

Zonificación propuesta para la evaluación de OZONO en la CAPV.



Aire

EUSKO JAURIARITZA

INGURUMEN ETA LURRALDE
POLITIKA SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
Y POLÍTICA TERRITORIAL

Zonificación propuesta para la evaluación de OZONO en la CAPV.

Fecha	2015
Dirección técnica	Red de Control de Calidad del Aire de la CAPV
Asistencia técnica	Environment & System
Propietario	Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial Dirección de Administración Ambiental

INDICE

1. ANTECEDENTES.....	4
2. RELACION ENTRE LOS NIVELES DE O3 Y LAS ZONAS CLIMATICAS	8
3. ESTUDIO DE LA METEOROLOGIA ASOCIADA A LAS DIFERENTES ZONAS.....	16
4. PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN.....	28
5. ADAPTACIÓN DE LA RED DE ESTACIONES A LA NUEVA ZONIFICACIÓN.....	38

1. ANTECEDENTES

La contaminación por O_3 toma relevancia en las tareas de Evaluación y Gestión de la Calidad del Aire con la Directiva 92/72/CE de la Unión Europea, de 21 de septiembre, sobre contaminación atmosférica por Ozono, transpuesta al Estado Español, mediante el Real Decreto 1494/1995 de 8 de septiembre de 1995. En el RD se detallaba que el 'objeto es establecer un sistema de vigilancia y de intercambio de información entre las Administraciones públicas en relación con la contaminación atmosférica causada por el Ozono, con el fin de informar a la población cuando se superen determinados umbrales de concentración, informar a la Comisión Europea y adquirir los conocimientos precisos sobre esta forma de contaminación que permitan, en su caso, la adopción de medidas tendentes a conseguir su reducción'.

Dicha norma establecía un valor umbral de protección de la salud de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como valor medio de 8 horas (en 4 períodos determinados del ciclo diario) y unos umbrales de protección a la vegetación de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como valor medio en 1 hora y $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como valor medio en 24 horas. Así mismo se definían unos umbrales de información y de alerta a la población de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio horario.

En la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) se comenzó a medir Ozono en 1987 (estación de Basauri) y en 1995 se lleva a cabo el primer estudio en el que se analizan los niveles de Ozono medidos en la zona del Bajo Nervión-Ibaizabal. En ese mismo año se amplía la Red, a la zona del Alto Nervión. En el año 1996 se amplía a la cuenca del Deba y Donostialdea. En el año 1997 se comienza a medir en la Llanada Alavesa, Alto Ibaizabal y cuenca del Oria, pero es en el año 1998, con los primeros resultados de los estudios llevados a cabo, cuando se comienza a medir en emplazamientos que pueden considerarse más de fondo como Valderejo, Mundaka y Urkiola. Además se planifican campañas de medida en el período estival en otros emplazamientos seleccionados y se realizan los primeros sondeos de Ozono, al tener indicios de un transporte a larga distancia.

En 1995 algunos países europeos informan de superaciones de la media de 24 horas de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en más de 150 días en algunos emplazamientos. En el medio urbano, las ciudades europeas superan el umbral de protección a la salud con cierta frecuencia y sin una tendencia significativa, las diferencias de un año a otro se asocian a variaciones meteorológicas.

Los resultados más importantes respecto a la contaminación de origen fotoquímico en Europa se resumen en el **"Ozone Position Paper"**, publicado en julio de 1999 (Ref. 1), y preparado por el grupo de trabajo formado para elaborar la nueva directiva de Ozono y el desarrollo de estrategias de reducción de este contaminante, basadas fundamentalmente en la aplicación de la Directiva sobre los techos nacionales de emisión.

También en Euskadi, el Gobierno Vasco edita en 1999 una publicación recogiendo los avances en el conocimiento de la dinámica de la contaminación por Ozono en el País Vasco hasta la fecha (Ref. 2).

La siguiente norma para el Ozono, la Directiva 2002/3/CE (transpuesta a la legislación española mediante el RD 1796/2003), establece un nuevo valor objetivo a largo plazo de

120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como máximo octohorario móvil diario de acuerdo al valor establecido por la OMS para proteger la salud. El umbral de alerta baja a 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio horario y se establece un nuevo indicador para protección a la vegetación, AOT40¹. Estos mismos valores están en vigor en la actualidad, tras haberse aprobado la **Directiva 2008/50/CE** y su transposición a la legislación española **RD 102/2011 relativo a la mejora de la calidad del aire**.

Además de las Directivas, la Comisión Europea utiliza otros instrumentos como Decisiones y Guías para la implementación de la legislación (Ref. 3), que hay que tener en cuenta para llevar a cabo la evaluación de la calidad del aire en el marco europeo a través de criterios comunes, como la Decisión 2011/850/EU relativa al intercambio de información y los documentos elaborados como guías para ello.

La evaluación de las medidas de Ozono, más allá del cumplimiento de los objetivos y otros estándares establecidos, es compleja, al tratarse de un contaminante secundario con un transporte a larga distancia asociado y unos niveles de fondo que están sufriendo variaciones. Las tendencias observadas no se explican con las tendencias calculadas para las emisiones de sus precursores y los patrones de concentración espacio-temporales dependen de muchos factores.

En Europa, el Ozono tiene un seguimiento específico y continuo. Año tras año se publican informes describiendo los episodios más relevantes que han tenido lugar en el periodo estival y las tendencias observadas a lo largo de los últimos años. También son analizadas las tendencias en las emisiones de sustancias precursoras de Ozono, así como los avances que tienen lugar en el estudio del efecto del Ozono en la salud.

A nivel peninsular, el estudio de la dinámica de la formación y transporte de Ozono se ha llevado a cabo mucho más extensamente en la cuenca Mediterránea. En la cornisa Cantábrica, con una dinámica diferente y sobre todo menos problemática, los estudios son escasos. El Ministerio de Medio Ambiente encargó al Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) el **“Estudio y evaluación de la contaminación atmosférica por ozono troposférico en España”** finalizado en 2009 (Ref. 4).

En Euskadi, continuando con los estudios mencionados, se constata la influencia de las condiciones meteorológicas a escala sinóptica y local al analizar en detalle los episodios de Ozono que tienen lugar **“Clasificación de patrones meteorológicos y su relación con los episodios de Ozono en la CAPV”** publicado en 2004 (Ref. 5).

La Red de medida de Ozono en la CAPV incrementó de manera importante el nº de estaciones en los años 2004-2005.

En la actualidad, algunas estaciones se han quitado y en este momento se considera prioritario optimizar las medidas y entre los objetivos planteados están el establecer las estaciones más adecuadas para la medida de Ozono, así como la división del territorio en Zonas, como contempla el artículo 5 del RD 102/2011, con unas características definidas y que influyan en el comportamiento de este contaminante de forma similar en cada una de ellas.

¹ acrónimo de “Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 Parts Per Billion”, se expresa en $[\mu\text{g}/\text{m}^3] \times \text{h}$ y es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($= 40 \text{ nmol/mol}$ o 40 partes por mil millones en volumen) y $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 y las 20:00 horas cada día.

Para ello se ha llevado a cabo una evaluación de los niveles registrados en los últimos años, se ha estudiado su relación con los niveles de precursores, principalmente NOx (Ref. 6), y las condiciones meteorológicas que influyen en los valores registrados en las diferentes estaciones. Además el análisis de los principales episodios observados ha servido para conocer donde se registran las concentraciones más altas y establecer prioridades en la vigilancia.

En la actualidad la CAPV se divide en **8 ZONAS** (Figura 1.1 y Tabla 1.1), excepto para metales, Pb y Benceno para los que se contempla el total del territorio del País Vasco como una única zona (Ref. 7).

Figura 1.1. Zonificación para la evaluación de la Calidad del Aire en la CAPV.

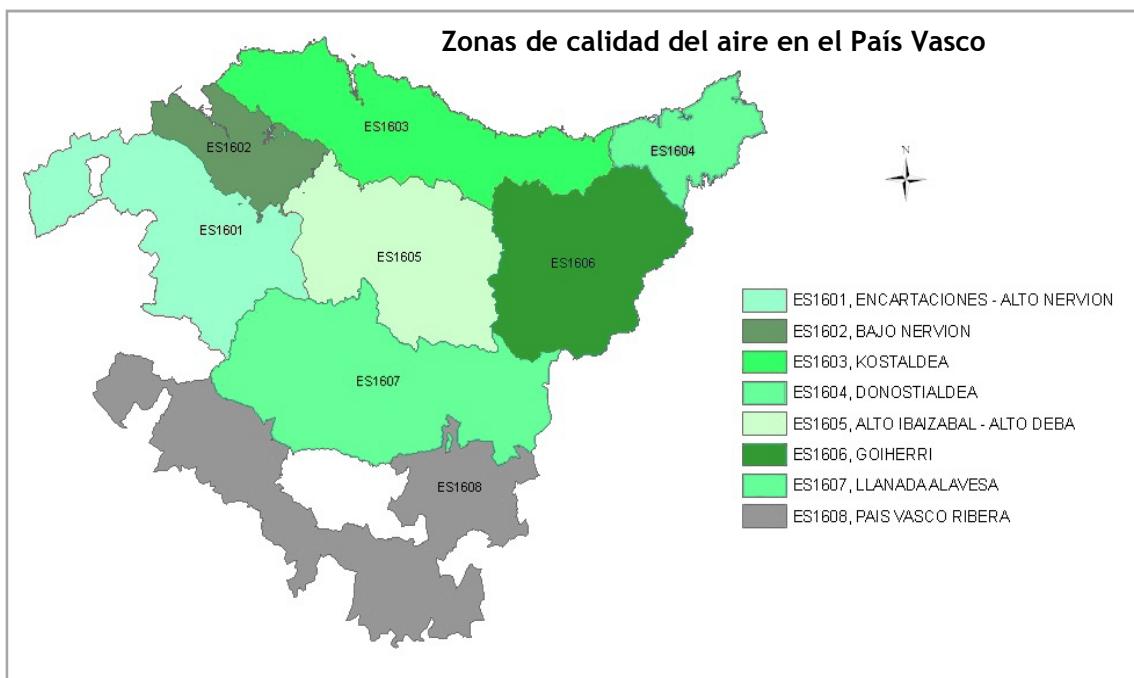


Tabla 1.1. División de la Comunidad Autónoma del País Vasco en Zonas para la evaluación de la Calidad del Aire.

