense.- As gramíneas e o piñeiro destacan por riba doutras especies como carballo, ameneiro ou castaño. Abril é o mes de maior concentración polínica como consecuencia da polinización simultánea do piñeiro e o carballo, árbores que son grandes produtores de pole.

Verín.- Unha vez máis son as gramíneas a especie máis abundante, e xuño o mes coas concentracións máis elevadas debido á polinización desta familia. Rexístrase tamén unha numerosa presenza de pole de piñeiro e ameneiro.

Viveiro.- Gramíneas e urticáceas son responsables do 48% do pole, con valores considerables de bidueiro e castaño. Por meses, os de maiores concentracións son abril, maio, xuño e xullo.

No gráfico seguinte represéntanse os taxons máis frecuentes das principais cidades galegas, representados como porcentaxes de cada especie como media dos anos 2000, 2001 e 2002:



Nas táboas seguintes preséntanse os máximos de pole recollidos para cada ano de cada especie:

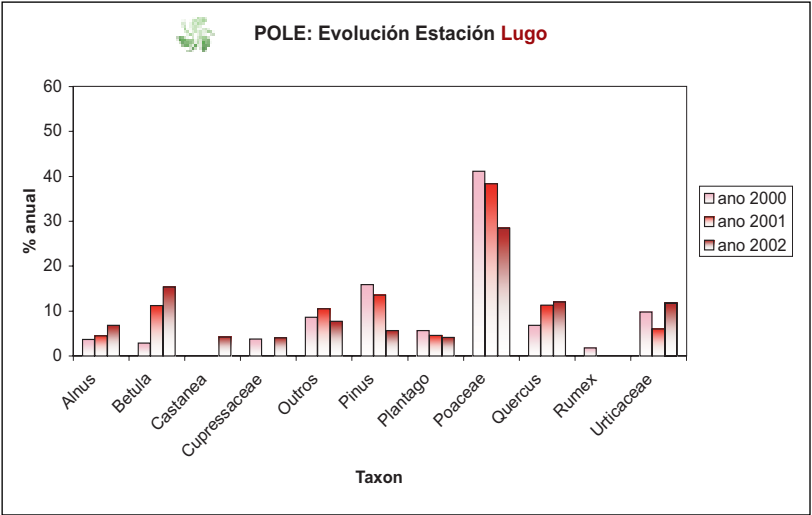
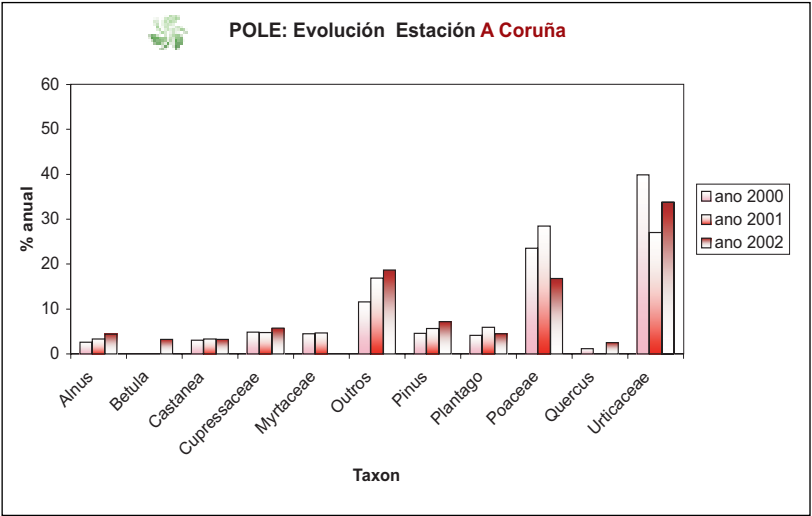
MÁXIMOS DE POLE RECOLLIDO ENTRE 01/01/2000 e 31/12/2000 DATOS das 7 ESTACIÓNS	
Parámetro	Valor (Nº de grans/m³)
PIÑEIRO	1.131
GRAMÍNEAS	703
PLÁTANO	363
AMENEIRO	329
CARBALLO	209
BIDUEIRO	199
CUPRESACEAS	192
CASTIÑEIRO	161
OLIVEIRA	155
ESTRUGAS	113
CHOUPEIRAS	76
CEDRO	66
FREIXO	51
ACEDEIRA	49
OUTRAS	44
CHANTAXE	42
ERICÁCEAS	26
SALGUEIRO	22
MIRTÁCEAS	22
QUENOPODIÁCEAS	13
LIGUSTRO	12
COMPOSTAS	8
ABELEIRA	6
LAMAGUEIRO	4
MORÁCEAS	1

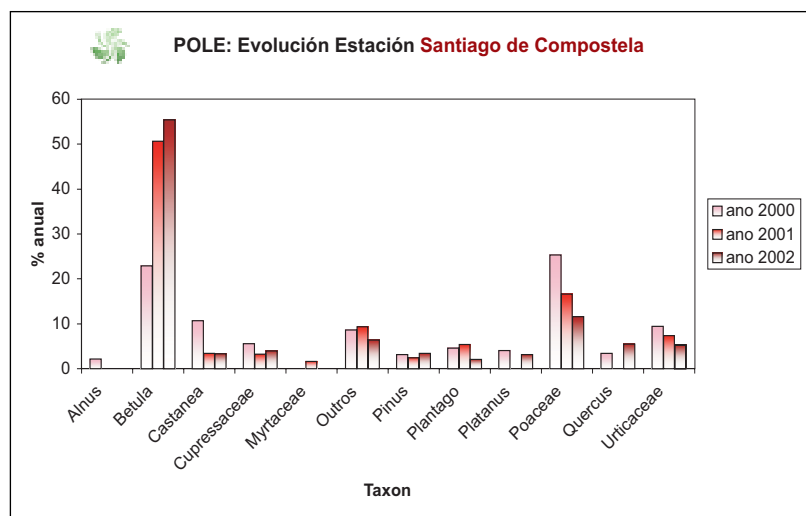
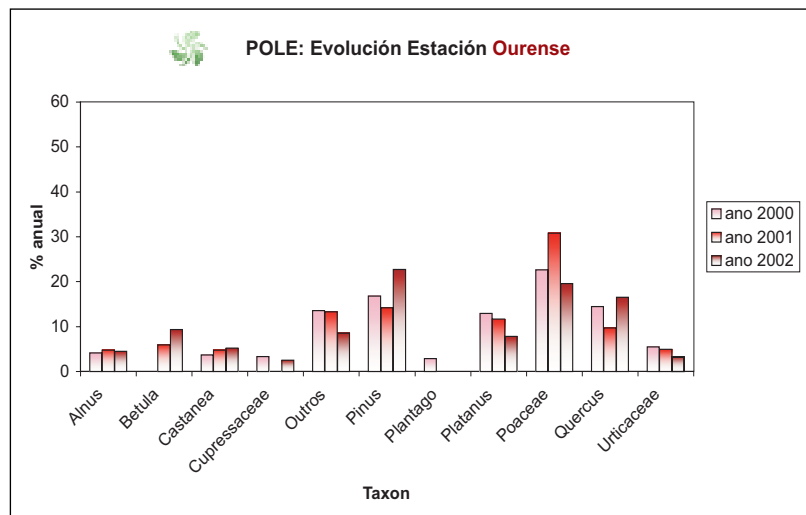
MÁXIMOS DE POLE RECOLLIDO ENTRE 01/01/2001 e 31/12/2001 DATOS das 7 ESTACIÓNS	
Parámetro	Valor (Nº de grans/m³)
BIDUEIRO	1.186
AMENEIRO	806
GRAMÍNEAS	630
PIÑEIRO	408
PLÁTANO	357
CARBALLO	198
ESTRUGAS	129
CASTIÑEIRO	112
FREIXO	103
OUTRAS	64
OLIVEIRA	51
ACEDEIRA	46
CUPRESÁCEAS	43
CHANTAXE	36
CEDRO	29
CHOUPEIRAS	28
MIRTÁCEAS	27
SALGUEIRO	19
ERICÁCEAS	19
COMPOSTAS	12
LAMAGUEIRO	10
LIGUSTRO	6
ABELEIRA	6
QUENOPODIÁCEAS	3
MORÁCEAS	0

