



Informe Anual de la Calidad del Aire en La Rioja.

PERIODO 2002-2012

Servicio de Gestión y Control de Residuos.

Estado de la Calidad del Aire

NORMATIVA

- Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.
- Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente.
- Real Decreto 812/2007, de 22 de junio sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire

RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA RIOJA

La Red de medición de la calidad del aire en La Rioja está constituida por la estación de medida de Logroño (La Cigüeña), que representa el estado de la calidad del aire en la zona urbana. A la Red se añade desde el año 2003 la estación de Alfaro, que surge con motivo de la necesidad de vigilancia de la posible influencia en la calidad del aire de La Rioja Baja de las centrales de ciclo combinado situadas en Castejón. Bajo la misma motivación y desde enero del año 2005, se incorporan a la Red las tres estaciones para la vigilancia de la central de ciclo combinado de Arrúbal. Las estaciones se denominan "Arrúbal", "Galilea" y "Pradejón", de acuerdo con los municipios donde se ubican.



Los niveles de concentración de contaminantes son analizados cada 15 minutos en cada una de las estaciones, a excepción de las partículas que son medidos cada hora en las estaciones de La Cigüeña y Alfaro. Los datos de concentración son enviados de forma automática cada día al centro de control de datos situado en la Dirección General de Calidad Ambiental, donde serán validados o anulados en el supuesto de que se detecte alguna anomalía o fallo técnico en la medición.

Ilustración 1.- Estaciones de calidad del aire.

Los datos una vez validados son dispuestos al día siguiente en la página de Internet de información de calidad ambiental de La Rioja: www.larioja.org/atmosfera, donde cualquier ciudadano puede consultarlos de forma gratuita y desde cualquier lugar.



Ilustración 2.- Esquema de la Red de Medición de la calidad del aire de La Rioja

El centro de control de las estaciones, cuenta con un sistema informático que almacena indefinidamente los datos generados por los analizadores de las estaciones, así como las incidencias registradas en el funcionamiento. La información se remite telefónicamente y de forma periódica desde las estaciones de medición al centro de control y procesamiento de los datos, localizado en la Dirección General de Calidad Ambiental. En éste se efectúa su gestión, que comprende comprobar la recepción de los datos y validarlos.

El control de la calidad de los datos es básico para el buen funcionamiento del sistema y se lleva a cabo a través de los siguientes procesos:

- Mantenimiento preventivo y correctivo de la red, que además conlleva:
- La reparación inmediata de las anomalías.
- La revisión y calibración periódicas de los equipos.

Validación de la información recibida, anulando o corrigiendo aquellos datos que sean erróneos. Para ello, se tomarán en cuenta:

- Las perturbaciones debidas al mantenimiento, calibrado o problemas técnicos.
- Las mediciones realizadas fuera de escala.
- Las variaciones excesivas o producidas de forma muy rápida.
- Las influencias climáticas o meteorológicas.

Por otra parte, el almacenamiento de datos permite también la detección de mediciones erróneas a través de técnicas como las comparativas o el análisis de la desviación estándar.

Gobierno de La Rioja

Delimitación de zonas y aglomeraciones.

En la evaluación de la calidad del aire ambiente de La Rioja participan dos zonas: la urbana (ES1704) y la rural (ES1705). A efectos prácticos y para simplificar se denominarán a partir de ahora zona urbana y zona rural.

- Zona Urbana (ES 1704): Esta zona está representada por la estación de La Cigüeña (ES1602A), ubicada en el término municipal de Logroño y es representativa de las zonas urbanas contiguas de los municipios de Logroño y Lardero (20.44 Km²)¹. La estación de La Cigüeña es una estación urbana de fondo.
- Zona Rural (ES1705): Esta zona está representada por las estaciones de Alfaro, Arrúbal, Galilea y Pradejón (ES1649A, ES1779A, ES1746A y ES1753A, respectivamente).

ZONA	ESTACIÓN	CÓDIGO EOI	CÓDIGO LOCAL
Urbana ES1704	LA CIGÜEÑA	ES1602A	26089001
Rural ES1705	ALFARO	ES1649A	26011001
	ARRÚBAL	ES1779A	26019001
	GALILEA	ES1746A	26066001
	PRADEJÓN	ES1753A	26117001

Tabla 1.- Estaciones de La Rioja

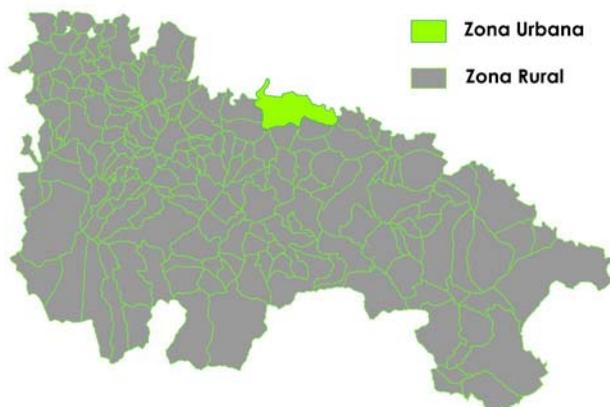


Ilustración 3.- Mapa de La Rioja con la zonificación para la evaluación de la calidad del aire.

Los objetivos de calidad del aire de la Rioja para la zona Urbana (ES1704) son objetivos de protección de la salud humana por lo que se evaluará la calidad del aire conforme a estos objetivos. Para la zona Rural (ES1705) los de objetivos de calidad del aire son de protección de la salud, de la vegetación y de los ecosistemas.

Estaciones, métodos de medición utilizados y contaminantes.

La estación de medición de calidad del aire de la aglomeración de Logroño, que está situada en la calle La Cigüeña, por su ubicación y la población a la que representa, pertenece al tipo de estaciones urbanas de fondo como ya se ha indicado. En esta estación se miden los siguientes contaminantes: SO₂, NO, NO₂, CO, O₃, PM₁₀, Benceno, Tolueno y Xileno, y durante el año 2009, 2010, 2011 y 2012 se ha medido también

¹ La superficie de la aglomeración de Logroño (Logroño y Lardero) es un dato extraído de la zonificación de La Rioja.

PM_{2.5} mediante el método de referencia gravimétrico para el cálculo del Indicador Medio de Exposición 2.5 (IME 2.5). El resto de las estaciones representan áreas suburbanas o rurales y en ellas se miden los siguientes contaminantes: SO₂, NO, NO₂, CO, O₃, PM₁₀ y PM_{2.5}. El plomo y los metales pesados se evalúan a partir de los datos de la red de biomonitorización de metales pesados y mediante modelizaciones del Ministerio.

Las técnicas analíticas para la medición de las partículas (PM₁₀ en todas las estaciones y PM_{2.5} en todas las estaciones menos en la Cigüeña) son absorción beta para las PM₁₀ y microbalanza para las PM_{2.5}, y los factores de corrección utilizados para el PM₁₀ han sido determinados a partir de los ejercicios de intercomparación del Convenio Ministerio de Medio Ambiente-ISCIII. Los datos de partículas con los que se trabaja deben tener aplicados los factores de corrección correspondientes.

Anualmente los datos validados de la red son enviados al Ministerio de Medio Ambiente, para la inclusión en las redes de vigilancia de la calidad del aire.

ZONA	ESTACIONES	CONTAMINANTES ANALIZADOS
Urbana	“La Cigüeña”	SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃ , BTX ² (PM _{2.5} gravimétrico en 2009, 2010, 2011 y 2012)
Rural	“Alfaro”	SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃
	“Arrúbal”	SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃ , PM _{2.5}
	“Galilea”	SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃ , PM _{2.5}
	“Pradejón”	SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃ , PM _{2.5}

Tabla 2.- Estaciones de medición de la calidad del aire y contaminantes que se analizan en cada una de las zonas.

² Benceno, Tolueno y Xileno

RED DE BIOMONITORIZACIÓN DE METALES PESADOS EN LA RIOJA.

Desde la firma de los protocolos referentes a la contaminación atmosférica EMEP (Ginebra, 1984) y Heavy Metals (Aarhus, 1998), España, y por tanto La Rioja, mantienen el compromiso de evaluar la concentración de metales pesados. Dentro de este marco normativo se inscribe la Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo que se incorporó al derecho español mediante el Real Decreto 102/2011 que ha sintetizado otros anteriores y hace referencia entre otros contaminantes, a la evaluación del Plomo, Arsénico, Cadmio, Mercurio y Níquel

Con el objetivo de cumplir con las obligaciones normativas y velar por una calidad del aire ambiente óptima para la salud humana y el medio ambiente, y de acuerdo con las competencias adquiridas por La Comunidad de La Rioja en materia de medio ambiente, desde el año 2006 se ha diseñado y trabajado con una red de biomonitorización de metales pesados que cuenta con 25 puntos de muestreo de musgo repartidos por La Rioja y su entorno para determinar la concentración y evaluar el impacto de los siguientes metales pesados: Arsénico, Cadmio, Níquel, Plomo y Mercurio. Los puntos de muestreo están distribuidos por toda la geografía de La Rioja e incluso abarcan superficie fuera de nuestra comunidad autónoma para establecer conexiones con el posible origen de la contaminación. La Universidad de La Rioja se ha encargado del programa de muestro y el equipo de la Universidad de Santiago de las determinaciones analíticas.