Código	Nombre de la zona	Contaminante	Tipo	Área (km ²)	Población (habitantes)
ES1601	Encartaciones - Alto Nervión	SO ₂ ;NO ₂ ;PM ₁₀ y PM _{2,5} ;CO;O ₃	Zona	969,2	70.264

ES1602	Bajo Nervión	SO ₂ ;NO ₂ ;PM ₁₀ Y PM _{2,5} ;CO;O ₃	Aglomeración	378	880.095
ES1603	Kostaldea	SO ₂ ;NO ₂ ;PM ₁₀ Y PM _{2,5} ;CO;O ₃	Zona	992,2	178.703
ES1604	Donostialdea	SO ₂ ;NO ₂ ;PM ₁₀ Y PM _{2,5} ;CO;O ₃	Aglomeración	348,4	373.767
ES1605	Alto Ibaizabal - Alto Deba	SO ₂ ;NO ₂ ;PM ₁₀ Y PM _{2,5} ;CO;O ₃	Zona	942,9	195.710
ES1606	Goiherri	SO ₂ ;NO ₂ ;PM ₁₀ Y PM _{2,5} ;CO;O ₃	Zona	917,9	147.149
ES1607	Llanada Alavesa	SO ₂ ;NO ₂ ;PM ₁₀ Y PM _{2,5} ;CO;O ₃	Zona	1.305,6	237.958
ES1608	País Vasco Ribera	SO ₂ ;NO ₂ ;PM ₁₀ Y PM _{2,5} ;CO;O ₃	Zona	1.376,9	17.542

En este punto es necesario plantearse si en el caso del Ozono la zonificación también (como en el caso de metales, Pb y Benceno) puede ser diferente a la del resto de contaminantes convencionales.

En el Informe Final, de julio de 2009, del **“Estudio y Evaluación de la Contaminación atmosférica por Ozono Troposférico en España”** elaborado por el CEAM a instancias del Ministerio (Ref. 4), se dedica una parte al País Vasco y ya se recomendaba una zonificación separada para el O₃ (Figura 1.2), justificando dicho esquema por el gradiente N-S en los niveles de O₃ registrados.

Figura 1.2. Propuesta de puntos de medida adicional de O₃ y zonificación (CEAM).



2. RELACION ENTRE LOS NIVELES DE O₃ Y LAS ZONAS CLIMATICAS

La estadística descriptiva de los niveles de Ozono llevada a cabo², pone de manifiesto una clara diferencia en el ciclo estacional de los niveles medios registrados en las diferentes estaciones, dependiendo de su proximidad al mar, es decir un comportamiento en la evolución anual ligada a la climatología de la zona.

Por tanto se considera adecuado que la clasificación del O₃ en zonas esté ligada a criterios climáticos, independientemente de unos niveles mayores o menores de O₃, que vienen determinados principalmente por el tipo de estación.

Así, desde el Servicio Vasco de Meteorología, Euskalmet (http://www.euskalmet.euskadi.net/s075853x/es/contenidos/informacion/cla_clasificacion/es_7264/es_clasificacion.html), se incide en que el País Vasco no forma una región climática homogénea separando, a grandes rasgos, tres zonas:

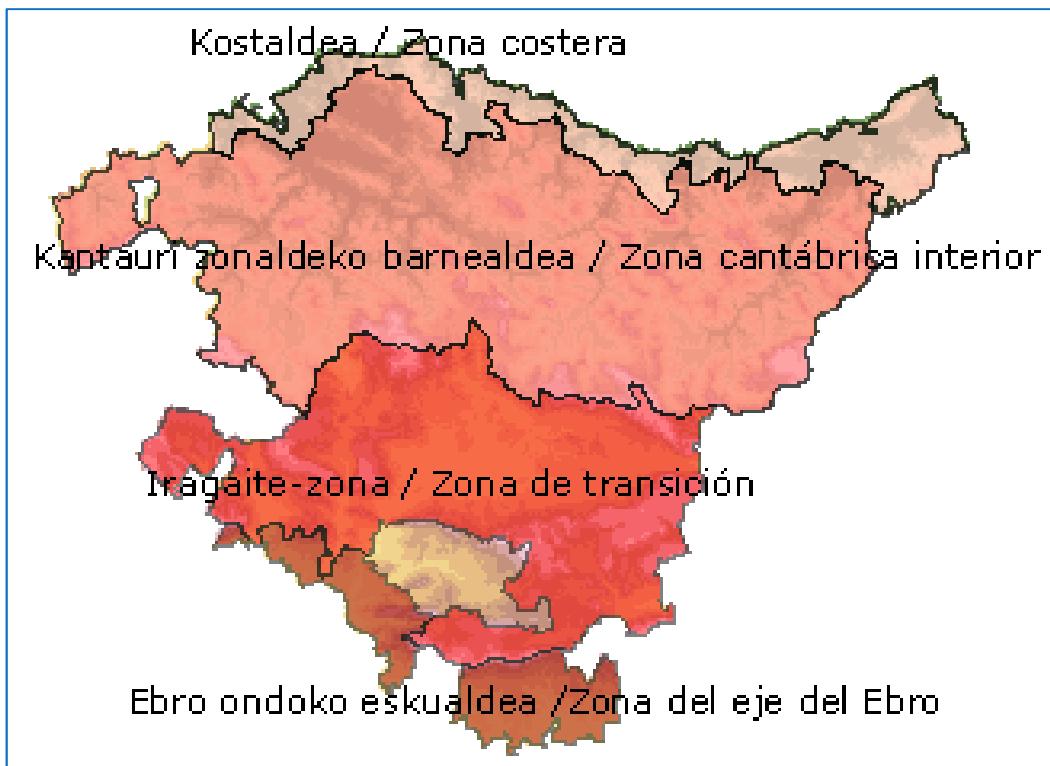
- **La vertiente atlántica:** comprende la totalidad de las provincias de Bizkaia y Gipuzkoa y norte de Araba/Álava.

² Se han utilizado los datos de ozono y de NO₂ desde el 2004 al 2013. Estaciones utilizadas: San Julian, Muskiz, Abanto, Zierbana, Serantes, Algorta, Santrutzi, Barakaldo, Sestao, Munoa, Sangroniz, Erandio, Castrejana, Arraiz, Alonsotegi, M^aDíaz de Haro, Mazarredo, P.Europa, Basauri, Llodio, Zalla, Durango, Zelaieta, Larrabetzu, Montorra, Urkiola, MOndragon, Hernani, Añorga, Ategorrieta, Puio, Easo, Lezo, Jaizkibel, Tolosa, Beasain, Azpeitia, Zumarraga, Av.Gasteiz, Tres de Marzo, Los Herran, Farmacia, Agurain, Elciego, Valderejo, Mundaka, Pagoeta y Av. Tolosa.

- **La zona media:** gran parte de Araba/Álava, zona de transición entre el clima atlántico y mediterráneo (con una subdivisión en dos: llanada y valles occidentales, por un lado, y montaña alavesa por otro).
- **El extremo Sur:** depresión del Ebro y Rioja alavesa.

Además se hace una división mayor cuando se trata de alertar ante olas de calor, en particular la zona denominada vertiente atlántica se subdivide en zona costera y zona cantábrica interior, diferenciando así las siguientes cuatro subzonas (Figura 2.1).

Figura 2.1. División climática de Euskadi (fuente Euskalmet).

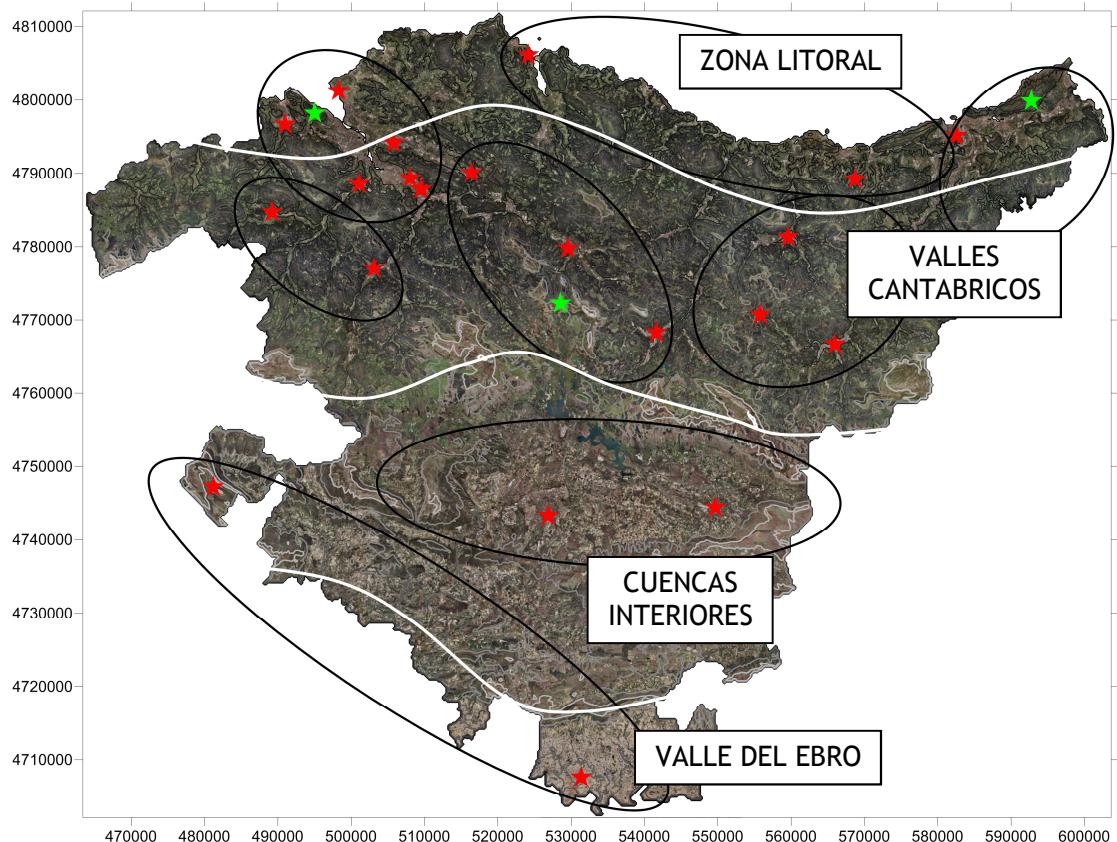


En verano, en ocasiones, sobre todo con vientos sinópticos de componente Sur, se agudiza la diferencia térmica entre una estrecha franja costera y los valles más al interior, donde se registran las temperaturas más altas, al no llegar hasta allí la brisa de mar.