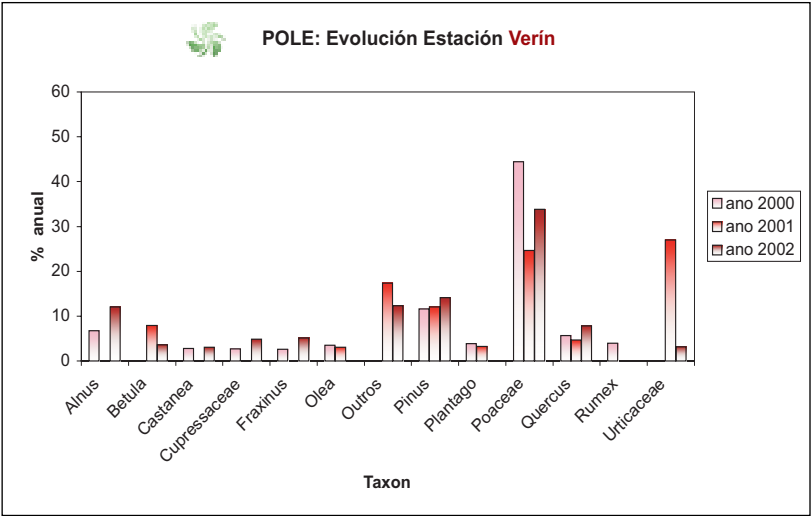
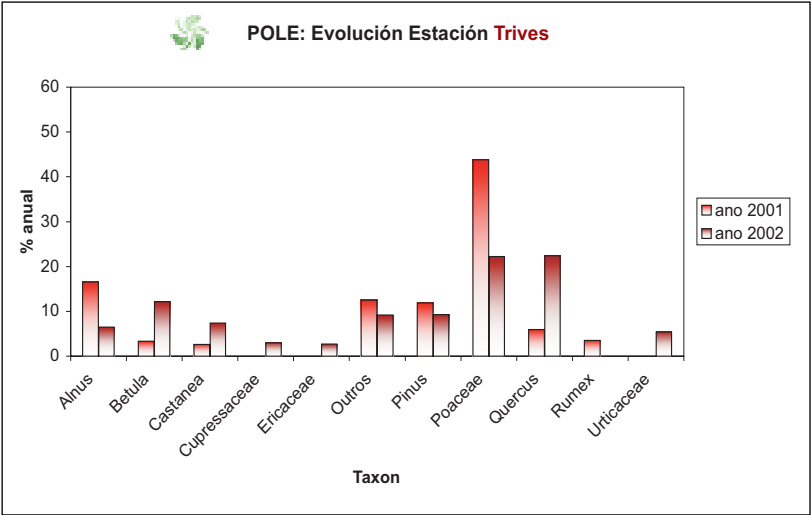
MÁXIMOS DE POLE RECOLLIDO ENTRE 01/01/2002 e 31/12/2002 DATOS das 7 ESTACIÓNS	
Parámetro	Valor (Nº de grans/m³)
BIDUEIRO	1.694
PIÑEIRO	1.222
CARBALLO	834
AMENEIRO	639
GRAMÍNEAS	535
PLÁTANO	325
CUPRESÁCEAS	263
FREIXO	223
CASTIÑEIRO	221
OLIVEIRA	129
ESTRUGAS	107
ERICACEAS	104
SALGUEIRO	60
OUTRAS	47
ACEDEIRA	39
CHANTAXE	38
CHOUPEIRAS	31
CEDRO	29
ABELEIRA	24
LIGUSTRO	19
MIRTÁCEAS	14
QUENOPODIACEAS	6
COMPOSTAS	5
LAMAGUEIRO	3
MORÁCEAS	1

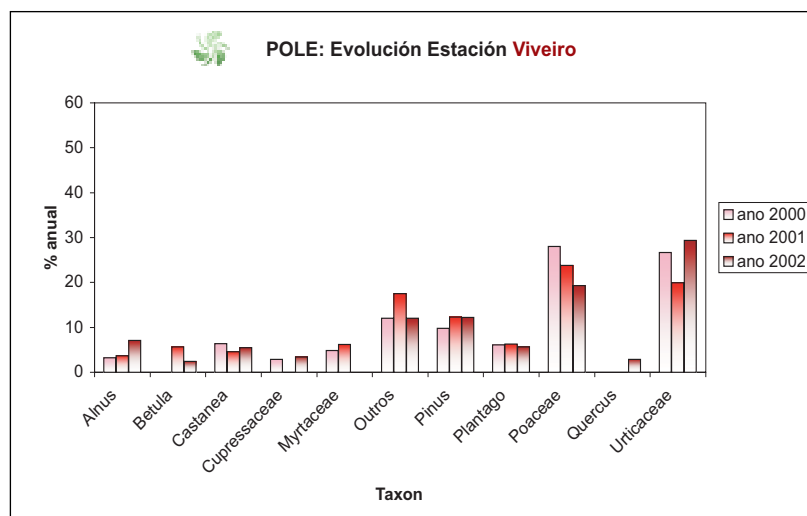
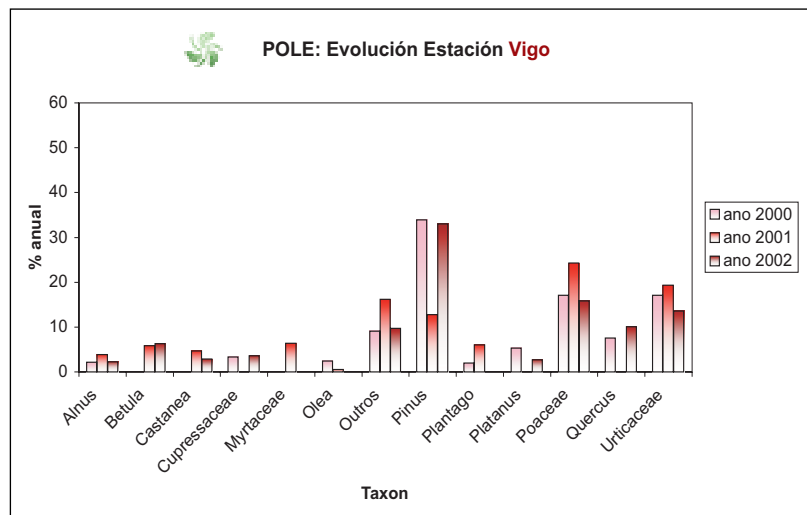
TERMOS MEDIO DE POLE RECOLLIDO ENTRE 01/01/2000 e 31/12/2002 DATOS das 7 ESTACIÓNS	
Parámetro	Valor (Nº de grans/m³)
GRAMÍNEAS	13,04
PIÑEIRO	7,25
BIDUEIRO	6,43
ESTRUGAS	5,58
CARBALLO	4,63
AMENEIRO	2,58
CASTIÑEIRO	2,04
CUPRESÁCEAS	1,68
CHANTAXE	1,65
PLÁTANO	1,49
OUTRAS	1,46
ACEDEIRA	0,79
ERICÁCEAS	0,55
OLIVEIRA	0,55
MIRTÁCEAS	0,49
FREIXO	0,48
SALGUEIRO	0,25
CHOUPEIRAS	0,19
QUENOPODIÁCEAS	0,15
CEDRO	0,13
COMPOSTAS	0,11
ABELEIRA	0,10
LIGUSTRO	0,06
LAMAGUEIRO	0,02
MORÁCEAS	0,00