La ilustración 4 muestra el mapa de la zona de muestreo con la localización de las estaciones muestreadas en la Campaña 2012-2013. Las estaciones 1-25 forman parte de la Red básica, establecida en una malla regular de 25 km de lado, mientras que las estaciones 28-30 son nuevas con respecto a las Campañas anteriores pero también forman parte de esta malla. Por su parte, la estación de Tudela se muestreó por primera vez en la Campaña 2010-2011 y se ha mantenido en la 2012-2013, pero no forma parte de la malla regular.



Ilustración 4.- Localización de las estaciones de muestreo del musgo *Hypnum cupressiforme* en la Red Autonómica de Biomonitorización de la Contaminación por Metales Pesados de La Rioja.

La Red de Biomonitorización de La Rioja ha sido, tras la de Galicia, la segunda red española en incorporarse en la Red ICP-Vegetation (*The International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops*), programa que provee datos sobre la concentración de metales pesados en musgos nativos como una medida del impacto de estos contaminantes sobre los ecosistemas y la salud

humana y aúna esfuerzos con el fin de tener acceso a información más global que permita mejores resultados interpretativos de los datos obtenidos de los análisis.

Los trabajos de investigación realizados durante los años 2006 a 2012 se han apoyado en técnicas de análisis basadas en organismos bioindicadores; en particular el musgo *Hypnum cupressiforme*. Estos organismos acumulan específicamente metales pesados en sus células en concentraciones superiores a las que se dan en los medios donde viven. Debido a esta capacidad, la concentración de metales pesados es más fácil de detectar a través de los musgos que midiendo directamente el aire o el agua en la que viven, al tiempo que las características del musgo hacen que sea un perfecto bioindicador para comprobar los niveles de metales pesados que pueden ser acumulados en nuestro organismo y en los ecosistemas a partir de la contaminación del aire.

La Red de Biomonitorización de La Rioja ha sido, tras la de Galicia, la segunda red española en incorporarse en la Red ICP-Vegetation (*The International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops*), programa que provee datos sobre la concentración de metales pesados en musgos nativos como una medida del impacto de estos contaminantes sobre los ecosistemas y la salud humana y aúna esfuerzos con el fin de tener acceso a información más global que permita mejores resultados interpretativos de los datos obtenidos de los análisis.

Hasta la fecha se han completado tres campañas de muestreo, análisis e interpretación de los resultados, instaurando una red de biomonitorización de metales pesados en la Comunidad Autónoma de La Rioja y en el año 2012 se ha iniciado la cuarta de las campañas.

ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE
1. Contaminación atmosférica relacionada con la salud.

En 2012, en la red de vigilancia de la calidad del aire de La Rioja se han alcanzado ratios muy aceptables de datos válidos. Según la Directiva 2008/50/CE, en mediciones fijas se exige, para el cumplimiento de los objetivos de calidad de los datos para la evaluación de la calidad del aire ambiente, una recogida de datos mínima como la que se indica:

Contaminante	Incertidumbre	Recogida mínima de datos
NO_x	15%	90%
PM₁₀	25%	90%
SO₂	15%	90%
O₃³	15%	90% (75% en invierno)
CO	15%	90%
Benceno	25%	90%

Tabla 3.- Niveles mínimos de calidad de los datos.

En La Rioja se han alcanzado los siguientes ratios de recogida de datos válidos:

Datos horarios	Calidad de datos (% datos válidos)				
	La Cigüeña	Alfaro	Arrúbal	Galilea	Pradejón
NO_x	99%	100%	99%	99%	99%
PM₁₀	98%	99%	96%	98%	98%
SO₂	98%	100%	99%	100%	99%
O₃	98%	99%	99%	100%	98%
CO	98%	99%	99%	99%	99%
Benceno	93%				

Tabla 4.- % de datos válidos horarios en la Red de La Rioja.

Datos diarios	Calidad de datos (% datos válidos)				
	La Cigüeña	Alfaro	Arrúbal	Galilea	Pradejón
NO_x	99%	100%	99%	100%	99%
PM₁₀	98%	98%	95%	97%	98%
SO₂	98%	100%	99%	100%	99%
O₃	98%	99%	99%	100%	98%
CO	98%	99%	99%	99%	99%
Benceno	93%				

Tabla 5.- % de datos válidos diarios en la Red de La Rioja.

³ Para el ozono se ha considerado el porcentaje de datos horarios/diarios con respecto a todo el año, pero sería más correcto indicar el porcentaje de datos recogidos en la campaña de verano. En todas las estaciones, para la campaña de verano, el número de días válidos ha sido superior a 157, por lo que se cuenta con una buena calidad de datos para llevar a cabo la evaluación de este parámetro.

Como se puede observar se han alcanzado y superado los umbrales mínimos de recogida de datos válidos, por lo que la evaluación de la calidad del aire se puede llevar a cabo con un número suficiente de datos.

Una vez considerada que la representatividad de la información es la suficiente, se puede estudiar la situación general de la calidad del aire en La Rioja:

ZONA URBANA	ZONA RURAL
OZONO	
 El ozono, en la aglomeración urbana, continua la tendencia descendente de los años previos.	 Para la zona rural, los niveles de ozono superan los objetivos en una estación.
MONÓXIDO DE CARBONO	
 Al igual que en años anteriores, los niveles de CO se mantienen muy bajos para el año 2012.	 La situación se repite tanto en las zonas rurales como en la zona urbana. Los valores se mantienen siempre muy lejanos al valor límite.
PARTÍCULAS PM10	
 Para la aglomeración urbana, en 2012 se mantiene el nivel de los valores registrados en los últimos años.	 En la zona rural se observan valores de partículas altos cercanos al umbral.
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	
 En la zona urbana, los niveles de óxidos de nitrógeno mostraban una tendencia variable pero los últimos años los valores continúan una tendencia a la baja.	 Los valores de NO ₂ se mantienen constantes en las zonas rurales y siempre muy por debajo del valor límite horario de protección de la salud.
DIÓXIDO DE AZUFRE	
 Los niveles de SO ₂ continúan manteniéndose muy bajos en la zona urbana y en la zona rural.	 Los niveles de SO ₂ continúan manteniéndose muy bajos tanto en la zona urbana como en la zona rural.
BENCENO Y TOLUENO	
 Respecto a los compuestos orgánicos volátiles, se observan valores muy bajos de estos contaminantes y muy lejanos a los valores límites indicados en la normativa.	

Tabla 6.- Contaminantes y su tendencia en el último año.

A continuación se presenta la información resumida en los cuadros anteriores de manera gráfica. Los datos de la zona urbana se corresponden a los **valores medios** de la estación de La Cigüeña, mientras que los datos de la zona rural son los **valores máximos de los valores medios** de cada una de las estaciones que se consideran rurales (Alfaro, Arrúbal, Galilea y Pradejón).

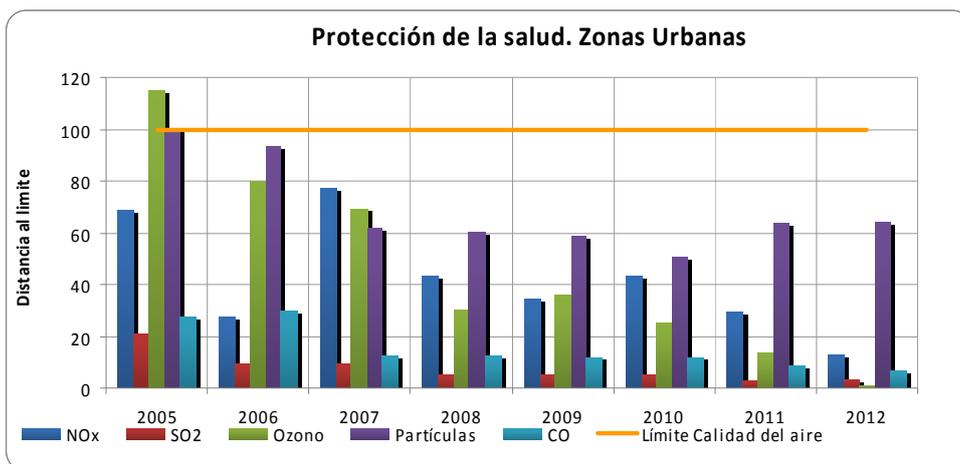


Gráfico 1.- Distancia a los valores límite de los niveles de protección de salud en zonas urbanas.