Esta subdivisión parece acertada también para el O₃, cuya formación y transporte dependen fuertemente de los fenómenos de dispersión atmosféricos.

En el mapa (Figura 2.2) se incluye la zonificación inicial (en blanco) superpuesta a la actual (en negro) con la ubicación de estaciones seleccionadas en ellas (en verde: Serantes, Jaizkibel y Urkiola situadas en cimas de montes).

Figura 2.2. Propuesta preliminar de zonas y estaciones de medida de O₃ ubicadas en ellas.



A continuación se muestra cómo difieren los ciclos estacionales de O₃ en las cuatro zonas seleccionadas:

LITORAL (ZL): Muskiz, Serantes, Algorta, Mundaka, Pagoeta, Puio y Jaizkibel.

VALLES CANTABRICOS/COSTEROS (VC): Zalla, Llodio, Alonsotegi, Sangroniz, P.Europa, Basauri, Larrabetzu, Durango, Urkiola, Mondragon, Azpeitia, Zumarraga y Beasain.

CUENCAS INTERIORES (CI): Valderejo, Fac. Farmacia y Agurain.

VALLE del EBRO (VE): Elciego.

Con diferencias de nivel, diferencias de unos años a otros y algunos datos anómalos ya destacados en la estadística, el ciclo es similar en una misma zona (Figuras 2.3 a 2.8). Se han agrupado en un mismo gráfico las estaciones de Valderejo, Fac. Farmacia, Agurain (Cuenca Interiores) y Elciego (Valle del Ebro).

Urkiola a pesar de incluirla como estación de la zona denominada Valles Cantábricos o Costeros, al estar en la parte alta del puerto tiene un comportamiento más parecido al de las estaciones de la zona Litoral.

Figura 2.3. Ciclos anuales de O₃ (promedio 2004-2013) en las estaciones de la ZL.

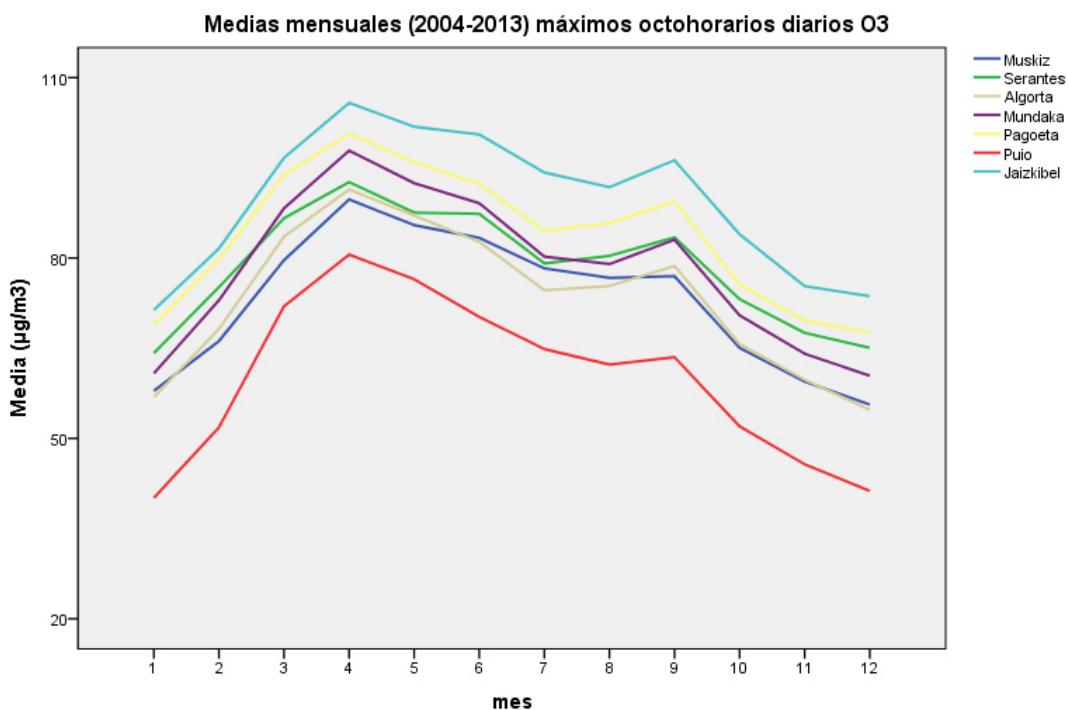


Figura 2.4. Ciclos anuales de O₃ (serie de las medias mensuales) en las estaciones de la ZL.

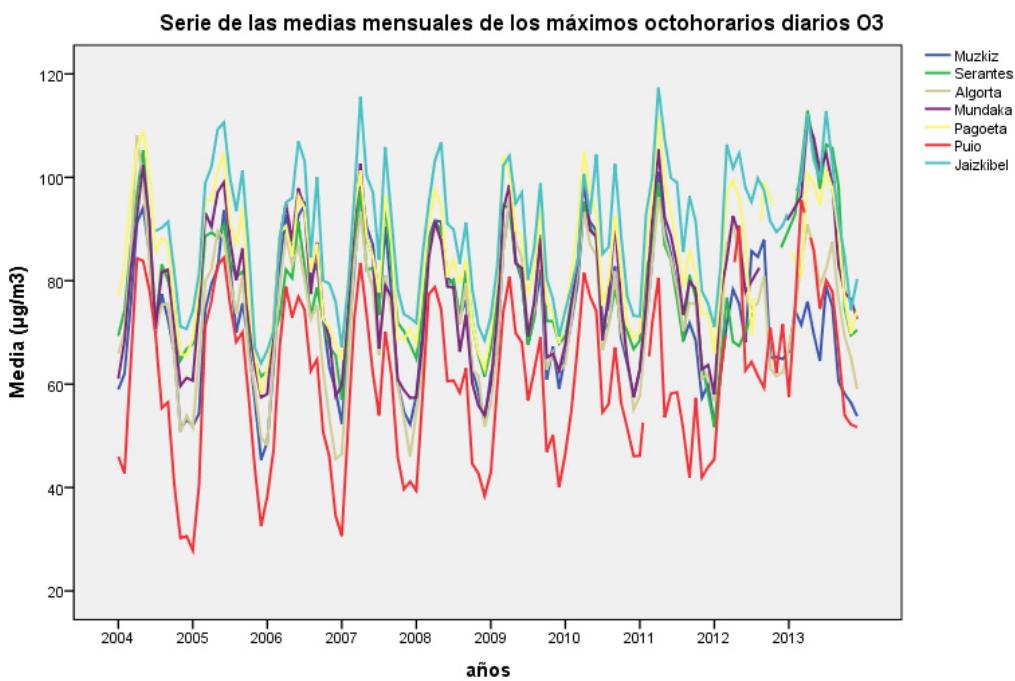


Figura 2.5. Ciclos anuales de O₃ (promedio 2004-2013) en las estaciones de los VC.

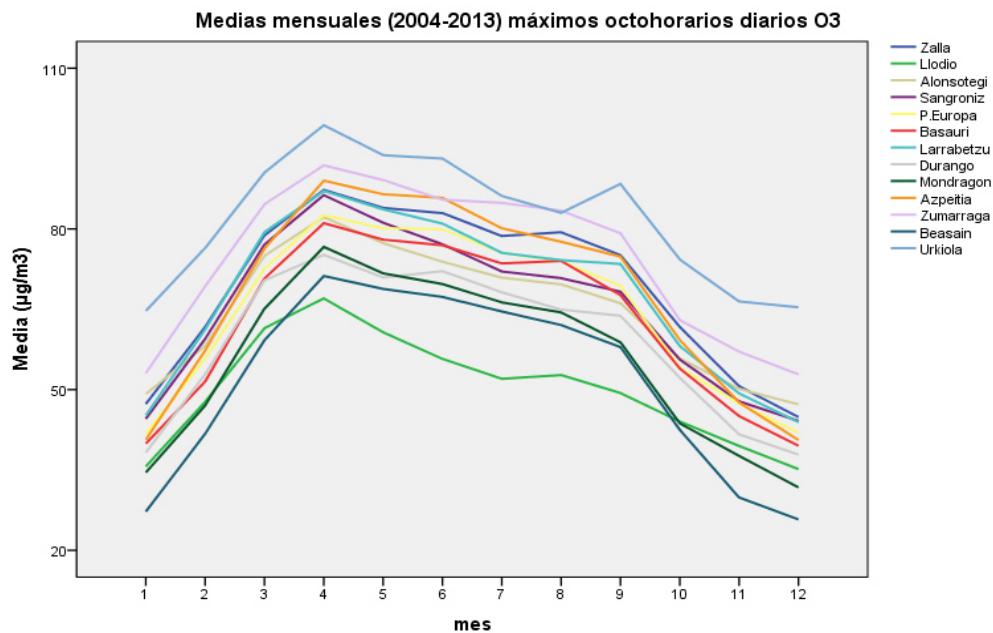


Figura 2.6. Ciclos anuales de O₃ (serie de las medias mensuales) en las estaciones de los VC.