A evolución dos niveis de pole das distintas especies observadas nas estacións galegas, durante os anos 2000, 2001 e 2002, son as seguintes:









VI. A CALIDADE DO AIRE EN GALICIA

VI.1. Introducción

Co propósito de comprobar a evolución que a calidade do aire en Galicia experimentou durante o trienio 2000-2002, e realizar unha aproximación á situación fronte aos obxectivos que se deberán cumprir á luz do Real decreto 1073/2002, recolléronse todos os datos de SO_2 , NO_2 , NO_x e PM_{10} das estacións da Rede de Control Industrial situada no contorno das zonas de maior concentración industrial de Galicia. Estes datos, a maioría deles con base horaria, son sometidos a un proceso de validación, obténdose un alto número de datos ao longo do ano. Por iso, e co fin de dar unha visión global da calidade do aire en Galicia, expónse a evolución dos termos medios anuais en cada unha das zonas durante este trienio. Posteriormente, realízase unha síntese da análise dos estatísticos e obxectivos de calidade dos datos que son esixidos nos anexos do Real decreto 1073/2002.

Por último, expónse información adicional sobre a evolución doutros parámetros non lexislados por este real decreto, como son as partículas en suspensión totais e o ozono.



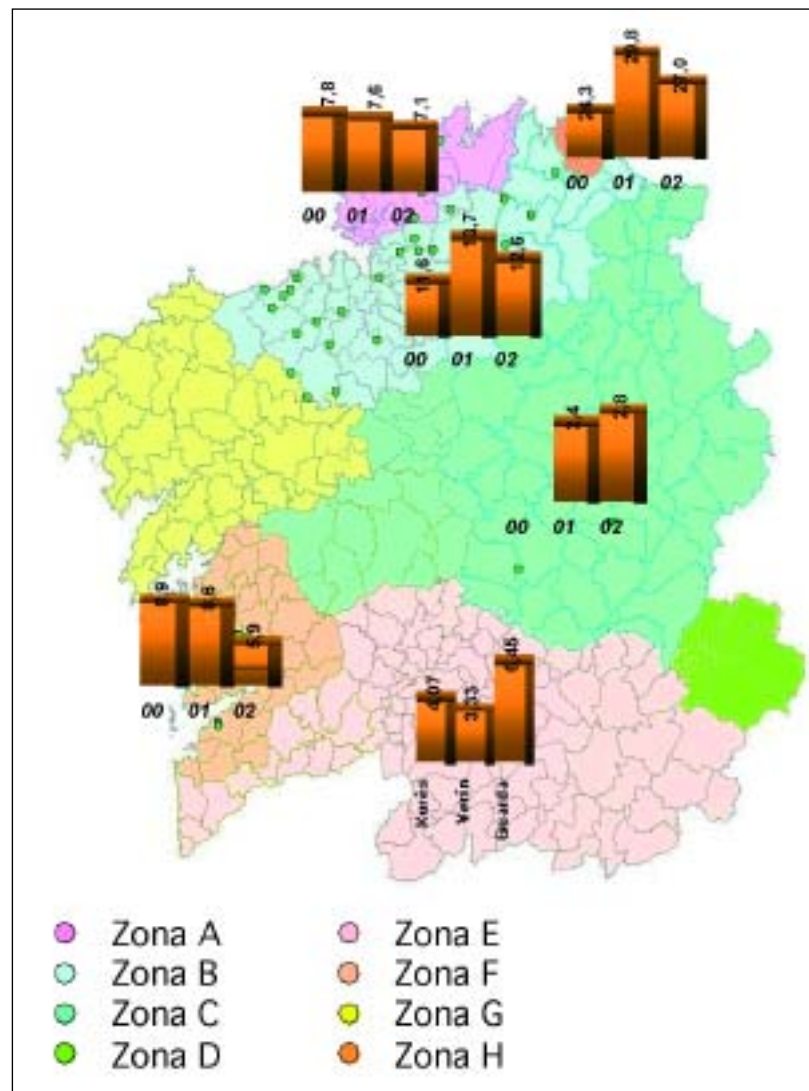
Captadores de partículas. Estación de Bemantes (Miño – A Coruña)

VI.1.1. Dióxido de xofre

No mapa seguinte ilústrase a evolución anual de SO_2 ao longo do trienio 2000-2002 nas zonas en que se dispoñen de medicións deste contaminante.

Os valores representados, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, son o resultado de achar os termos medios dos valores medios anuais de todas as estacións de control instaladas en cada zona para cada ano.

Na zona na que se sitúa a estación EMEP (Zona C) represéntanse unicamente os valores obtidos por esta estación, por entender que é a que mellor representa a calidade do aire nesa zona.