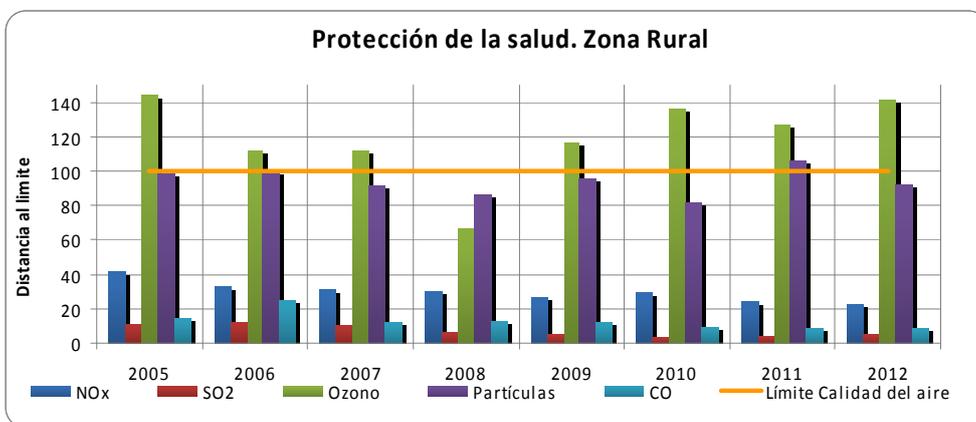


Gráfico 2.- Distancia a los valores límite de los niveles de protección de salud en zonas rurales.

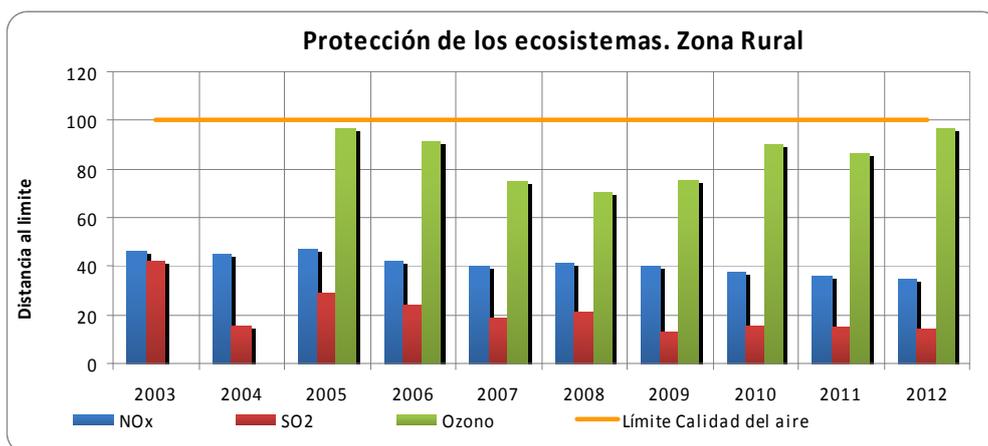


Gráfico 3.- Distancia a los valores límite de los niveles de protección de ecosistemas en zonas rurales.

En esta última gráfica se representan los valores registrados de NO_x, SO₂ y ozono (AOT vegetación) en las zonas rurales, que son las de mayor interés para la protección de la vegetación y de los ecosistemas, y su distancia a los valores límite de calidad del aire establecidos por la normativa. Como se puede observar en los tres casos los valores registrados están por debajo del valor límite de protección de los ecosistemas.

Los datos de calidad del aire son remitidos al Ministerio de Medio Ambiente para su remisión a AirBase⁴, la base de datos sobre calidad del aire de la Comisión Europea.

2. Datos de calidad del aire 2002-2012.

2.1. Sinopsis de las pautas y tendencias.

En el **grafico 4** y en los siguientes se ilustra la evolución de las concentraciones, tomando como referencia los valores medios de la estación de La Cigüeña para la zona urbana y los valores medios de las estaciones de Arrúbal, Galilea, Pradejón y Alfaro para la zona rural. En cada año, el valor obtenido representa la media de todas las estaciones de la zona correspondiente, pero también se indicará, en los casos que sean de interés, los valores máximos de la zona correspondiente, es decir el valor de un contaminante registrado en una de las estaciones que sirven para evaluar la calidad del aire de la zona a la que pertenece, y que a efectos prácticos es el valor que se a va a tener en cuenta en la evaluación para la Comisión Europea.

Las concentraciones se refieren a los valores límite que figuran en el Real Decreto 102/2011, que indican la concentración en el día u hora de mayor concentración por encima de $x+1$, donde x es el valor límite que no debe superarse.

Contaminante	Valor límite u objetivo elevados a corto plazo (1-24 horas).
SO ₂	125 µg/m ³ , valor diario que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil.
NO ₂	200 µg/m ³ , valor horario que no podrá superarse en más de 18 ocasiones por año civil.
PM ₁₀	50 µg/m ³ , valor diario que no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año.
Ozono	120 µg/m ³ , valor objetivo máximo de las medias octohorarias del día, que no deberá superarse más de 25 ocasiones por cada año civil de promedio en un período de 3 años.

Tabla 7.- Valores límite horarios establecidos en el RD 102/2011, para cada uno de los contaminantes.

4. Véase http://air-climate.eionet.europa.eu/country_tools/aq/eoi_to_airbase_status/index_html

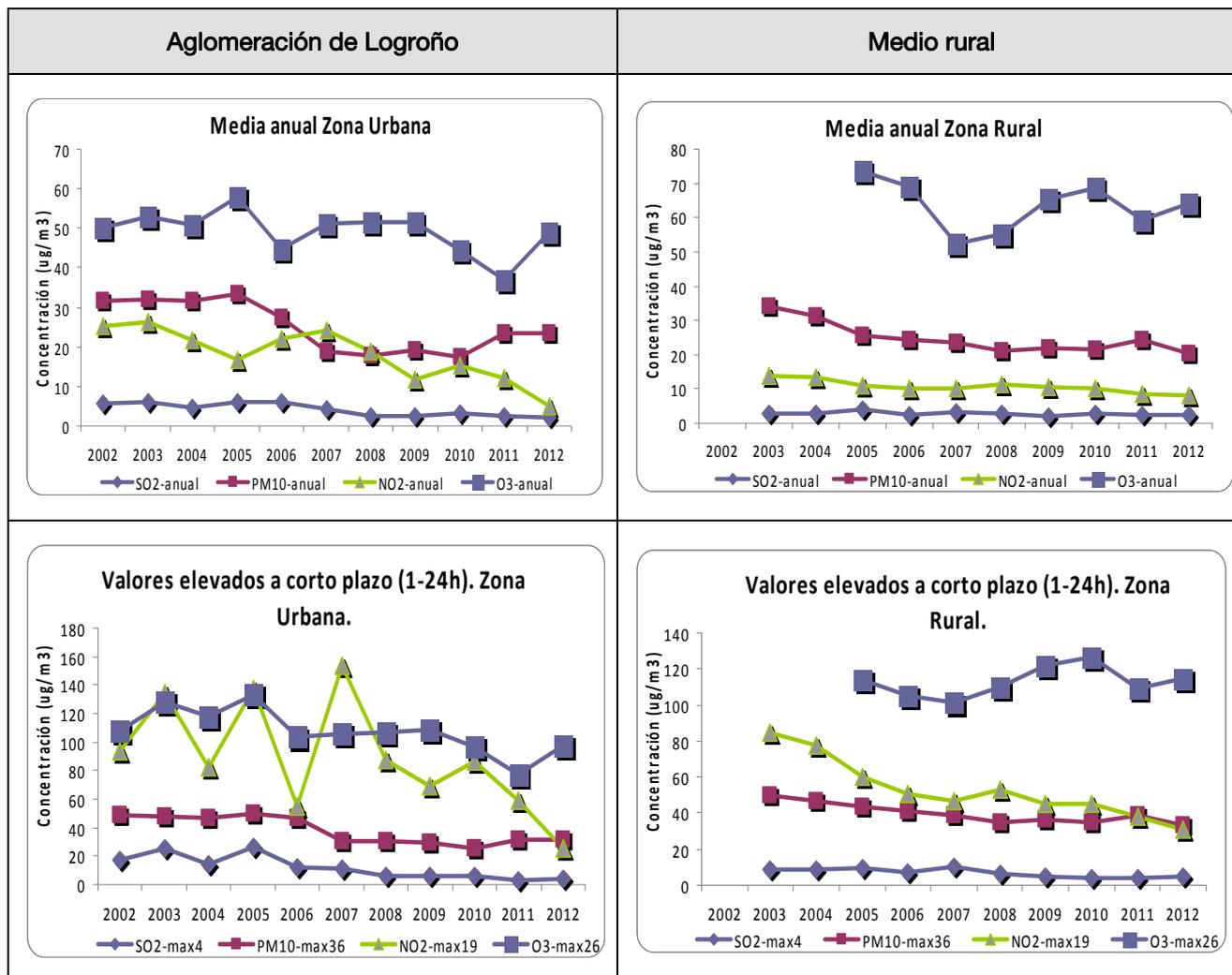


Gráfico 4.- Gráficas de tendencias de las concentraciones de contaminantes atmosféricos en zonas urbanas y rurales.