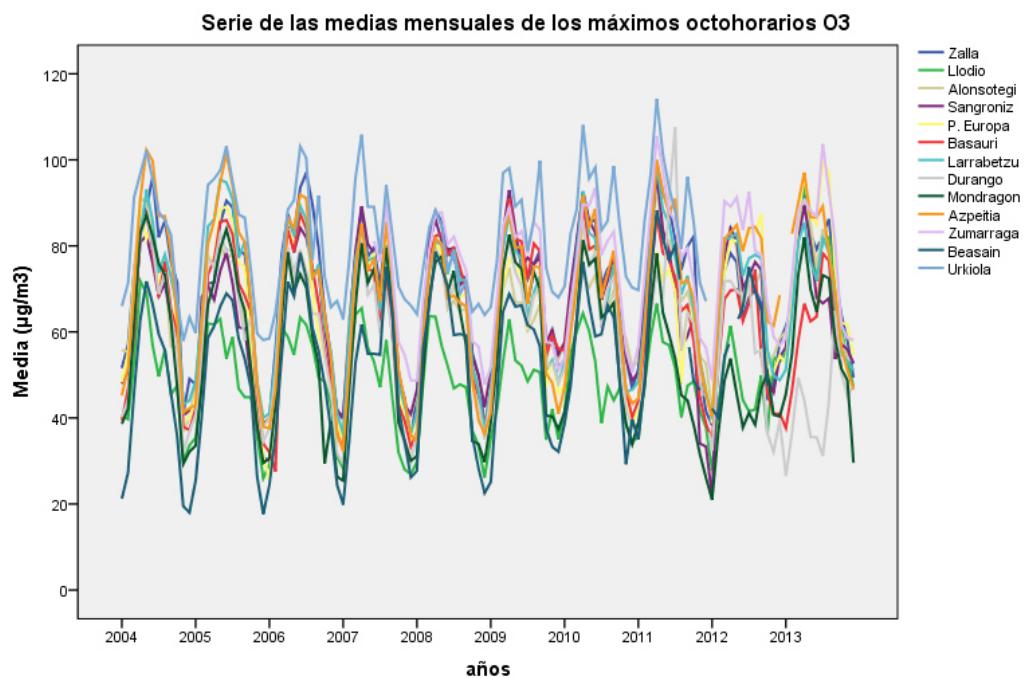


Figura 2.7. Ciclos anuales de O₃ (promedio 2004-2013) en las estaciones de las CI y el VE.

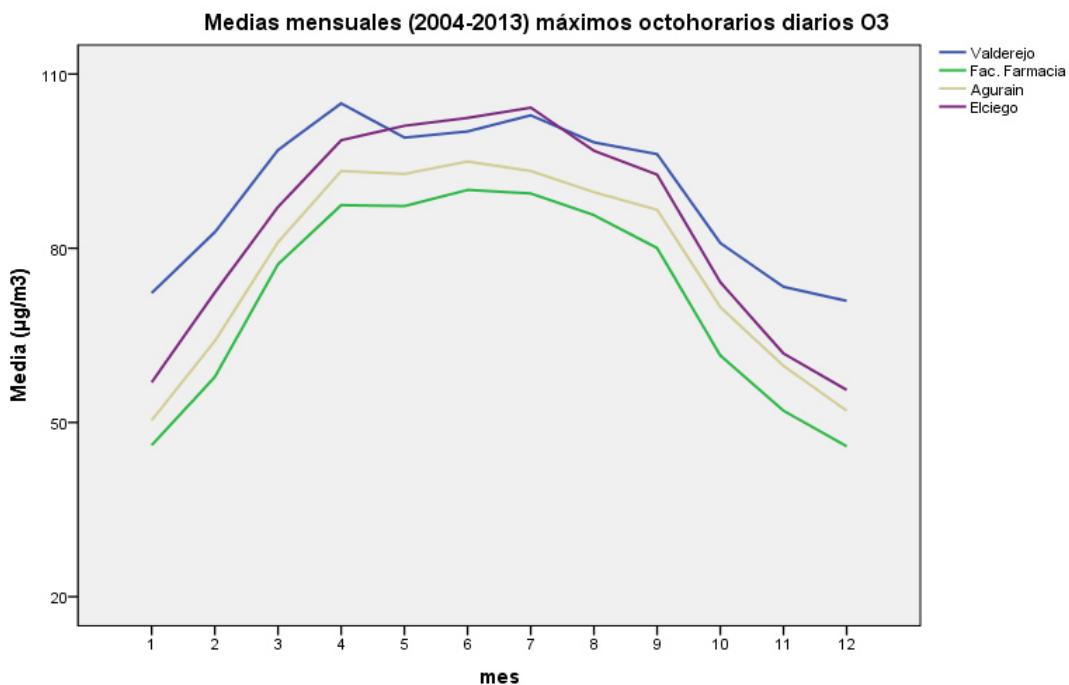
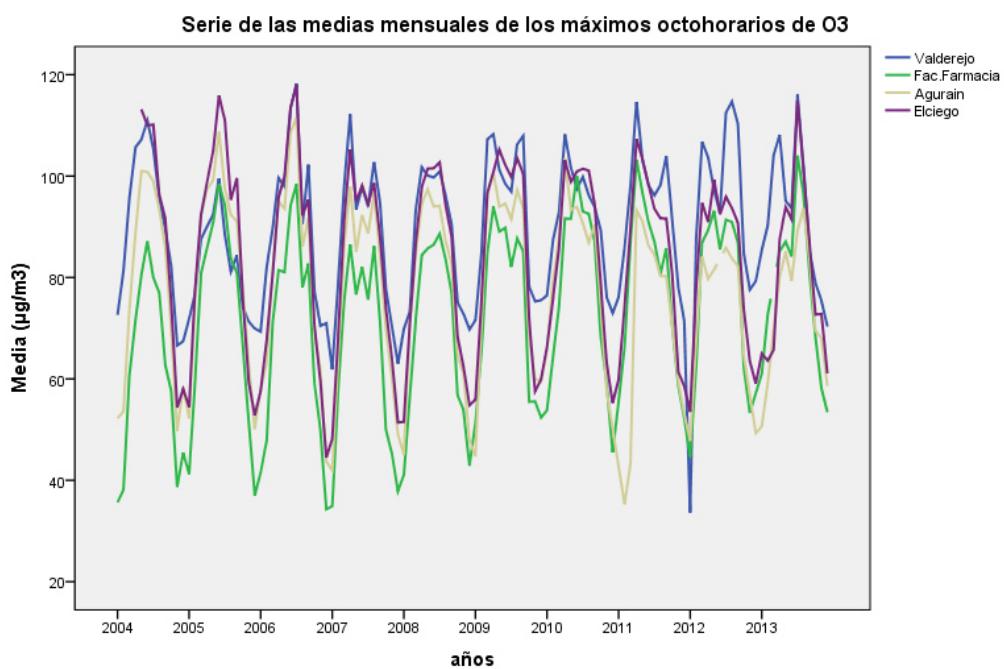


Figura 2.8. Ciclos anuales de O3 (serie de las medias mensuales) en las estaciones de las CI y el VE.



Queda de manifiesto que en la franja costera los niveles medios empiezan a disminuir en abril con unos mínimos entre julio y agosto y en septiembre suben ligeramente. Esto puede atribuirse a un desarrollo cada vez más intenso y duradero de las brisas de mar hasta los meses de julio-agosto. El anticiclón de las Azores se expande hacia el norte, la circulación general de vientos del oeste casi desaparece. Muchos días, al situarse Euskadi en el extremo nororiental del anticiclón, los vientos veraniegos predominantes son del norte y se refuerzan las brisas diurnas.

A diferencia de lo observado en el litoral mediterráneo los contaminantes en el litoral del País Vasco no se acumulan durante varios días sino que se transportan con una componente neta tierra adentro.

En el interior de los valles costeros también se notan estas brisas, aunque no siempre llegan a desarrollarse, hasta alcanzar el fondo de los valles. Además, por otro lado, la masa aérea procedente de la zona costera puede traer precursores emitidos en ella que van reaccionando y transformándose (generando Ozono) a medida que son transportados. Las medias mensuales son más altas en abril disminuyendo progresivamente hasta septiembre con un valor ligeramente más bajo en julio, cuando las brisas alcanzan su apogeo en esta zona.

Finalmente en las zonas más al Sur, las medias presentan unos valores similares entre abril y septiembre. En estas estaciones se siguen detectando circulaciones de origen térmico con una componente Norte por la tarde en todos los casos, pero en cada estación influenciada por la orografía local.

3. ESTUDIO DE LA METEOROLOGIA ASOCIADA A LAS DIFERENTES ZONAS

Se han recopilado y procesado los datos (2004-2013) de las variables meteorológicas que se miden en las estaciones de la Red.

Se han seleccionado algunas estaciones (Figura 3.1) para documentar las condiciones meteorológicas típicas (ciclos anuales y diarios) en las diferentes zonas climáticas descritas.