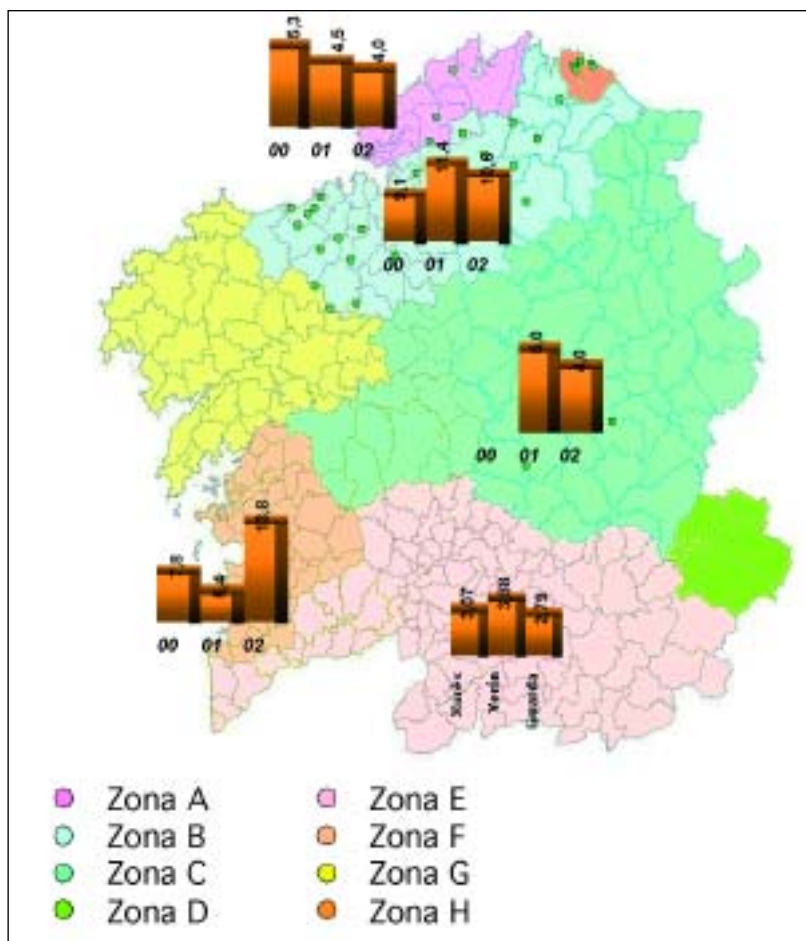


Estatísticos anuais para o dióxido de xofre

Zona	Estación	ano 2000				ano 2001				ano 2002			
		% datos	P 99,7 horario	P 99,2 diario	Media	% datos	P 99,7 horario	P 99,2 diario	Media	% datos	P 99,7 horario	P 99,2 diario	Media
A	Capelada A6	97	124	40	7	97	79	33	7	98	131	40	8
A	Furado G4	99	89	28	8	99	119	49	8	98	96	31	7
A	Recemel H1	99	103	32	6	99	68	30	5	97	93	24	5
A	Vilanova G2	96	147	48	11	98	102	36	10	99	86	36	9
B	Abelleira C8	99	217	56	9	98	244	60	7	99	271	88	9
B	Arteixo	99	4	3	3	97	58	23	4	85	35,5	12	4
B	As Neves F7	99	161	53	9	99	198	72	9	98	160	54	8
B	Bemantes F5	99	290	87	10	98	336	131	13	99	277	104	9
B	Cerceda	92	125	55	10	96	186	65	14	96	113	41	9
B	Condomiñas B7	97	199	68	14	98	299	95	16	98	214	85	14
B	Curuxeiras B6	97	379	121	13	93	477	120	14	95	335	108	12
B	Fraga do Eume F6	98	429	170	15	99	393	164	17	94	270	121	9
B	Fraga Redonda F2	95	475	154	15	97	481	211	19	96	380	103	12
B	Galegos	84	83	25	7	91	89	26	10	94	139	85	15
B	Lañas	97	44	33	23	96	70	60	28	97	82	53	24
B	Louseiras B2	94	309	80	12	98	282	103	13	99	333	79	13
B	Magdalena B1	98	72	26	6	99	120	39	6	98	131	28	5
B	Mesón	97	98	44	9	96	127	46	11	98	119	64	21
B	Mourence C9	97	170	56	8	99	222	63	7	100	192	51	7
B	Paiosaco	83	74	47	25	94	79	49	23	93	180	99	27
B	Paraxón	88	105	40	10	93	128	64	12	96	115	40	9
B	Pastoriza-Repsol	98	211	65	10	96	447	236	33	93	510	288	31
B	Pena Feixa E3	97	319	101	12	98	305	113	12	98	163	53	8
B	S. Vicente de Vigo	97	79	30	6	87	147	56	9	98	135	44	10
B	Sobreira	93	98	28	5	93	104	41	8	94	225	97	11

Zona	Estación	ano 2000				ano 2001				ano 2002			
		% datos	P 99,7 horario	P 99,2 diario	Media	% datos	P 99,7 horario	P 99,2 diario	Media	% datos	P 99,7 horario	P 99,2 diario	Media
B	Sorrizo	94	394	65	28	93	77	51	22	95	99	59	23
B	Taboada F4	98	397	157	14	96	399	159	18	98	281	104	10
B	Vilariño D6	99	149	47	6	99	203	56	6	99	269	89	8
B	Vilagudín	98	105	41	7	98	170	61	9	98	86	35	7
B	Xalo	93	218	77	13	97	214	75	14	94	164	67	13
C	Saviñao					80	43,5	16,9	2	93	72,90	20,60	3
C	SUR	72	152	65	15	78	300	101	17	86	374	159	26
F	Areeiro	92	53	50	6	85	60	59	7	87	47	26	5
F	BRILAT	98	51	24	8	79	38	24	9	89	54	23	7
F	Campelo	92	32	17	7	84	9	6	4	89	38	16	4
F	Escola Naval	92	78	31	10	82	64	32	10	87	39	15	4
F	Leste - Estación 1	99	57	27	10	95	44	22	10	90	15	9	4
F	Oeste - Estación 2	99	90	37	11	82	256	90	13	86	74	32	10
H	A Barxa	95	565	334	52	98	550	384	69	95	506	301	50
H	A Regueira	93	222	71	18	97	241	76	18	98	271	92	20
H	A Veiga	90	107	38	9	69	101	42	12	97	102	41	13
H	Río Cobo	96	129	49	15	98	129	58	17	96	145	48	16
H	Xove	93	401	119	27	95	347	121	33	99	538	161	36
			µg/m³	µg/m³	µg/m³		µg/m³	µg/m³	µg/m³		µg/m³	µg/m³	µg/m³

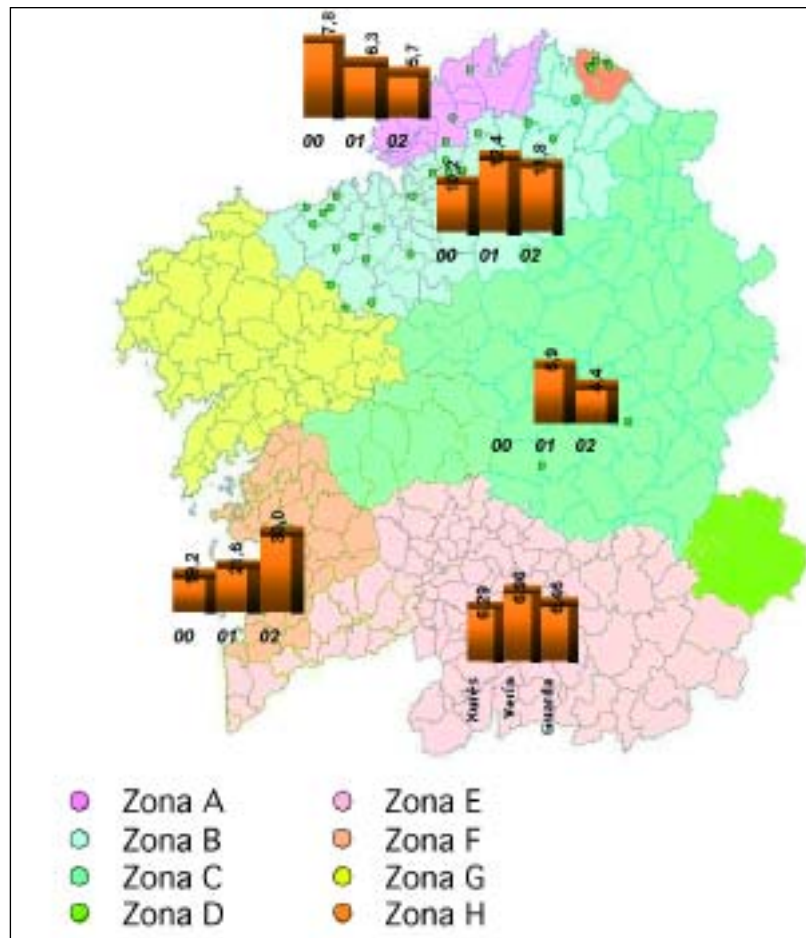
VI.1.II. Dióxido de nitróxeno



No mapa anterior ilústrase a evolución anual de NO_2 ao longo do trienio 2000-2002 nas zonas nas que se dispón de medicións deste contaminante.