Nota: SO₂-max4: 4ª concentración media diaria más alta de SO₂
 PM₁₀-max36: 36ª concentración media diaria más alta de PM₁₀
 NO₂-max19: 19ª concentración media horaria más alta de NO₂
 O₃-max26: 26ª concentración diaria en 8 horas más alta de O₃.

Las emisiones de SO₂ muestran unas concentraciones estables en la aglomeración urbana y en zonas rurales, tanto en valores medios anuales como en máximos.

Con respecto a las partículas, mientras que en la zona urbana los valores medios son más o menos estables, para la zona rural se observa un ligero decremento de las partículas, que como se mostrará más adelante, se materializará en datos, que cumplen la normativa, referida a las superaciones del valor límite diario.

El valor medio de NO_x en la aglomeración urbana experimenta de nuevo un decremento, dándose una mayor estabilidad en los valores de estos últimos años. En todo caso los valores se mantienen muy por debajo del límite máximo horario de 200 µg/m³. En las zonas rurales, que se encuentran más alejadas del tráfico, los valores registrados presentan tendencias más suaves y estables.

En cuanto al ozono, las subidas y bajadas de sus valores medios y máximos obedecen sobre todo al número de días soleados en periodo de primavera y verano y a la temperatura principalmente, así como a

la emisión de los precursores en la zona. En el 2012 se ha observado un ligero incremento de los valores, no obstante, ambas zonas, continúan sin superar los valores límite de protección de la salud.

2.2. Óxidos de azufre.

El SO₂ es un gas incoloro no inflamable. Presenta un olor fuerte e irritante para altas concentraciones (más de 8,5 mg/Nm³).

Su vida media en la atmósfera se estima en días, de modo que puede ser transportado hasta grandes distancias; es considerado uno de los principales responsables del fenómeno de la lluvia ácida.

Durante su proceso de oxidación en la atmósfera, este gas forma sulfatos, es decir, sales que pueden ser transportadas en el material particulado respirable (PM₁₀) y que en presencia de humedad forman ácidos. Luego, estos ácidos son una parte importante del material particulado secundario o fino (PM_{2,5}), de ahí la importancia del estudio, entre otros motivos, del PM_{2,5} y del indicador medio de exposición (IME).

Tanto la exposición a sulfatos como a los ácidos derivados del SO₂, es de extremo riesgo para la salud debido a que éstos ingresan directamente al sistema circulatorio humano a través de las vías respiratorias.

El SO₂ se origina en la combustión de carburantes con un cierto contenido en azufre (carbón, fuel, gasóleos...) en instalaciones de combustión de carbón y fuel, procesos industriales, tráfico de vehículos pesados, calefacciones de carbón y fuel, etc. También existen fuentes naturales de éste contaminante como las erupciones volcánicas.

Concentraciones altas de éste contaminante afectan al aparato respiratorio, agravan enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes y provocan irritación en los ojos. El dióxido de azufre se ha asociado a problemas de asma y bronquitis crónica, aumentando la morbilidad y mortalidad en personas mayores y niños.

Otros efectos preocupantes son la deposición húmeda o seca de los compuestos ácidos que origina sobre la cubierta vegetal y suelo así como sobre materiales de construcción (mármol, caliza...).

Los datos anuales que se representan en la **gráfico 5** toman como referencia el valor límite para la protección de los ecosistemas. No obstante este límite sólo es aplicable a determinadas zonas regionales donde hay un ecosistema a proteger (en el caso de La Rioja sólo se evalúa la calidad del aire respecto a los valores límite de protección de los ecosistemas en la zona rural, es decir mediante los datos de las estaciones de Arrúbal, Galilea, Pradejón y Alfaro). Debido al origen del SO₂ (tráfico, combustión, procesos industriales...) siempre se observan niveles más altos del contaminante en la aglomeración urbana de Logroño que en zonas rurales.

Para el cálculo de los valores de protección de ecosistemas se han tomado los datos de las estaciones del periodo invernal (01 de octubre al 31 de marzo).

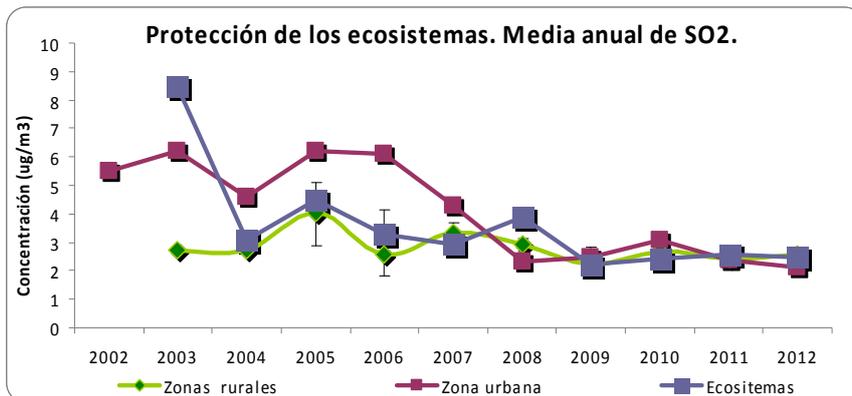


Gráfico 5.- Media anual SO₂- Protección de los Ecosistemas.

Con respecto a la protección de la salud, en el periodo de estudio se constata que además de estar muy lejos del valor límite diario (125 µg/m³), no se ha superado el umbral de alerta de 500 µg/m³.

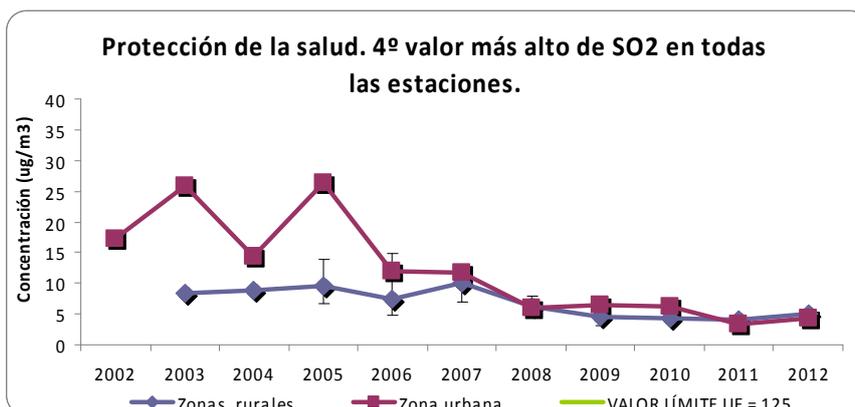


Gráfico 6.- 4º valor más alto SO₂ en todas las estaciones.

2.3. Óxidos de nitrógeno.

Los óxidos de nitrógeno de mayor interés como contaminantes en calidad del aire son el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). El NO₂ es un gas pardo-rojizo, no inflamable, de olor asfixiante y tóxico. Sus fuentes de emisión principales son los procesos de combustión a altas temperaturas, en los cuales se combinan el oxígeno y el nitrógeno presentes en el aire y dan lugar a NO que, posteriormente, por la acción de oxidantes atmosféricos como el ozono, se convierte en NO₂. En las ciudades, el tráfico constituye la principal fuente de emisiones.

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) junto con los compuestos orgánicos volátiles (COV), son los principales precursores del ozono troposférico, uno de los mayores problemas de calidad del aire en muchas ciudades españolas.

Entre los posibles daños a la salud están los que afectan al aparato respiratorio provocando bronquitis, neumonía y menor resistencia a las infecciones de las vías respiratorias. Bajos niveles de óxidos de nitrógeno en el aire pueden irritar los ojos, la nariz, la garganta, los pulmones, y causar tos y una sensación de falta de aliento, cansancio y náusea. La exposición a bajos niveles también puede producir acumulación

de líquido en los pulmones 1 ó 2 días después de la exposición. Respirar altos niveles de óxidos de nitrógeno puede rápidamente producir quemaduras, espasmos y dilatación de los tejidos en la garganta y las vías respiratorias superiores, reduciendo la oxigenación de los tejidos del cuerpo, produciendo acumulación de líquido en los pulmones y la muerte.