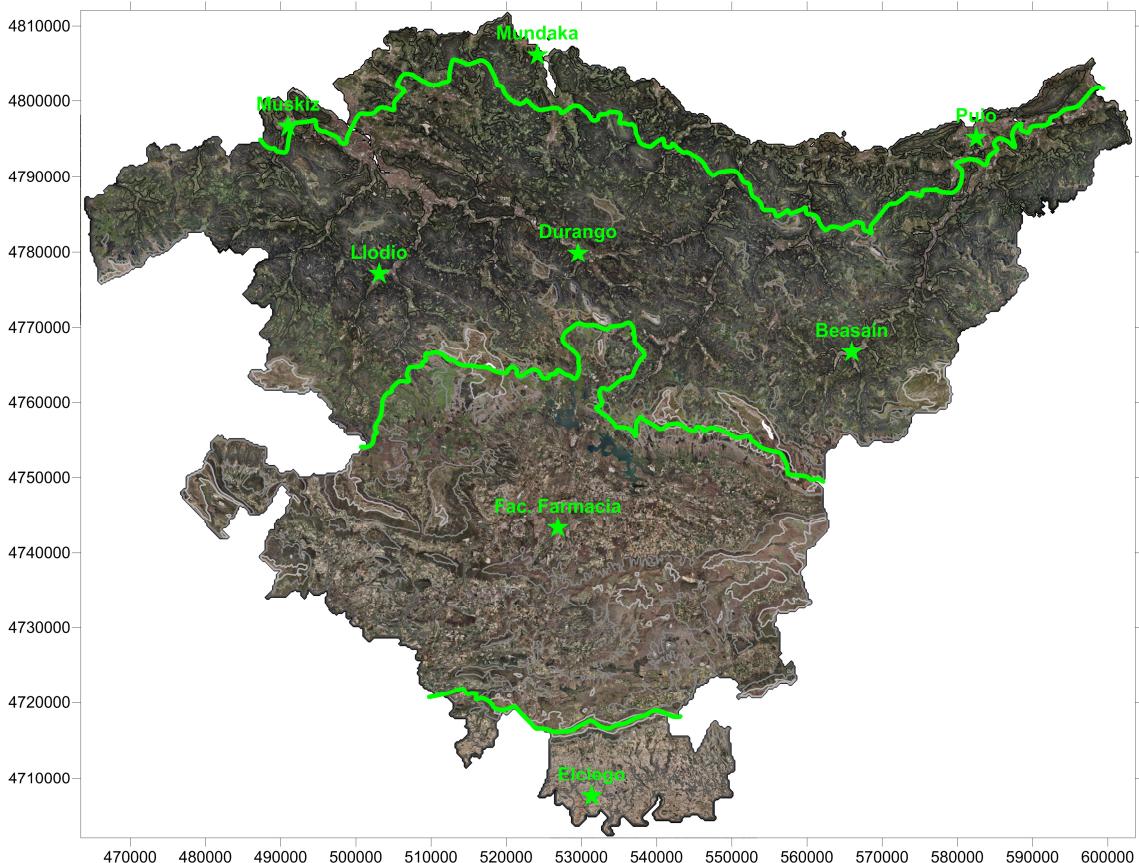
LITORAL: Muskiz, Mundaka, Puio.

VALLES CANTABRICOS/COSTEROS: Llodio, Durango, Beasain

VALLES INTERIORES: Fac. Farmacia

VALLE DEL EBRO: Elciego

Figura 3.1. Propuesta preliminar de zonas y estaciones seleccionadas con medidas meteorológicas en ellas.



Se ha comenzado por analizar el comportamiento de las temperaturas y se presentan a continuación tres gráficos (Figuras 3.2, 3.3 y 3.4) representando las temperaturas medias por meses y horas, agrupando en cada uno de ellos las estaciones situadas en 3 grandes ejes N-S:

- Muskiz-Llodio- Fac. Farmacia-Elciego
- Mundaka-Durango-Fac. Farmacia-Elciego
- Puio-Beasain-Fac. Farmacia-Elciego

En los 3 gráficos se puede observar un marcado gradiente en las temperaturas que varía con la hora y la época del año.

Por lo general, entre los meses de octubre a abril (incluidos) las temperaturas de noche y de día son tanto más bajas cuanto más al interior

Sin embargo entre los meses de mayo a septiembre (incluidos), las temperaturas en el interior sufren unas variaciones diarias más acusadas que en la costa, siendo menores de noche y más altas de día, tanto más, cuanto más al interior. Esto genera unos gradientes térmicos N-S acusados que van cambiando de signo a lo largo del día, favoreciendo el desarrollo de las brisas.

Figura 3.2. Ciclo diario por meses de las temperaturas: eje N-S occidental.

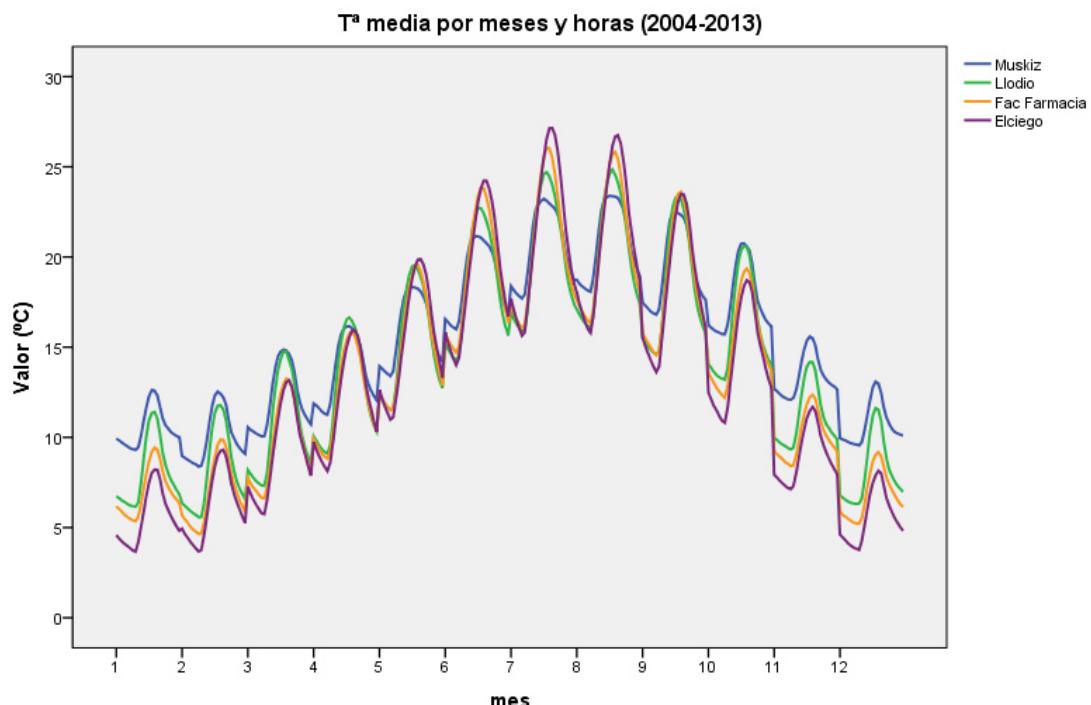


Figura 3.3. Ciclo diario por meses de las temperaturas: eje N-S central.

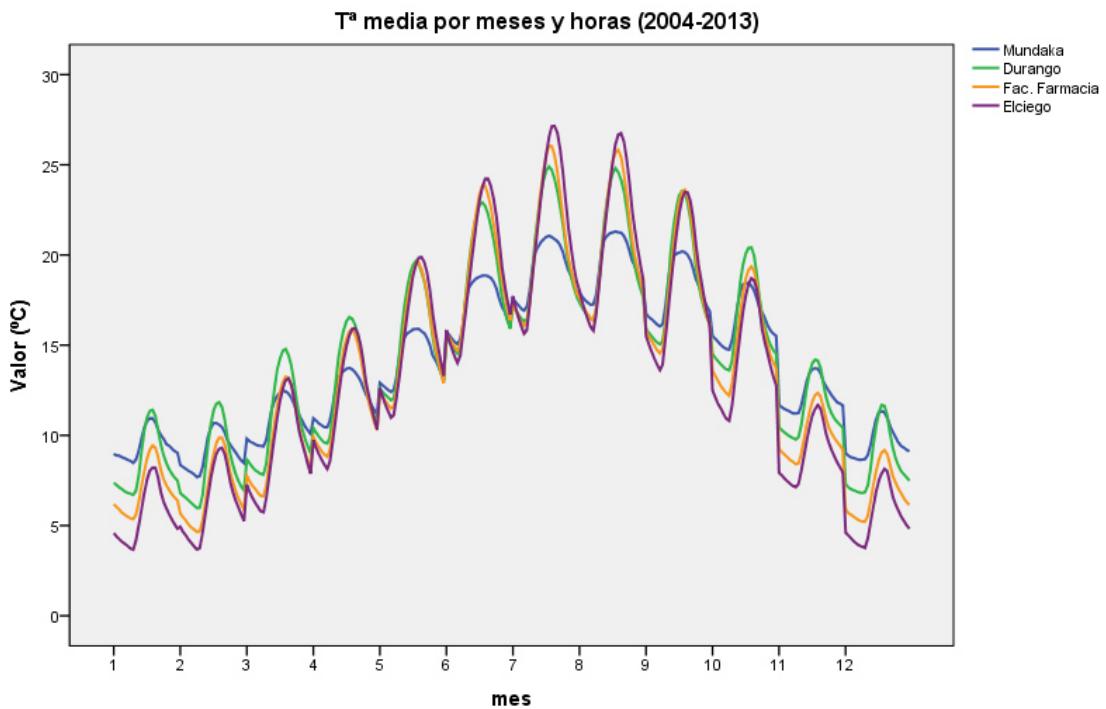
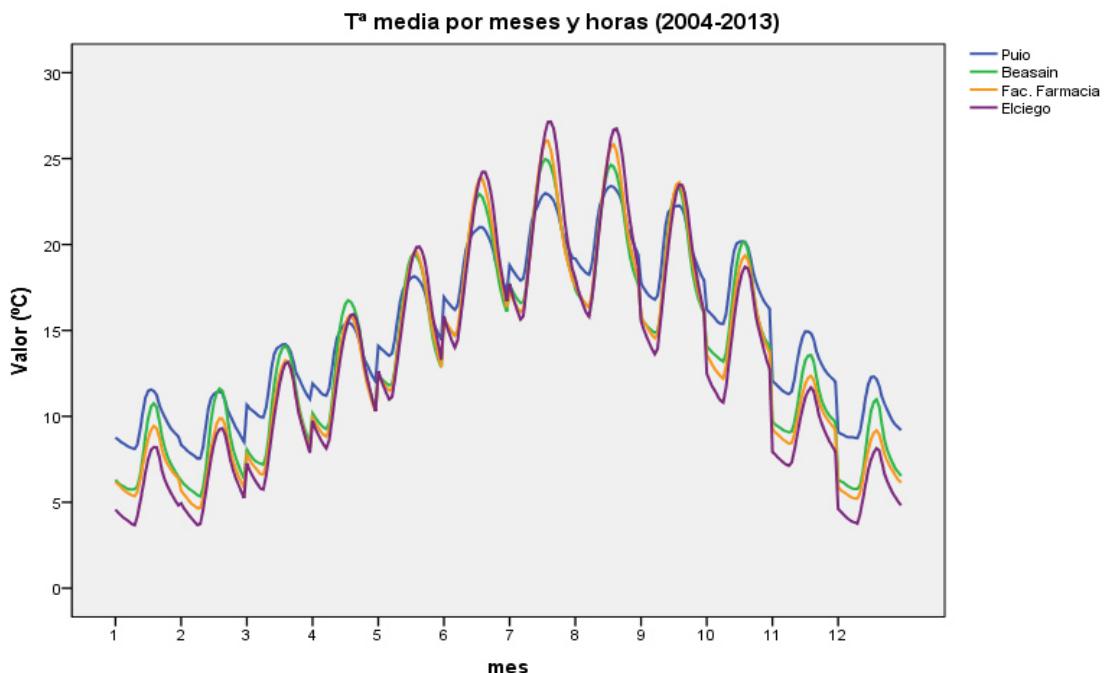


Figura 3.4. Ciclo diario por meses de las temperaturas: eje N-S oriental.