Os valores representados, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, son o resultado de achar os termos medios dos valores medios anuais de todas as estacións de control instaladas en cada zona para cada ano.

VI.1.III. Óxidos de nitróxeno totais



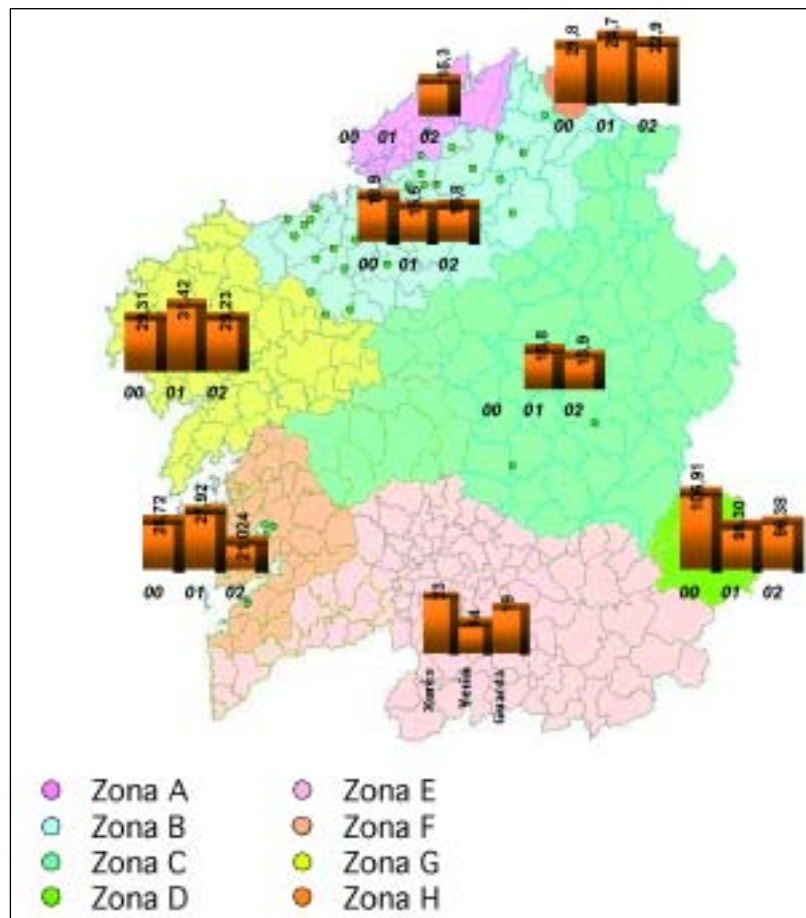
No mapa anterior ilústrase a evolución anual de NO_x ao longo do trienio 2000-2002 nas zonas nas que se dispón de medicións deste contaminante.

Os valores representados, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, son o resultado de achar o termo medio dos valores medios anuais de todas as estacións de control instaladas en cada zona para cada ano.

Estatísticos anuais para o dióxido de nitróxeno e óxidos de nitróxeno totais

Zona	Estación	ano 2000				ano 2001				ano 2002			
		% datos	P 99,8 horario NO ₂	Media NO ₂	Media NO _x	% datos	P 99,8 horario NO ₂	Media NO ₂	Media NO _x	% datos	P 99,8 horario NO ₂	Media NO ₂	Media NO _x
A	Capelada	90	29	2,7	5,1	96	20	3,0	4,5	99	16	2,6	3,0
A	Furado	97	42	4,5	5,9	94	40	4,3	6,5	92	42	4,3	8,2
A	Recemel	98	48	3,8	4,4	95	27	2,9	3,3	87	37	3,7	4,7
A	Vilanova	94	77	10,3	15,6	99	61	7,6	11,0	99	63	5,4	6,8
B	Abelleira	93	26	3,4	4,8	96	23	3,5	5,9	99	25	3,4	5,3
B	As Neves	96	32	4,4	5,4	91	28	3,6	4,2	98	26	3,5	4,6
B	Bemantes	92	60	7,5	9,2	98	65	8,1	9,3	99	35	6,5	7,7
B	Cerceda	92	146	11,0		11	63	20,5		31	196	22,5	
B	Condomiñas	96	25	3,3	5,2	98	17	2,9	4,0	96	20	3,3	5,7
B	Curuxeiras B6	87	44	2,9	3,4	82	28	2,8	3,1	94	27	2,8	3,2
B	Fraga do Eume	96	46	3,8	5,8	98	41	4,0	9,4	90	27	3,5	8,0
B	Fraga Redonda	95	47	3,1	3,6	95	37	3,1	3,5	94	24	2,7	3,1
B	Galegos	89	62	17,3		89	175	19,3		75	78	23,1	
B	Lañas	91	102	20,7		94	158	33,8		68	132	22,3	
B	Louseiras	90	21	2,4	2,5	96	22	2,5	2,7	99	19	2,5	2,9
B	Magdalena	95	39	5,0	6,3	96	45	6,0	8,0	95	37	5,8	7,7
B	Mesón	88	99	16,3		96	86	18,9		98	56	14,3	
B	Mourence	99	39	5,8	8,9	98	30	4,9	7,9	98	33	5,0	7,4
B	Paiosaco	84	64	18,1		95	99	25,0		99	129	20,9	
B	Paraxón	90	47	16,5		94	91	21,2		87	70	20,2	
B	Pastoriza	97	102	16,4	21,3	87	75	13,1	17,5	85	78,7	11,5	17,5
B	Pena Feixa	95	25	3,1	4,3	97	38	3,9	4,8	96	21	3,8	6,7
B	S. Vicente Vigo	97	98	11,4		96	95	23,8		98	92	20,2	
B	Sobreira	94	56	14,0		97	80	19,5		91	95	21,3	
B	Taboada	86	81	7,6	9,5	95	45	6,0	7,1	95	31	5,0	6,3
B	Vilariño	97	35	7,0	10,6	95	25	4,0	6,1	97	20	3,6	5,1
B	Villagudín	91	109	8,9		93	230	12,3		97	217	15,3	
B	Xalo	95	44	9,5		98	40	11,0		93	39	12,3	
C	Saviñao					78	28,9	5,0	5,9	92	15,50	4,0	4,4
F	Leste-Estación 1	100	30	8,9	24,1	92	65	6,9	35,0	57	116	18,1	39,7
F	Oeste-Estación 2	92	50	6,7	14,3	78	21	3,8	8,1	79	64	9,5	20,4
			µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³

VI.1.IV. Partículas en suspensión menores de 10 μm (PM_{10}) e totais (SPM)



No mapa anterior ilústrase a evolución anual de PM_{10} (Zonas A, B, C e H) e SPM (Zonas D, F e G) ao longo do trienio 2000-2002.