De igual forma, los NO_x tienen (sobre todo el NO_2) efectos sobre la vegetación, presentando sinergias con el SO_2 . Los óxidos de nitrógeno se transforman en la atmósfera en ácido nítrico (HNO_3), constituyente de la lluvia ácida; igualmente son considerados importantes precursores de la contaminación por ozono troposférico, como consecuencia de las reacciones fotoquímicas con los hidrocarburos.

En cualquier caso, los niveles registrados en las estaciones de La Rioja muestran unos niveles bajos, generalmente inferiores en zonas rurales que en la aglomeración urbana, pero ambas zonas por debajo del valor límite para la salud humana.

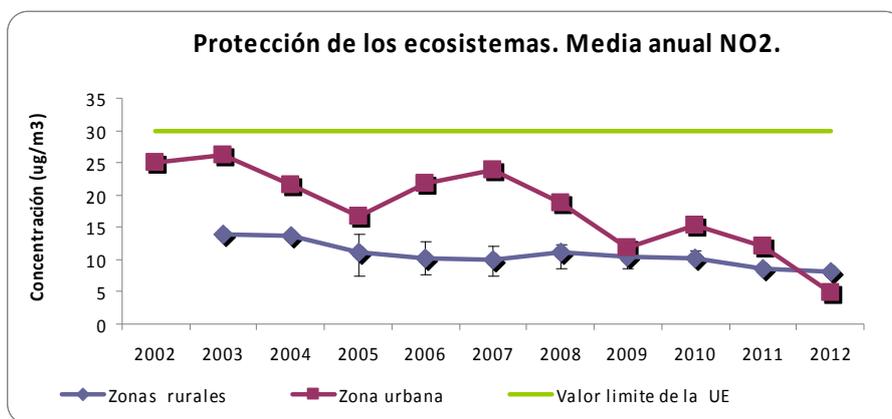


Gráfico 7.- Media anual NO_2 - Protección de los ecosistemas.

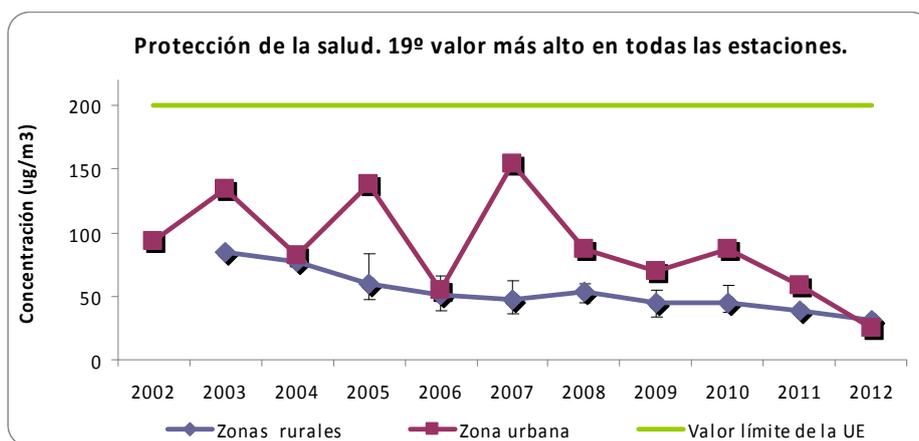


Gráfico 8.- 19º valor más alto NO_2 en todas las estaciones.

En la estación urbana de Logroño, se mantiene una bajada de los niveles medios y máximos de óxidos de nitrógeno. A lo largo de todos los años de los que se dispone de información de calidad del aire de esta estación urbana (2002-2012) se han observado aumentos y disminuciones de los valores de inmisión de este contaminante, que comienzan a presentar una tendencia a estabilizarse. En el 2012 el valor de NO_2 está por debajo del valor límite de calidad del aire ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Gobierno de La Rioja

En las zonas rurales, los niveles de óxidos de nitrógeno se mantienen muy bajos a lo largo de todo el periodo de estudio (2002-2012) para las estaciones rurales. En este último año los valores de NO_x se mantienen estables; igualmente y en todos los casos los valores están por debajo del límite de calidad del aire (200 µg/m³).

2.4. Partículas – PM₁₀

Las concentraciones de partículas en el aire se miden actualmente sobre todo en forma de PM₁₀, concentración másica de partículas de diámetro aerodinámico equivalente inferior a 10 µm, que pueden entrar en el sistema respiratorio. Otras fracciones de tamaño de partículas que afectan la salud, como las PM_{2,5}, se miden ya en las estaciones de vigilancia de las Centrales Térmicas de cara al cumplimiento de la nueva Directiva de Calidad del Aire y se han medido durante los años 2009, 2010, 2011 y 2012 en la estación de La Cigüeña con el método gravimétrico de referencia. Estas últimas mediciones requieren una analítica mucho más compleja que la de los analizadores fijos.

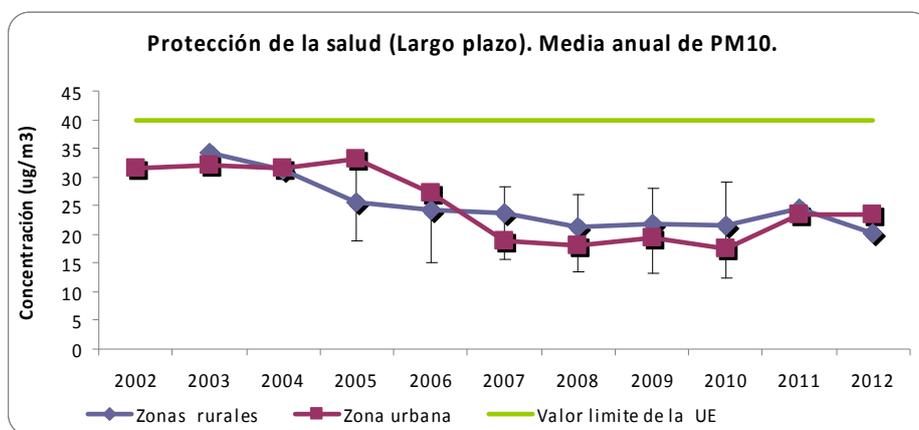


Gráfico 9.- Media anual PM₁₀. - Protección de la salud humana.

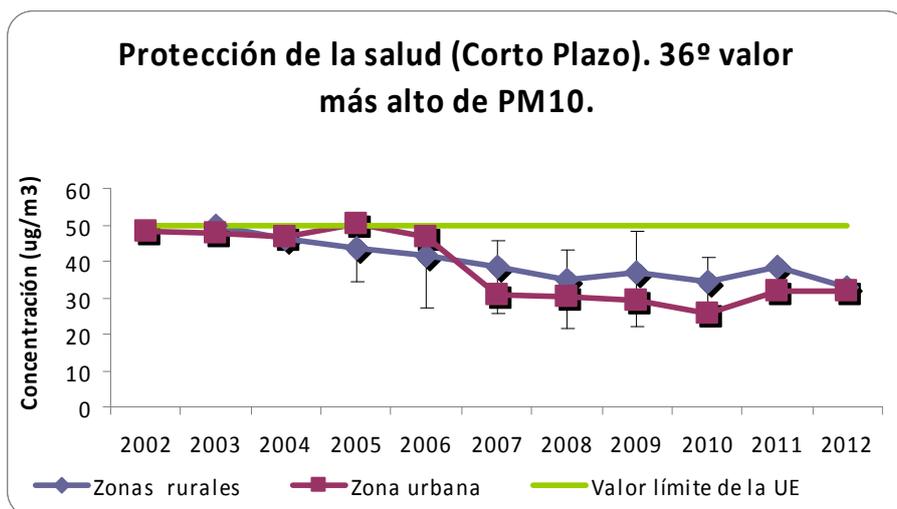


Gráfico 10.- 36º valor más alto PM₁₀ en todas las estaciones.

En las gráficas anteriores se observa que los valores urbanos se mantienen estables sobre los niveles de años anteriores, tanto en la zona urbana como en la zona rural, tanto en los valores medios como en la representación de los valores del percentil correspondiente (36º valor más alto de PM₁₀).

Estos resultados se obtienen teniendo en cuenta la media de los valores medios y la media de los percentiles de todas las estaciones que sirven para la evaluación de la zona a la que pertenecen, es decir, en el caso de la zona rural, de las estaciones de Alfaro, Arrúbal, Galilea y Pradejón, por este motivo las conclusiones son distintas a las obtenidas de la evaluación de los valores máximos de las estaciones de la zona rural.

Por ello, para la zona rural resulta más interesante, a efectos también prácticos para la evaluación de la calidad del aire, la revisión de los valores máximos en cada zona (que en la zona urbana no cambiaría ya que sólo se evalúa mediante los datos de una estación y en la zona rural sería el valor del percentil de la estación con los parámetros más desfavorables). A continuación se representan los valores más desfavorables de la zona rural para compararlos con los valores medios de percentil representados en la gráfica 11.