Hay muchos estudios que relacionan los niveles de O₃ con variables meteorológicas y en la US Environmental Protection Agency (EPA) es habitual corregir los datos y tratar de eliminar la influencia que la meteorología haya podido introducir de un año a otro para el cálculo de tendencias (<http://www.epa.gov/airtrends/weather.html>).

El ozono generalmente aumenta con la temperatura y disminuye con la humedad relativa pero estas variaciones son más o menos acusadas dependiendo de la zona (Ref. 8).

A continuación se presentan los ciclos diarios de temperatura, humedad relativa y radiación así como de viento en los diferentes meses del año en las estaciones seleccionadas (Figuras 3.5 a 3.12). En los gráficos de radiación se puede observar la influencia que tiene en los valores medidos la ubicación del sensor, afectada en algunas estaciones por algún elemento que hace sombra en algún momento del día.

Lo más destacable es el ciclo de temperatura diario que presentan las estaciones costeras en los meses de primavera-verano, presentando desde media mañana a media tarde unas medias sin mucha variación. Además las temperaturas medias en las horas centrales del día, más altas en los meses de verano, no tienen asociados unos valores medios de humedad relativa menores. Los máximos de temperatura más al interior se desplazan hacia la tarde.

Todo ello indica una influencia clara del viento de origen marino en los meses estivales que suaviza la temperatura y aporta humedad a lo largo del día e incluso algunos días puede que la franja costera esté nublada. La radiación, influenciada por la latitud, presenta un gradiente Norte-Sur.

Las medias del viento tienen que ser analizadas con cuidado, ya que una media puede esconder detalles y situaciones muy diferentes pero, por otro lado, refuerza los patrones típicos y en este caso es lo que se quiere poner de manifiesto, más concretamente el patrón típico de los períodos vespertinos en los meses de primavera-verano, dominados por los vientos de componente N.

Figura 3.5. Ciclos diarios por meses: T^a-HR-Rad-Viento. Estación de Muskiz.

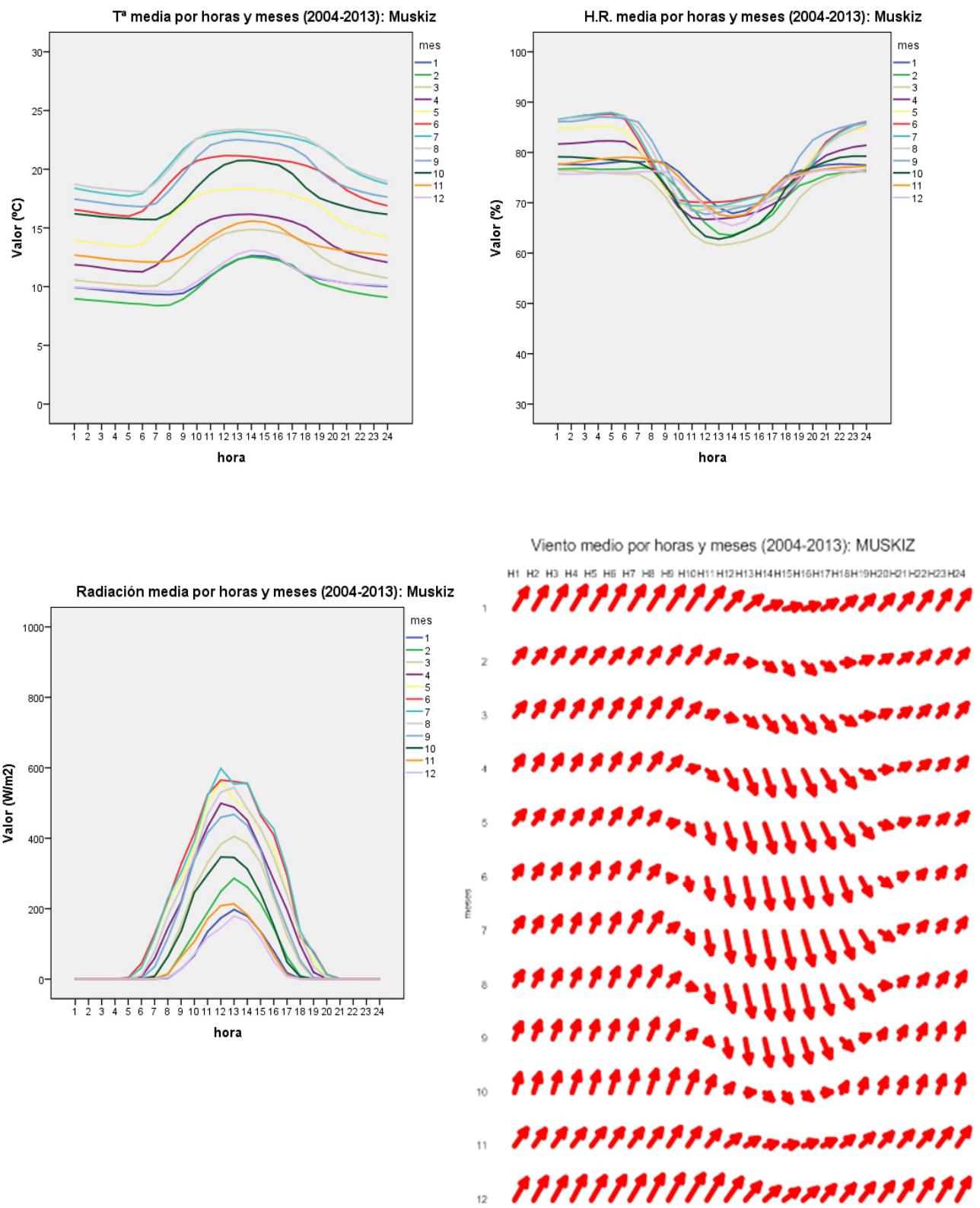


Figura 3.6. Ciclos diarios por meses: T^a-HR-Rad-Viento. Estación de Mundaka.

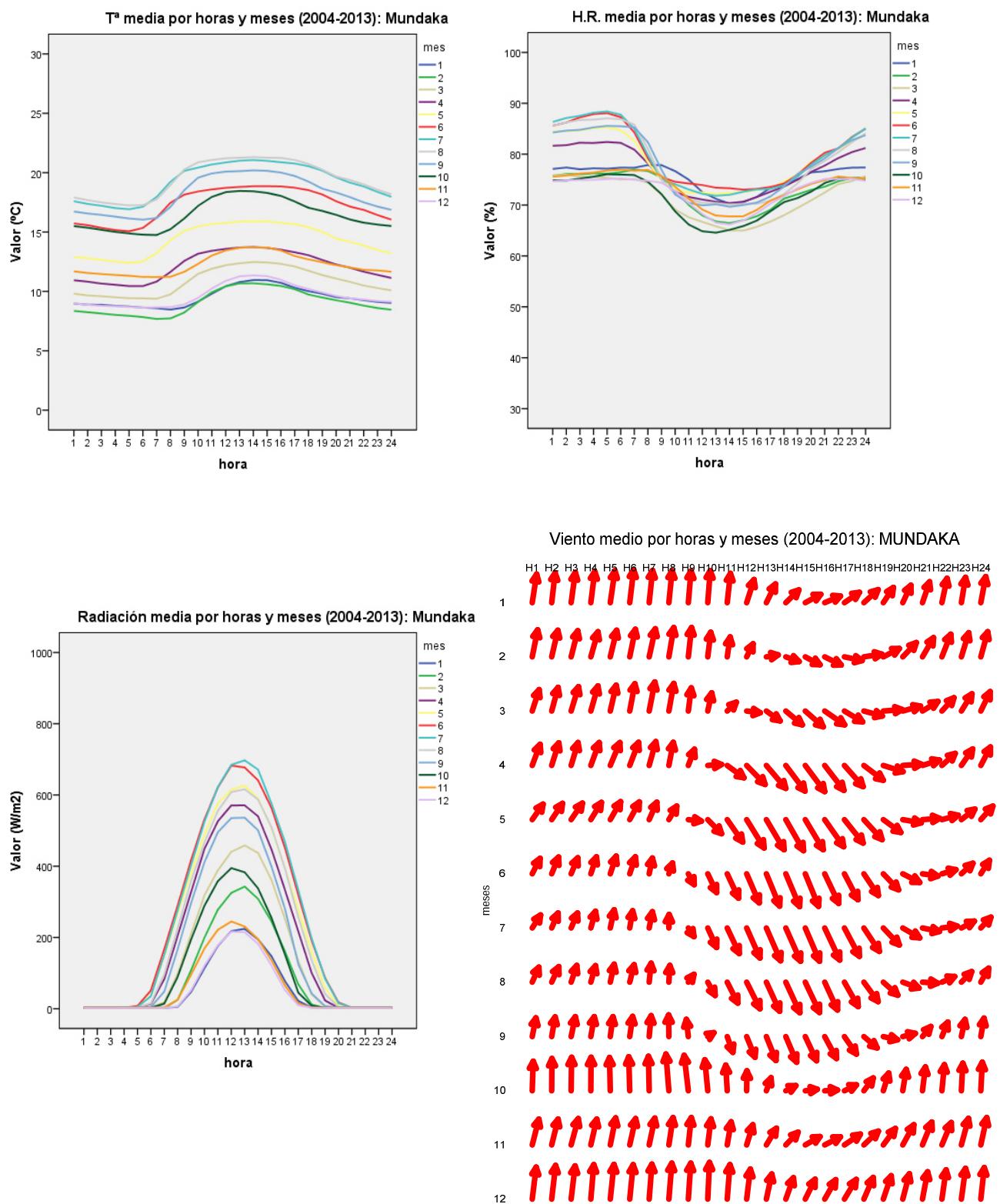


Figura 3.7. Ciclos diarios por meses: T^a-HR-Rad-Viento. Estación de Puio.