Os valores representados, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, son o resultado de achar os termos medios dos valores medios anuais de todas as estacións de control instaladas en cada zona.

Na Zona E represéntanse os valores por termo medio de PM₁₀ obtidos en medicións indicativas realizadas por o LMAG durante os anos 2000 e 2001 na Guarda (Pontevedra), Serra do Xurés e Verín (Ourense).

Na zona na que se sitúa a estación EMEP (Zona C) represéntanse unicamente os valores obtidos por esta estación, por entender que é a que mellor representa a calidade do aire para a globalidade da zona.

Estatísticos anuais para partículas menores de 10 µm (PM₁₀)

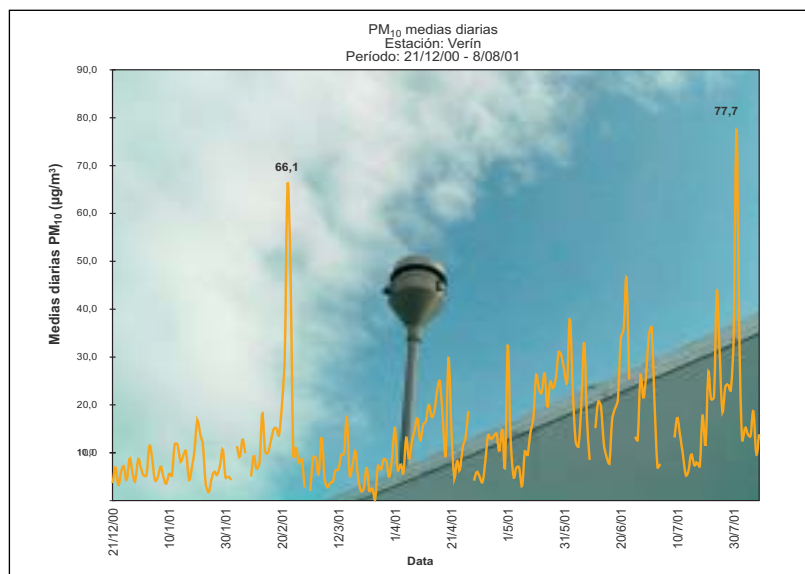
Zona	Estación	ano 2000			ano 2001			ano 2002		
		Media	P 90,5	% Datos	Media	P 90,5	% Datos	Media	P 90,5	% Datos
A	Vilanova							15	23	47
B	Abelleira	15	27	98	15	28	97	13	23	98
B	As Neves							15	27	71
B	Bemantes	18	34	96	18	29	98	17	28	94
B	Condomiñas							14	25	71
B	Curuxeiras							11	21	67
B	Fraga Redonda	18	31	89	16	27	97	16	28	95
B	Louseiras	19	44	92	14	24	97	13	24	98
B	Magdalena	23	38	98	20	32	93	18	30	93
B	Mourence							19	30	64
B	Taboada							15	24	69
B	Vilariño							19	30	42
B	Mesón	13	23	95	13	23	94	16	28	98
B	Paraxón	24	45	58	12	16	74	17	30	95
B	Sobreira	22	46	90	17	31	94	18	33	78
C	Sur	32	62	72	29	50	88	43	123	65
C	Saviñao				16	30	77	14	27	91
H	A Barxa	33	68	97	44	90	98	35	68	95
H	A Regueira	17	29	93	19	31	95	17	31	91
H	A Veiga	16	27	95	19	33	76	20	35	100
H	Rio Cobo	20	31	97	18	29	98	17	30	100
H	Xove	23	38	88	24	47	87	26	45	99
		µg/m ³	µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³	

VI.1.IV.I. Contaminación transfronteiriza por partículas

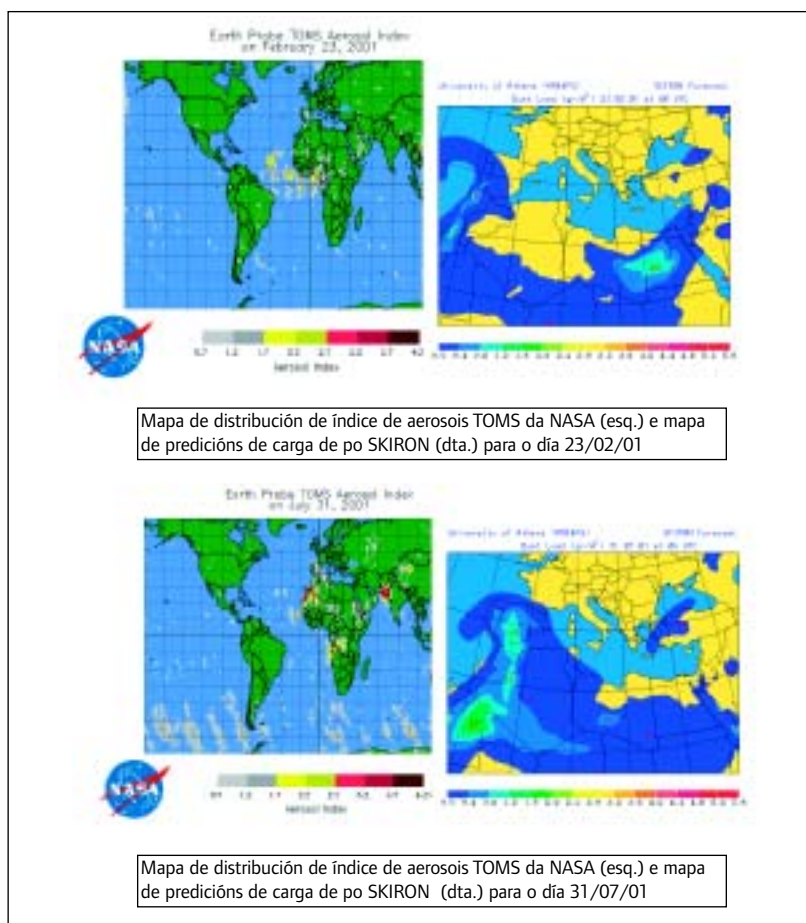
Neste capítulo sobre as partículas PM_{10} , faise necesario realizar unha breve aproximación ao fenómeno natural do transporte de material particulado a longa distancia, e que nos afecta de maneira relativamente frecuente en Galicia.

En zonas áridas, como as presentes no norte de África, Oriente próximo ou Asia central, con condicións de baixas precipitacións, humidade relativa moi baixa e temperaturas extremadamente altas, fázese a resuspensión masiva de material particulado. O transporte a longa distancia cara a zonas do Atlántico norte e a península Ibérica vén marcado por determinadas condicións meteorolóxicas como borrascas sobre o sudoeste da península ou anticiclóns sobre o Mediterráneo- Norte de África.

Para a detección destas intrusións de partículas, procedentes no noso caso do Sahara/ Sahel, aplícase unha metodoloxía concreta. O máis importante é a identificación de picos de PM_{10} rexistrados simultaneamente en diferentes estacións e a súa comparación, así como o uso de mapas TOMS e SKIRON e cálculo de retrotraxectorias.