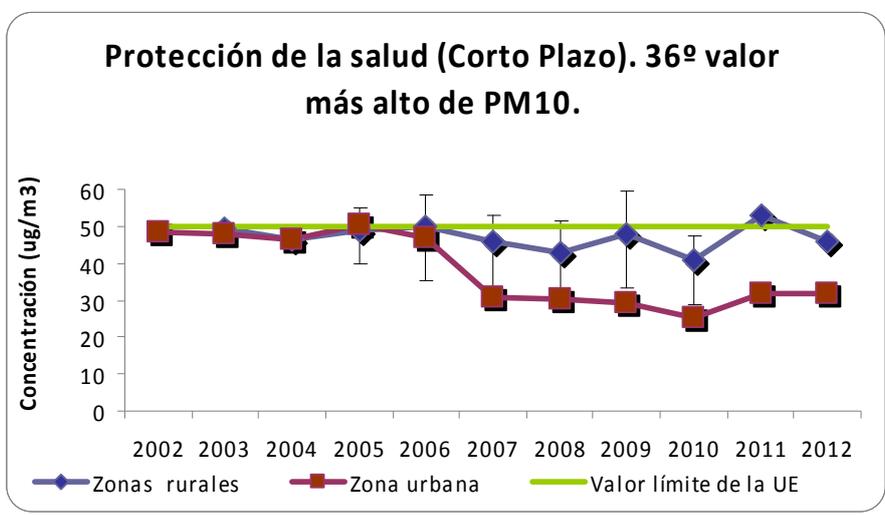


Gráfico 11.- 36º valor más alto PM₁₀ en todas las estaciones tomando los valores más desfavorables de las estaciones.

Como se observa, en la zona rural y tomando el valor más desfavorable, los valores se encuentran, de nuevo, por valor límite. Cabe indicar, que estos resultados, en virtud de las Directivas Europeas, se deben realizar con los descuentos de los días con superaciones debidos a causas naturales, los cuales suponen entre 1 y 2,5 µg/m³ de incremento de la media anual en La Rioja

La información para el descuento es suministrada por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y se realiza tomando como estación de fondo para el descuento la estación de Valderejo.

2.5. Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas inflamable, incoloro, insípido, ligeramente menos denso que el aire y altamente tóxico. El CO se genera naturalmente en la producción y degradación de la clorofila de las plantas, así como en los incendios forestales al producirse combustión incompleta del carbono. También se origina por la oxidación atmosférica del metano procedente de la fermentación anaerobia de la materia orgánica.

Entre los orígenes antropogénicos destacan los procesos de combustión, siendo la combustión incompleta de carburantes en los automóviles la causa principal de los problemas por contaminación de CO, así como la combustión incompleta en focos fijos (calefacciones, industrias) y en la incineración de residuos.

Gobierno de La Rioja

Este gas representa una gran amenaza para la salud por su capacidad de reaccionar con la hemoglobina de la sangre en competencia con el oxígeno (posee unas 240 veces más afinidad por la hemoglobina que el O₂) formando carboxihemoglobina, que reduce la capacidad de la sangre para el transporte de oxígeno desde los pulmones a los tejidos.

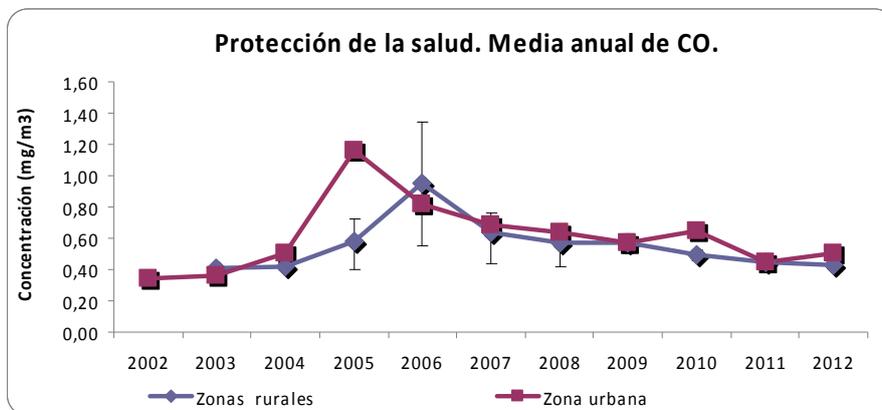


Gráfico 12.- Valor medio CO.- Protección de la salud humana.

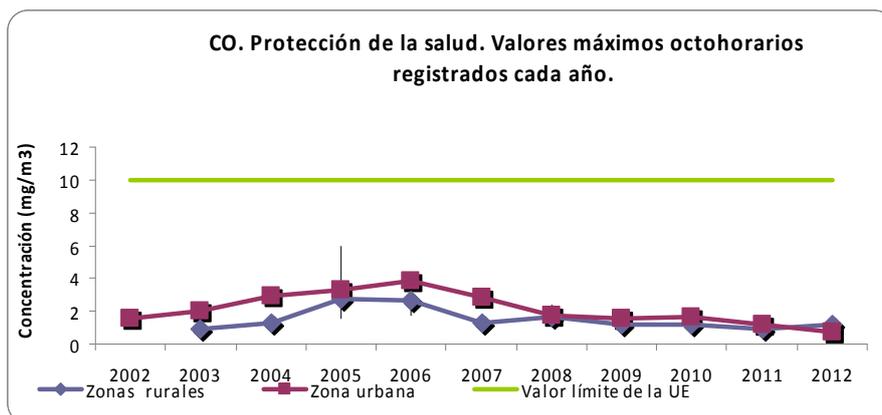


Gráfico 13.- Máximo octohorario de CO.

El valor más alto de CO se ha calculado a partir de la media octohoraria máxima correspondiente a cada día. Para el cálculo de la media octohoraria se utilizan las medias móviles de ocho horas, calculadas a partir de datos horarios, que se actualizarán cada hora. Cada media octohoraria calculada se atribuirá al día en que termine el período, es decir, el primer período de cálculo para cualquier día dado será el período que comience a las 17:00 de la víspera y termine a la 1:00 de ese día; el último período de cálculo para cualquier día dado será el que transcurra entre las 16:00 y las 24:00 de ese día.

Los valores de CO para todas las estaciones y en todos los casos son muy bajos y continúan en 2012 con la tendencia estable tanto en la zona urbana como en la zona rural. Para el caso de los máximos octohorarios los valores de la aglomeración urbana y de las zonas rurales están muy por debajo del valor límite.

2.6. Benceno

El Benceno presente en la atmósfera procede principalmente de emisiones provocadas por la actividad humana en las ciudades. La fuente más común es el uso del tráfico urbano, la evaporación de gasolinas y

gasóleos durante las operaciones de llenado de combustible, la producción de diferentes compuestos químicos, las emisiones procedentes de la combustión incompleta del carbón y de productos derivados del petróleo, y la manufactura de pinturas o su utilización por cualquier tipo de industria. También se han detectado emisiones de este compuesto en vertederos de residuos sólidos de media y alta densidad.

El Benceno forma parte de los denominados Compuestos Orgánicos Volátiles (COV): compuestos químicos de estructuras diversas, formados principalmente por carbono e hidrógeno, y en menor medida por otros elementos como el oxígeno, el nitrógeno o el azufre, que debido a su baja presión de vapor, dan lugar a concentraciones importantes en el aire (de acuerdo con los criterios más ampliamente aceptados, en el término Compuestos Orgánicos Volátiles no metánicos se agrupan todas aquellas sustancias de base carbono presentes en la atmósfera distintas del metano, que tengan una presión de vapor superior a 0,14 mm de Hg a 25°C. Generalmente tienen un número de átomos de carbono entre 2 y 12). Algunos COV, junto con los óxidos de nitrógeno, son capaces de producir oxidantes fotoquímicos cuando reaccionan en presencia de luz solar, siendo estos precursores del ozono.

En la estación de La Cigüeña, en la aglomeración urbana de Logroño, se miden además del Benceno, los niveles de Tolueno y Xileno, completando de esta manera la evaluación de los compuestos orgánicos volátiles en el aire. No obstante, hasta el momento, solo el Benceno tiene establecido un valor límite de concentración de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En el caso del tolueno, se origina predominante por el uso de disolventes, pinturas y adhesivos, destaca por el importante descenso que ha tenido en los últimos años, al igual que el Xileno.