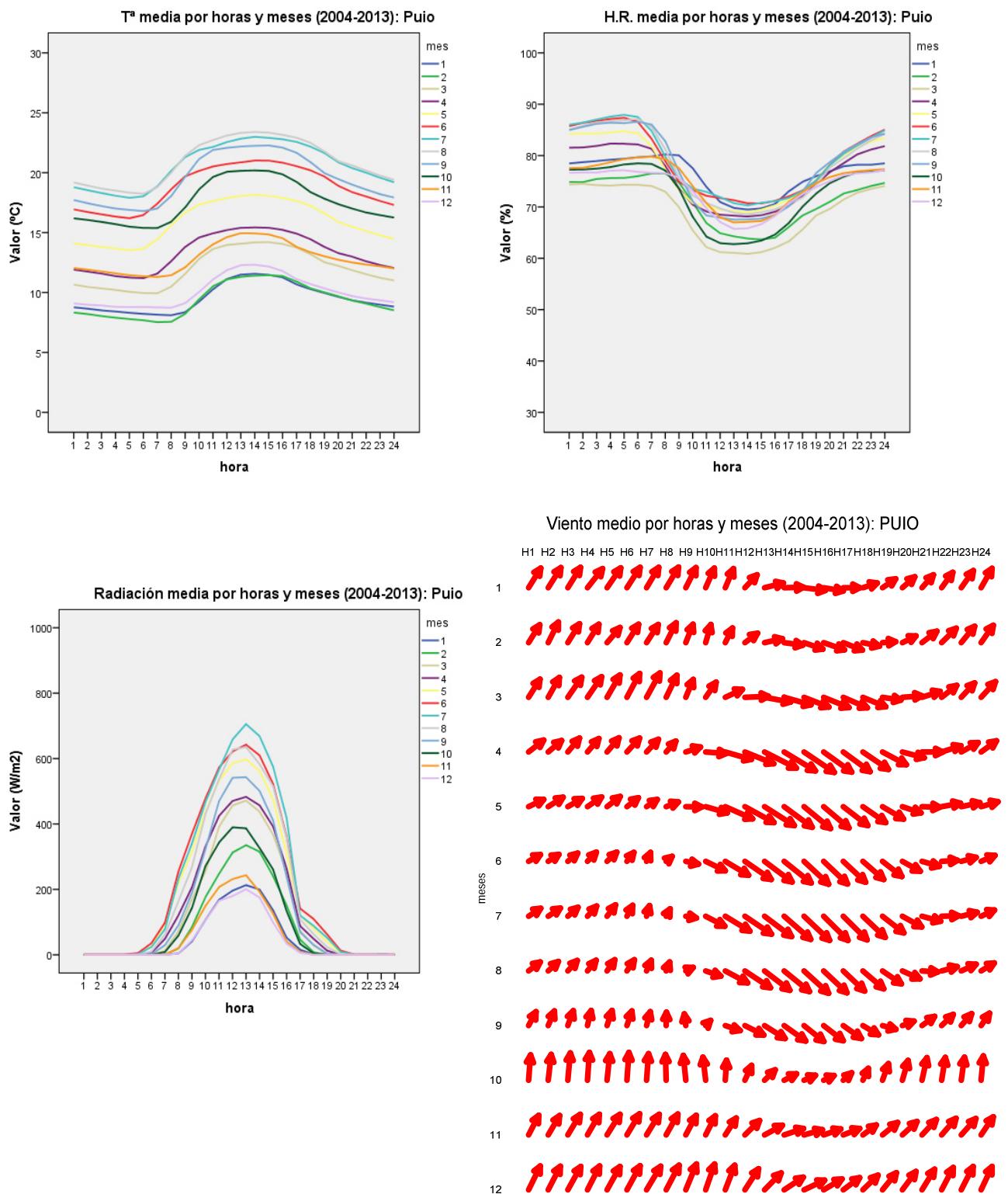


Figura 3.8. Ciclos diarios por meses: T^a-HR-Viento. Estación de Llodio.

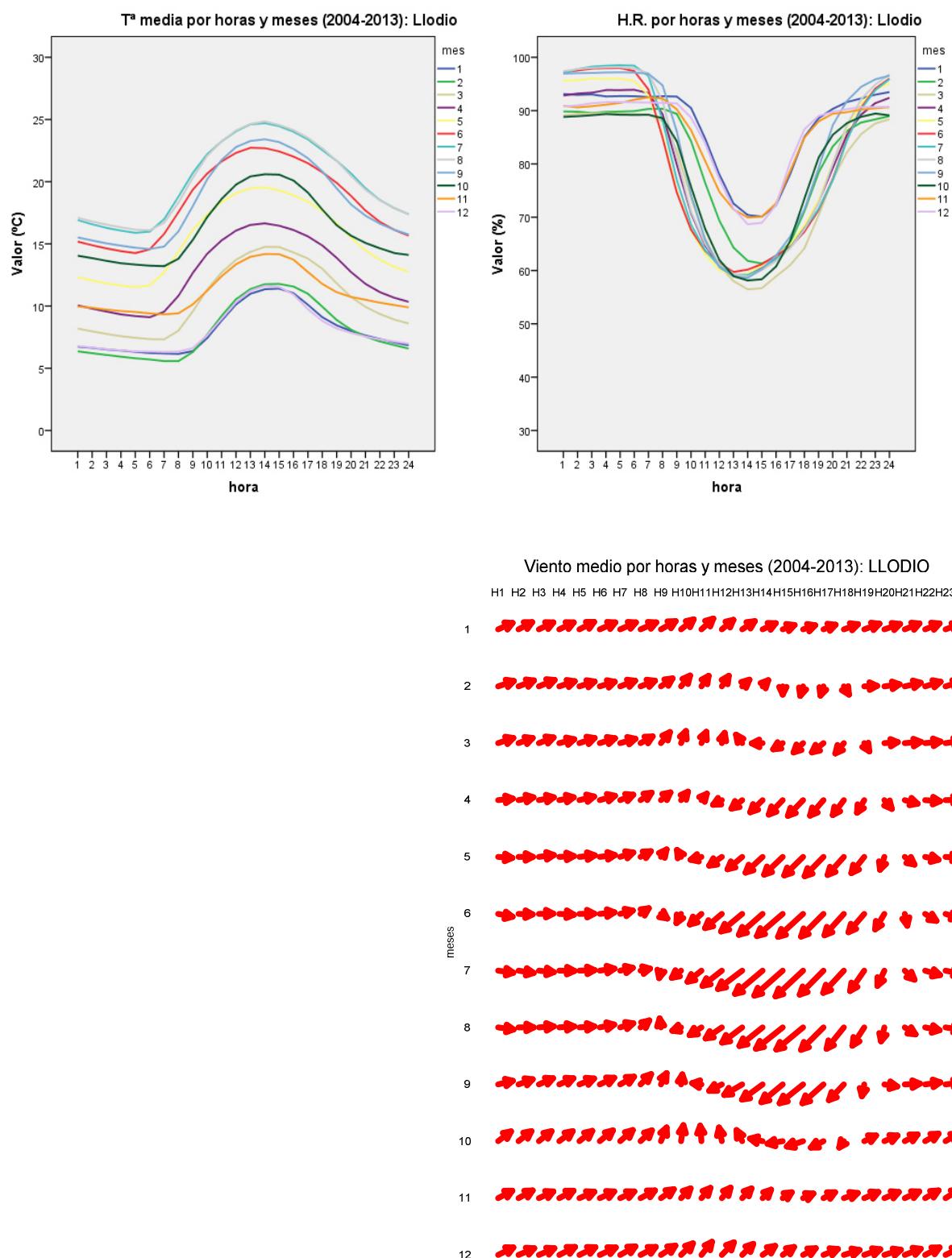


Figura 3.9. Ciclos diarios por meses: T^a-HR-Rad-Viento. Estación de Durango.