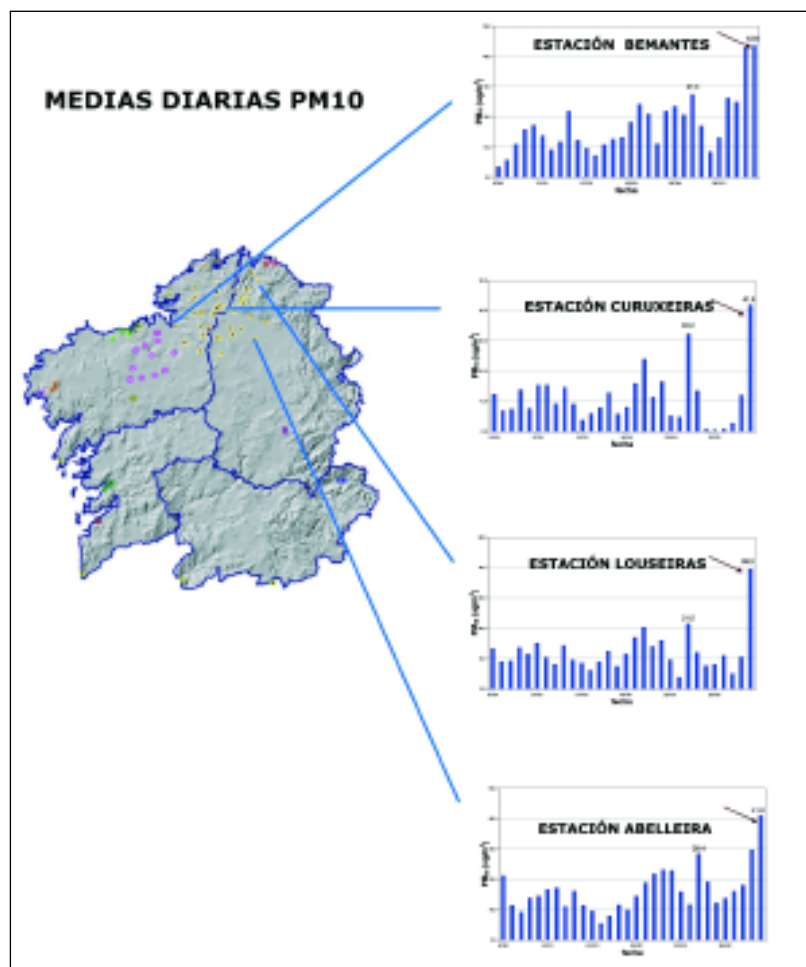


No anterior gráfico, pertencente á unidade móbil de Verín (Ourense), para o período do 21/12/00 ao 08/08/01, obsérvanse dous incrementos dos valores de PM_{10} diario. Estes aumentos nas concentracións de PM_{10} corresponden con eventos de intrusións de partículas procedentes do continente africano rexistrados no mapa de índice de aerosois de TOMS e mapa de predicións de carga de po na simulación SKIRON. Segundo isto, os días 22 e 23 de febreiro e 31 de xullo de 2001 existiría unha intrusión de partículas na nosa comunidade, tal e como ocorreu nesas datas:



Polo tanto, estamos a referirnos a un fenómeno de transporte de contaminantes (neste caso, PM_{10}), que supón un aumento nas concentracións en aire ambiente, e que se trata dunha contribución cuxa orixe é natural.

Estas intrusións de partículas que chegan ata as nosas latitudes son captadas polos monitores de partículas da Rede Galega de Calidade do Aire, tal e como se mostra na seguinte figura:



VI.1.V.- Ozono

AOT40

Estación	AOT40 2000	% datos	AOT40 2001	% datos	AOT40 2002	% datos
Fraga Redonda	2010	96	10399	93	5192	92
Louseiras	12239	96	16227	100	10410	86
Mourence	11716	95	8722	100	10681	94
Taboada	5724	97	2412	100	3544	46
Escuela Naval	5719	41	6294	97	4927	97
Brilat	0	95	478	82	2	97
Saviñao			11761		7654	

(Valores de AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$)

TERMO MEDIO ANUAL

Estación	Media 2000	% datos	Media 2001	% datos	Media 2002	% datos
Fraga Redonda	56,7	95	65,95	96	66,35	95
Louseiras	73,34	94	74,67	98	71,37	94
Mourence	64,72	98	61,96	99	63,33	96
Taboada	65,96	98	59,45	99	73,16	44
Escola Naval	49,82	83	44,24	88	49,23	90
Brilat	20,3	95	39,32	88	31,36	82

(Valores de termo medio en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

VI.2. Comparativa con outras comunidades

Co obxectivo de presentar unha comparativa da situación de Galicia respecto ao resto de España en materia de calidade do aire, expóñense a continuación os valores obtidos durante o ano 2002 nas distintas estacións EMEP/CAMP¹⁶, as cales se detallan na táboa seguinte:

ESTACIÓN	CÓDIGO	PROVINCIA	LONXITUDE	LATITUDE	ALTITUDE
Viznar	18099999	Granada	03°28'28" W	37°14'18" N	1.230 m.
Niembro	33036999	Oviedo	04°51'01" W	43°26'32" N	134 m.
Campisábalos	19016999	Guadalajara	03°08'34" W	41°16'52" N	1.360 m.
Cabo de Creus	17032999	Girona	03°19'01" E	42°19'10" N	23 m.
Barcarrota	06016999	Badaxoz	06°55'22" W	38°28'33" N	393 m.
Zarra	46263999	Valencia	01°06'07" W	39°05'10" N	885 m.
Peñausende	49149999	Zamora	05°52'1" W	41°17'20" N	985 m.
Els Torms	25226999	Lleida	00°43'16" E	41°23'42" N	470 m.
Risco Llano	45153998	Toledo	04°21'09" W	39°31'22" N	1241 m.
O Saviñao	27058999	Lugo	07°42'17" W	42°38'05" N	506 m.

Os estatísticos rexistrados para gases durante 2002 nas estacións EMEP/CAMP detállanse a continuación:

Redes EMEP/CAMP Gases - Estatísticas Ano 2002					
Nome estación	SO ₂ (µg/m ³)		NO ₂ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)
	Media anual	Media invernal	Media anual	Media anual	AOT 40
Viznar	1	1	8	9	23.422
Niembro	5	6	5	5	263
Campisábalos	1	1	3	3	16.767
Cabo de Creus	1	1	4	5	21.818
Barcarrota	1	1	3	3	8.782
Zarra	1	2	4	4	25.316
Peñausende	1	2	3	3	18.915
Els Torms	1	1	5	6	23.776
Risco Llano	1	2	2	3	25.270
O Saviñao	3	3	4	4	7.654

¹⁶ Fonte: Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental Ministerio de Medio Ambiente

Así mesmo, os resultados obtidos para aerosois durante o 2002 expóñense na táboa seguinte