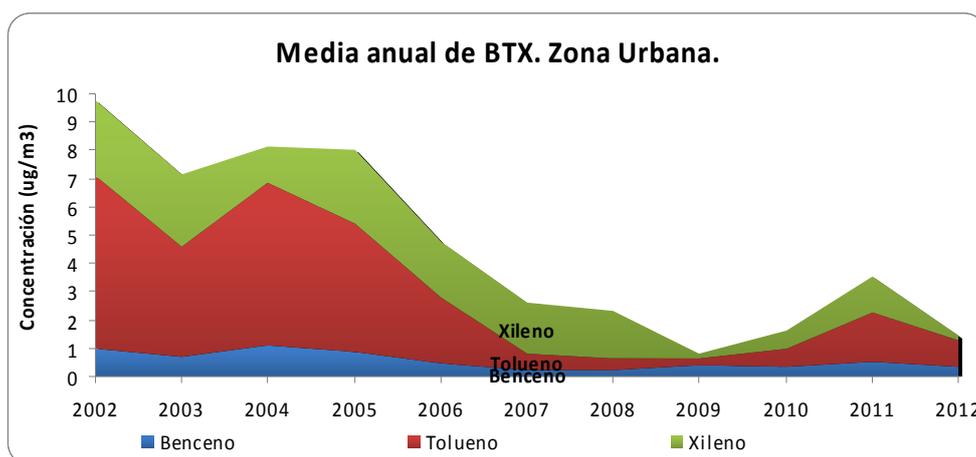


Gráfico 14.- Media anual BTX en Logroño.

Tal y como se observa en el gráfico 15, los valores medios de Benceno se mantienen estables en la aglomeración urbana; en todo caso están muy por debajo del límite indicado en la normativa.

Gobierno de La Rioja

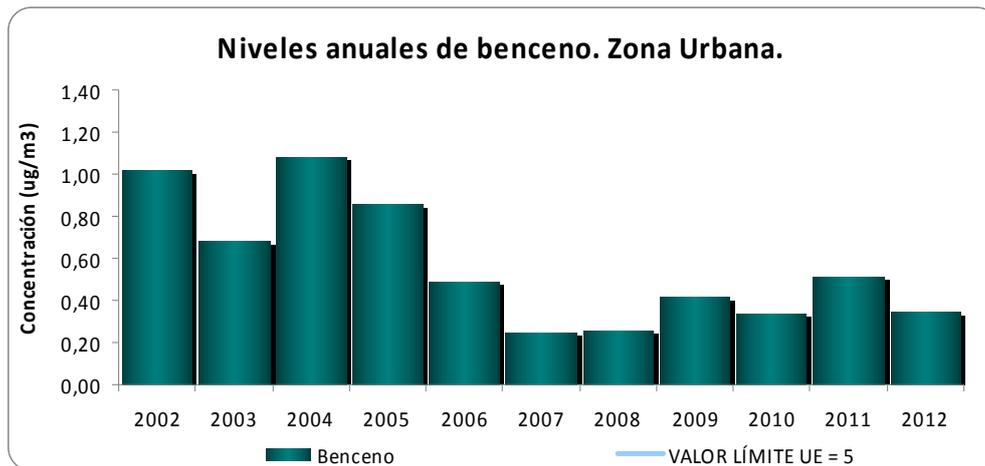


Gráfico 15.- Media anual de Benceno en Logroño.

2.7. Ozono

La mayor parte del ozono presente en la atmósfera, en torno a un 90%, se encuentra en la estratosfera. Cuando se forma en la baja troposfera (capa más baja de la atmósfera) se denomina ozono troposférico y se considera un contaminante secundario de origen fotoquímico, pudiendo originar problemas en la salud, sobre todo en ciertos sectores sensibles, causando irritación en los ojos, nariz y garganta. Así, se han establecido relaciones entre la frecuencia de crisis de asma y los días de concentraciones elevadas de ozono y otros oxidantes fotoquímicos pues, al parecer, provoca una disminución de las funciones pulmonares. Los daños que provoca son extensibles también a la vegetación y a los materiales.

En el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, se establecen los valores de referencia aplicables a este contaminante en aire ambiente:

- **UMBRAL DE INFORMACIÓN A LA POBLACIÓN : 180 µg/m³, registrado como promedio de una hora**
- **EL UMBRAL DE ALERTA A LA POBLACIÓN: 240 µg/m³, registrado como promedio de una hora**

En una superación del umbral de información en cualquiera de las estaciones de La Rioja, se desata un protocolo de actuación a través de la Dirección General de Calidad Ambiental y el Servicio de Protección Civil por el cual se suministra la siguiente información a medios de comunicación y organismos públicos interesados:

- 1) Información sobre la superación o superaciones observadas: Situación o área de las superaciones. Tipo de umbral superado (de información o de alerta). Hora de inicio y duración de la superación. Concentración máxima de las medias horaria y octohoraria.
- 2) Previsión para la siguiente tarde/día: Área geográfica en la que se espera la superación del umbral de información o alerta. Evolución prevista de la contaminación (mejora, estabilización o empeoramiento).
- 3) Información sobre el tipo de población afectado, los efectos posibles sobre la salud humana y las precauciones recomendadas: Información sobre los grupos de riesgo de la población. Descripción de los síntomas más probables. Precauciones recomendables para la población afectada. Fuentes de información adicional.
- 4) Información sobre las medidas preventivas para reducir la contaminación o la exposición a ésta: Indicación de los principales sectores emisores; medidas recomendadas para reducir las emisiones.

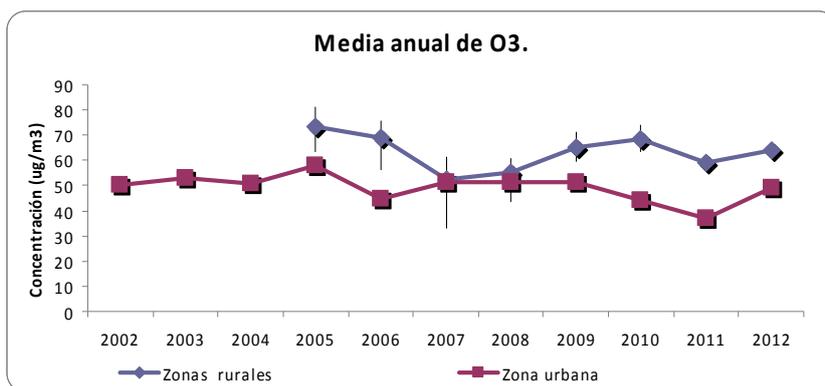


Gráfico 16.- Media anual de O₃.

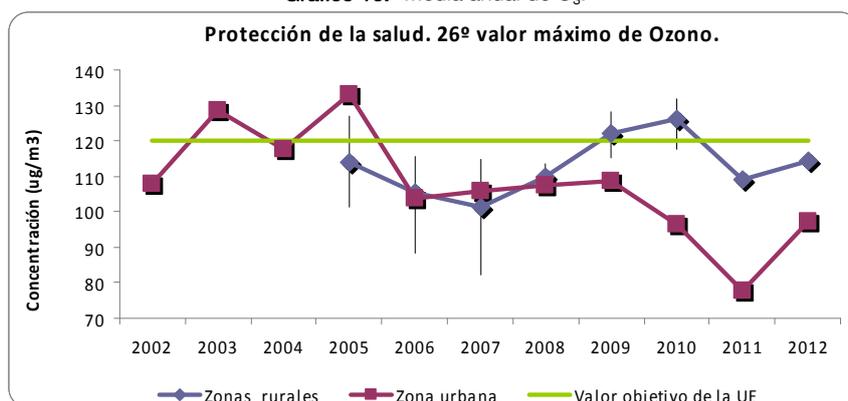


Gráfico 17.- 26º valor máximo de O₃.

Teniendo en cuenta los valores medios y la media de los percentiles para la representación de cada zona, se observa que en la zona urbana los valores de ozono se mantienen estables en los valores de los últimos años y por debajo de valores límite desde el año 2006. En este último año 2012 y para la zona rural, se observa en la **gráfica 17** del *26º valor máximo de ozono* que los niveles medios que anteriormente estaban rebasando los valores límite de calidad del aire, siguen manteniéndose por debajo de dicho valor.

En la tabla 8 se pueden apreciar los datos numéricos de las superaciones anuales y del número de superaciones medio en tres años del umbral de protección de la salud (120 µg/m³). La media de los tres últimos años no debe rebasar el valor límite establecido en la normativa (25 superaciones del valor 120 µg/m³, como media de tres años). En la zona rural para cada una de las estaciones se observa una disminución del número de superaciones del umbral de protección de la salud en el año 2010 con respecto a 2010, aunque no siempre respecto a 2011. La media de los tres años evaluables da lugar a superaciones del umbral en las estaciones de Galilea.

Nº de superaciones del valor máximo octohorario diario cada año ⁵ .					
Estación	2010	2011	2012	Años evaluables	Media de 3 años evaluables
La Cigüeña	1	0	0	2010;2011;2012	0
Alfaro	19	10	18	2010;2011;2012	16
Arrúbal	52	0	15	2010;2011;2012	22
Galilea	40	34	32	2010;2011;2012	35
Pradejón	35	6	4	2010;2011;2012	15
Máximo	52	34	32		35

Tabla 8.- Superaciones por año y como promedio de los últimos años de ozono en la estación de La Cigüeña y en las zonas rurales tomados como máximas rurales (Datos La Rioja pendientes de validar con el Ministerio).

⁵ Resultados según evaluación de los datos por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino a partir de los valores suministrados por la Dirección General de Calidad Ambiental y Agua.

Gobierno de La Rioja

Como ya se ha comentado, en 2012 no se produjeron superaciones del umbral de información de ozono ($180\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Paralelamente, y desde la entrada en vigor del Real Decreto 1796/2003 además se aplican nuevos indicadores de referencia, entre ellos la AOT40, calculada como la suma de las diferencia entre las concentraciones horarias superiores a $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ a lo largo del periodo de mayo a julio utilizando los valores horarios comprendidos entre las 08:00 y las 20:00 (hora central europea).

En la **gráfica 18** se ha representado el valor AOT como promedio de 5 años, ya que el valor límite indicado en el RD 1796/2003 es $18000\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ de promedio en un periodo de 5 años (se han realizado los cálculos con todos los datos disponibles).

AOT 40V Datos MARM.			
Estaciones	Dato 2011	Media 5 años	Periodo evaluable
La Cigüeña	3.495	5.347	2008-2012
Arrúbal	11.291	14.101	2008-2012
Pradejón	7.171	15.461	2008-2012
Galilea	19.293	17.316	2008-2012
Alfaro	15.933	14.438	2008-2012

Tabla 9.- Valores AOT anuales y valores promedio de un periodo de 5 años.

Tal y como se observa en la **gráfica 18**, los valores AOT40 para la zona urbana y la rural se encuentran por debajo del valor límite desde el año 2011.

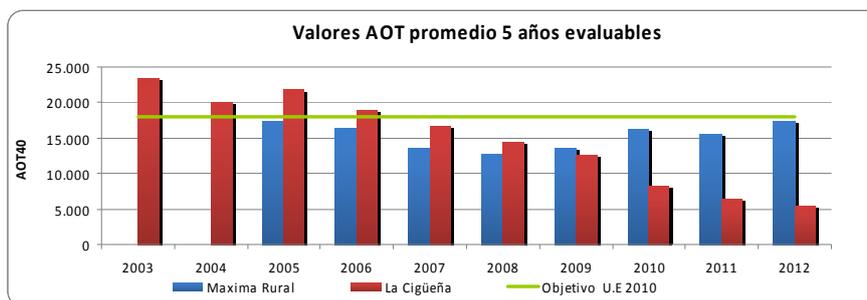


Gráfico 18.- Valor AOT40 de O_3 promedio de 5 años. Protección de los ecosistemas.

RESULTADOS DE LAS CAMPAÑAS DE LA RED DE BIOMONITORIZACIÓN DE METALES PESADOS.

Desde que se puso en marcha la red de biomonitorización hasta finales de 2011 se realizaron tres campañas completas de muestreo, análisis e interpretación de los resultados. Esto permitió determinar de forma preliminar los niveles de fondo regional de los metales analizados. El nivel de fondo indica ausencia de contaminación y, se consideran valores aceptables los que se sitúen por debajo del umbral superior. Hasta ahora, los musgos analizados tienen valores que están por debajo del umbral inferior, lo que permite decir que el 100% de la zona muestreada posee una calidad buena del aire ambiente en cuanto a la contaminación por metales pesados.

Únicamente se ha superado el nivel de fondo en tres ocasiones: dos muestras que superan el nivel de fondo para el arsénico en las proximidades de la localidad de Alfaro, y otra en Burgos; así como una muestra que ha superado el nivel de fondo para el cadmio en la estación número 6, situada en Azqueta (Navarra).

Campaña1: la primera campaña se llevó a cabo durante los años 2006-2007 estableciendo un convenio de colaboración entre el Gobierno de La Rioja y la Universidad de La Rioja. Los trabajos realizados fueron los siguientes:

- Año 2006: Se diseñó el muestreo, realizándose uno en otoño, tomando muestra en cada uno de los 25 puntos de la red y en los 3 de apoyo con el fin de poder calcular los niveles de fondo.
- Año 2007: Realización del segundo muestreo en primavera. A partir de los dos muestreos conseguidos en los años 2006 y 2007 se realizó la analítica de las muestras y el análisis de los datos obtenidos para calcular los niveles de fondo regionales.

Campaña 2: la segunda campaña abarcó el periodo 2008-2009 y se utilizó una malla similar a la de la anterior campaña pero sin muestras de fondo. Para la realización de los trabajos se acordó un contrato con el Gobierno de La Rioja y la Universidad de La Rioja.

- Año 2008: realización de dos campañas de muestreo en primavera y otoño del año 2008. Las muestras recogidas en estas dos campañas se enviaron al laboratorio para la realización de la analítica correspondiente.
- Año 2009: procesado de los resultados de la analítica y elaboración del informe final de presentación de datos.

Campaña 3: la tercera campaña abarcó el periodo 2010-2011, se utilizó una malla similar a la de la anterior campaña ampliada en el entorno de la estación de Alfaro, al objeto de definir mejor la anomalía encontrada para el Arsénico.

- Año 2010: Realización de las campañas de primavera y otoño y envío al laboratorio para la realización de la analítica correspondiente.
- Año 2011: Procesado de los resultados y elaboración del informe final de presentación de datos.

Campaña 4: abarcará el periodo 2012-2013, cuenta con mejora de la malla en torno a la estación de Alfaro, al objeto de profundizar en el análisis de la anomalía sobre el Arsénico.

- Año 2012: Realización de las campañas de primavera y otoño y envío al laboratorio para la realización de la analítica correspondiente.

Los primeros resultados obtenidos durante la campaña 2006-2007 mostraron unos niveles bajos de metales pesados en la calidad del aire en cuanto a Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo, pero plantearon cierta incertidumbre en cuanto al Níquel.

En la campaña 2008-2009 se observaron niveles bajos de todos los metales pesados en cuanto a Cadmio, Mercurio, Plomo y Níquel, con un notable descenso de los niveles de Níquel en los resultados de 2009 con respecto a los del 2007. En la citada campaña, se ha observado asimismo que en un punto del territorio riojano se registran niveles de Arsénico por encima de los niveles de fondo, aunque notablemente por debajo del umbral inferior de la calidad del aire ambiente, siendo la calidad del aire con respecto al Arsénico muy buena en el 92% del territorio estudiado.

Gobierno de La Rioja

En la campaña 2010-2011 los valores siguieron siendo bajos en cuanto a Cadmio, Mercurio, Plomo y Níquel, se observó en general con las matizaciones que se indican en la memoria un ligero descenso en la concentración de Cadmio Mercurio y Plomo, y un ligero aumento del Níquel. En cuanto al Arsénico las muestras tomadas en las estaciones complementarias confirmaron la existencia de la anomalía y un aumento generalizado dentro de esos niveles bajos, por debajo del Umbral Inferior de calidad en el 96% del territorio. En una de las estaciones adicionales se superó el Umbral Superior de calidad, pero sin llegar al Valor límite. El informe final recomendó el seguimiento y la ampliación de la Red hacia el este.

La cuarta campaña se inició a principios de 2012 y a lo largo de este año se han llevado a cabo los muestreos, el procesado y la adecuación de las muestras para su análisis posterior y obtención de los resultados y de las conclusiones a lo largo de 2013.

Niveles de fondo y umbrales de los metales pesados en La Rioja

	NIVEL DE FONDO (NF)	UMBRAL INFERIOR (2 NF)	UMBRAL SUPERIOR	VALOR LÍMITE (VL)	VL/NF
As (ng/g)	551	1102	1653	2755	5
Cd (ng/g)	178	356	534	890	5
Hg (ng/g)	252	504	*	*	*
Ni (ng/g)	9,4	18,8	26,3	37,6	4
Pb (ng/g)	13,8	27,6	48,3	69,0	5

* Actualmente no se dispone de Valores Límite y Umbrales para este elemento.

Comparación de los valores obtenidos en las campañas realizadas

		MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA
CAMPAÑA 2006-2007	As (ng/g)	130	710	280
	Cd (ng/g)	60	220	110
	Hg (ng/g)	30	80	50
	Pb (ng/g)	1,38	5,41	3,18
		MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA
CAMPAÑA 2008-2009	As (ng/g)	150	780	343
	Cd (ng/g)	40	150	77
	Hg (ng/g)	20	40	31
	Ni (ng/g)	0,63	2,88	1,08
	Pb (ng/g)	1,46	5,27	2,40
		MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA
CAMPAÑA 2010-2011	As (ng/g)	300	1.460	540
	Cd (ng/g)	30	130	70
	Hg (ng/g)	20	40	30
	Ni (ng/g)	0,58	3,29	1,45
	Pb (ng/g)	1,63	6,94	2,43