Redes EMEP/CAMP Aerosois Medias Anuais 2002			
Nome estación	Aerosois		
	SPM $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	¹⁷ PM _{2,5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Víznar	38,65	21,4	10,31
Niembro	27,94	18,54	10,13
Campisábalos	17,23	10,8	6,98
Cabo de Creus	35,47	18,9	12,9
Barcarrota	24,91	15,95	12,45
Zarra	21,35	14,64	8,15
Peñausende	17,73	12,28	8,02
Els Torms	23,38	15,38	10,65
Risco Llano	22,94	12,27	6,7
O Saviñao	20,02	13,85	9,43

¹⁷ PM_{2,5}: Partículas en suspensión cun diámetro aerodinámico menor de 2,5 micrómetros

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Artiñano, B., Salvador P., Querol X., Alastuey A., Costoya M., Vellón J.M., Cartelle D., García do Santos, S. (2003) "Characterisation of PM₁₀ and PM_{2,5} at a rural coastal site in northwestern Spain." *Journal of Aerosol Science*, pp. S423-S425. Pergamon-Elsevier Science ISSN 0021-8502.
- Bueno, J.L., Sastre, H. & Lavín, A.: *"Contaminación e Ingeniería Ambiental. Vol 2: Contaminación Atmosférica"*. Ed. F.I.C.Y.T (1997).
- Cartelle, D., Rodríguez, R., Costoya, M.A., Quinteira, S., Peixe, L., Rodríguez, D., Roca, E., e Casares, J.J. *"Estudio de deposición atmosférica e a súa caracterización e impacto como prevención da contaminación atmosférica na eurorexión Galicia-Norte de Portugal"* (2001). XV encontro Galego Portugues de Química. P5-42, p. 513. Ilmo. Colegio Oficial de Químicos de Galicia/ANQUE Galicia. ISBN: 84-95335-91-3.
- Casares, J.J., Roca, E., Costoya, M.A., Rodríguez, D., Peixe, L., Cartelle, D., Rodríguez, R. e Quinteira, S. *"PROYECTO INICIATIVA COMUNITARIA INTERREG II C, PROGRAMA OPERATIVO "ESPACIO ATLÁNTICO": "Estudio de deposición atmosférica y su caracterización e impacto como prevención de la contaminación de la contaminación atmosférica en la Euroregión Galicia – Norte de Portugal"* (2001). Proyecto EA-D2E-núm. 4.10.
- Costoya Rivera, M.A. *"Concepto de red Ideal. Características. Aplicación real"* Seminario sobre la Calidad del Aire en España. Páx. 103-107.

Costoya Rivera, M.A. *"Contaminación Atmosférica. Información á poboación. Competencias. Lexislación Básica. Avisos e alertas ambientais en calidade do aire"*. Revista Galega de Seguridade Pública núm. 5 Vol: núm. 5 xaneiro 2003.

"Directiva Marco sobre calidade do aire ambiente: Un aire limpo para as cidades europeas". Oficina de Publicacións Oficiais de las Comunidades Europeas. Comisión Europea. (1998).

Elson, D. *"La contaminación atmosférica"*. Ed. Cátedra. Madrid (1990).

Fernández Patier, R; Costoya, M.A.; Raetz, J; Lían Esporena, A.; Bujosa Bravo, C. *"Implantación de sistema de control y Garantía de Calidade en las redes de Vigilancia de la Calidade del Aire"*. Seminario sobre la Calidade del Aire en España. Pag 91-102.

Fernández Patier, R.; Raetz, J.; Costoya Rivera, M.A. *"Resumen de documentos del IV Seminario de Calidade del Aire de España"*. Guía Básica para el establecimiento de un sistema de Control y Garantía de Calidade de los datos en las redes de vigilancia del aire ambiente en España. Sitges 7-8 Noviembre 2000.- Ministerio de M.Ambiente-Comisión Europea.

Freedman, B. *"Environmental Ecology"*. Ed. Academic Press (1989).

Harrison. *"Pollution"*. Royal Society of Chemistry (1992).

Jornadas sobre Material Particulado. Dirección General de Calidade y Evaluación Ambiental. Secretaría General de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente (2001).

Manahan *"Environmental Chemistry"*. Lewis Publishes (1991).

Medio Ambiente en España 1999. Dirección General de Calidade y Evaluación Ambiental. Secretaría General de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente (2000).

Propuesta para la elaboración de un sistema de evaluación de la calidade del aire en el marco de las nuevas directivas. Subgrupo de Evaluación Preliminar y Posterior. Grupo de Trabajo de Evaluación preliminar, posterior y Modelización de la calidade del Aire. (versión final do 8-maio-2000).

- Sanz Sa, J.M. *"La contaminación atmosférica"*. Dirección General del Medio Ambiente. Madrid. (1985).
- Stern, R. : *"Air Pollution"*. John Wiley & Sons. 1975.
- Umbria, A., Gervilla, J., Galán, M. & Valdés, R : *"Caracterización de Partículas"*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Vázquez, Ana; Costoya, Miguel; Peña, Rosa; García, Sagrario, Herrero, Carlos. *"A Rainwater quality monitoring network: a preliminary study of the composition of rainwater in Galicia (NW Spain)"* (2003).CHEMOSPHERE, Vol: 51 Pax: 375 – 386. Elsevier Science Ltd.
- Vázquez Rodríguez, Ana. *Tese doutoral: " Contribución al estudio de la deposición ácida en el entorno de una central térmica"*. Universidade de Santiago de Compostela, Facultade de Ciencias, Campus de Lugo, Dpto. de Q. Analítica, Nutrición e Bromatoloxía. (2002).
- Vellón Graña, J.M.; Cartelle Fernández, D; Costoya Rivera, M.A. *"Intrusiones de partículas de origen africano en Galicia"*. Revista: Galicia ambiental núm. 10. Data: ano 2002. Consellería de Medio Ambiente.
- Westman, W.E. *"Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning"*. John Wiley & Sons (1985).

Referencias lexislativas:

DOCE 09/03/2002; Directiva 2002/3/CE do Consello, do 12 de febreiro de 2002, relativa ao ozono no aire ambiente (L67/14).

DOCE 13/12/2000; Directiva 2000/69/CE do Parlamento Europeo e do Consello, do 16 de novembro de 2000, sobre os valores límite para o benceno e o monóxido de carbono no aire ambiente (L 313/12).

DOCE 29/06/1999; Directiva 1999/30/CE do Consello, do 22 de abril de 1999, relativa aos valores límite de dióxido de xofre, dióxido de nitróxeno e óxidos de nitróxeno, partículas e chumbo no aire ambiente (L 163/41).

DOCE 21/11/1996; Directiva do Consello, do 27 de setembro de 1996, sobre avaliación e xestión da calidade do aire ambiente. (L 296).

DOCE 31/10/1992; Directiva do Consello 92/72/CE, do 21 de setembro de 1992, sobre contaminación atmosférica por ozono (L 297).

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).

Lei 8/2002, do 18 de decembro, de protección do ambiente atmosférico de Galicia (DOG núm. 25, martes 31 de decembro de 2002; 18.009).

Páxinas web de interese:

<http://forecast.oua.gr/forecastnew.html>

<http://toms.gsfc.nasa.gov/aerosols/aerosols.html>

<http://www.orbimage.com>

<http://www.osei.noaa.gov/>

<http://www.siam-cma.org>

<http://www.xunta.es>

<http://www.mma.es>

<http://www.usc.es/aerobio>