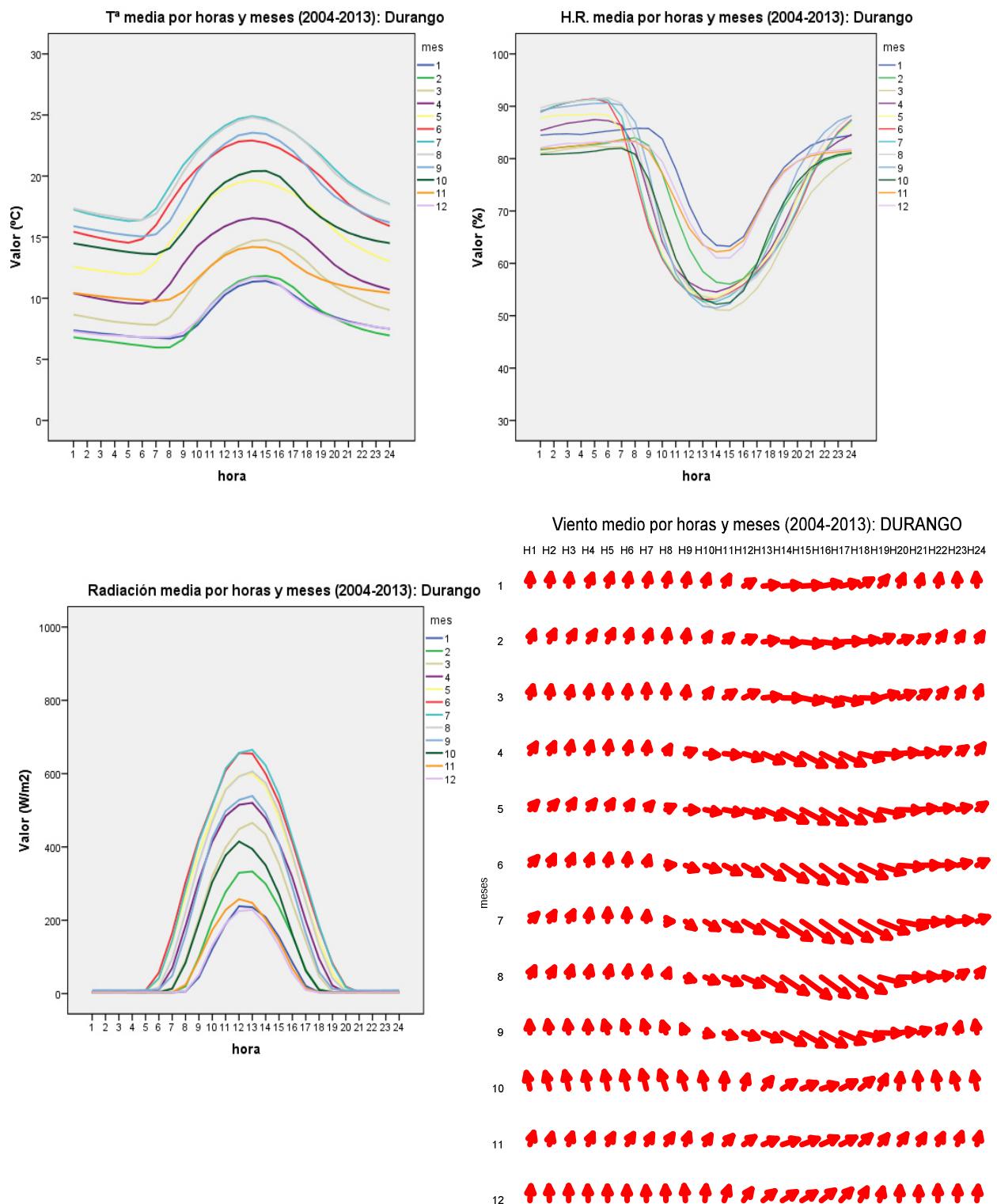


Figura 3.10. Ciclos diarios por meses: Tº-HR-Rad-Viento. Estación de Beasain.

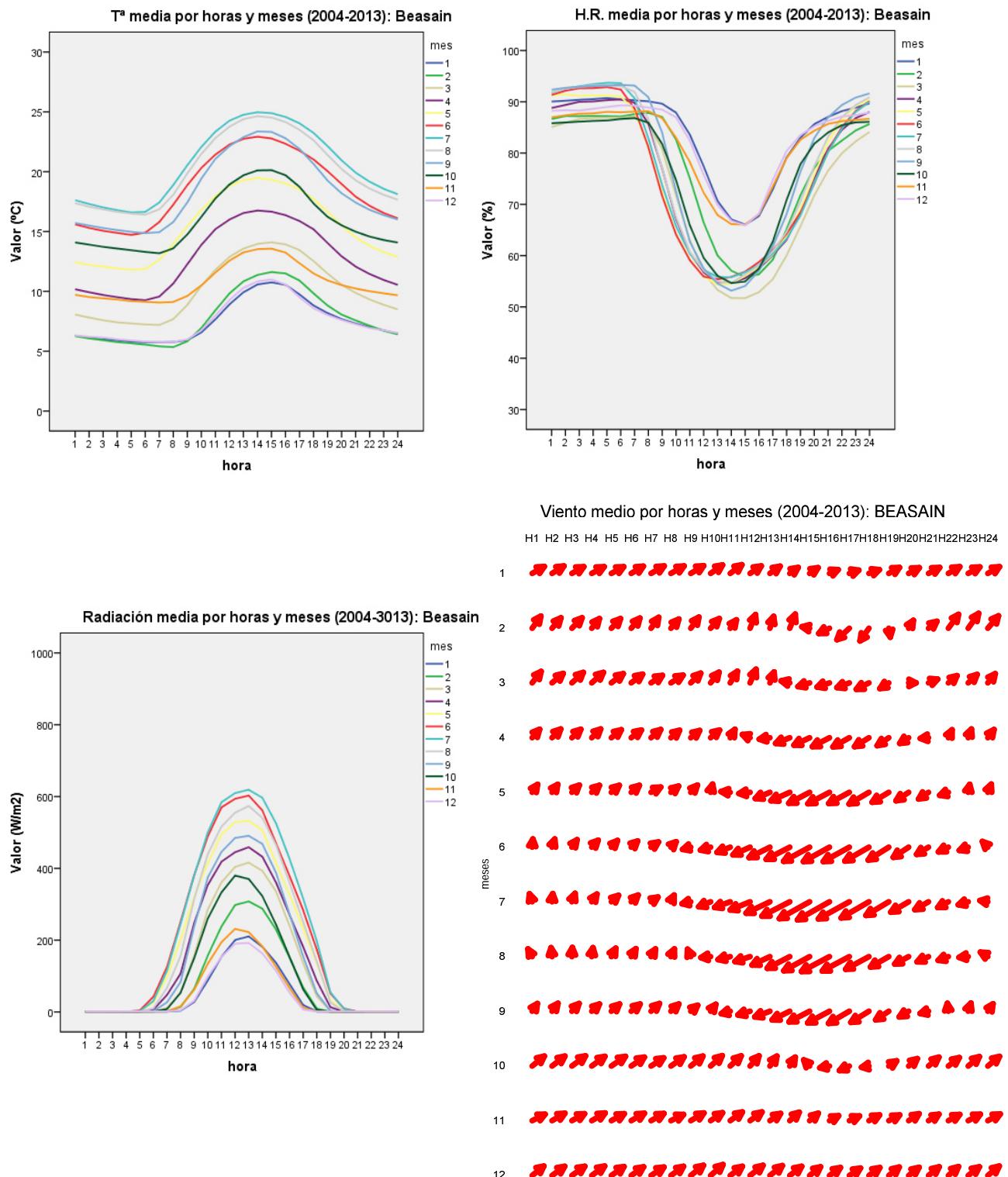


Figura 3.11. Ciclos diarios por meses: T^a-HR-Rad-Viento. Estación de Fac. Farmacia.

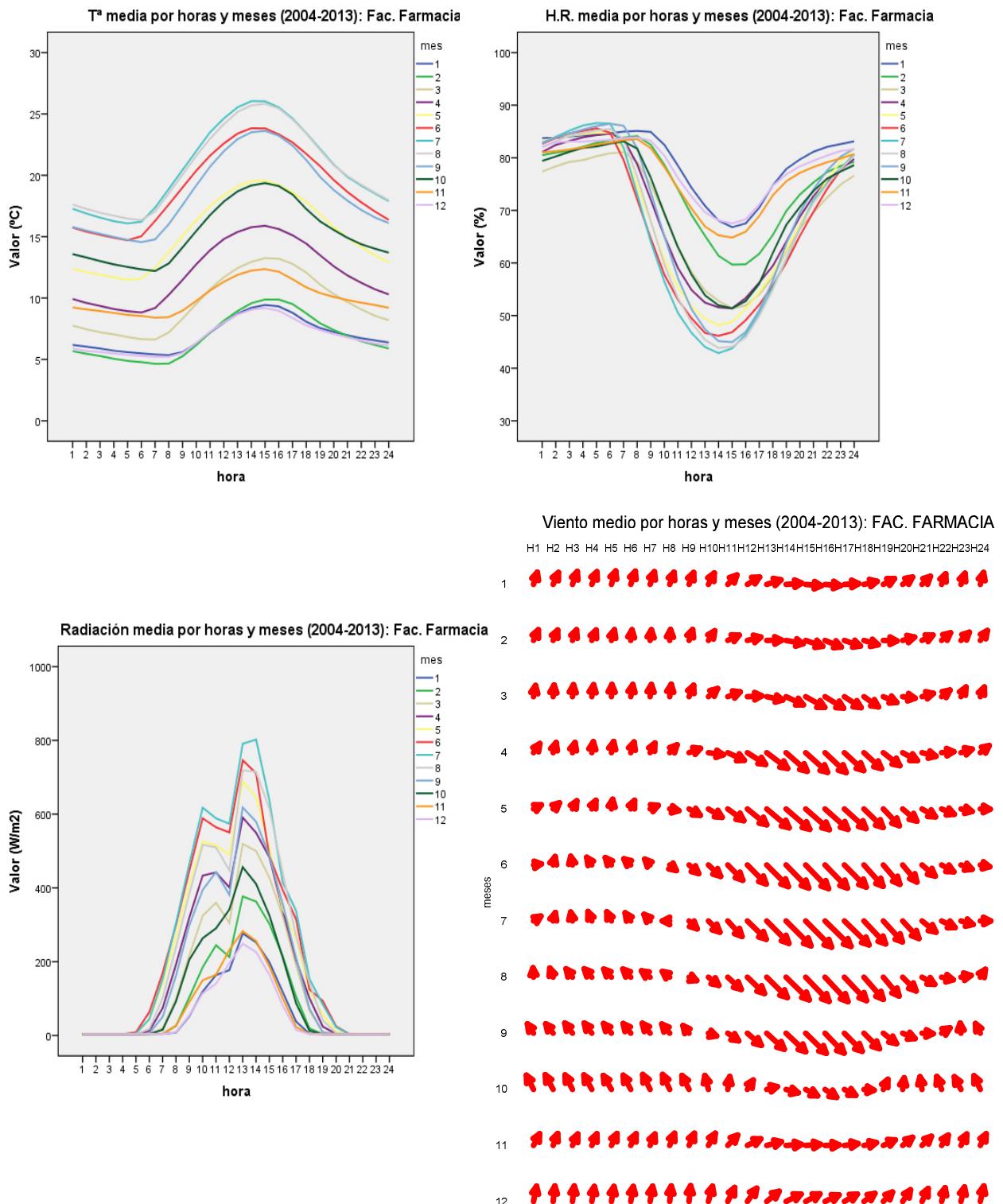
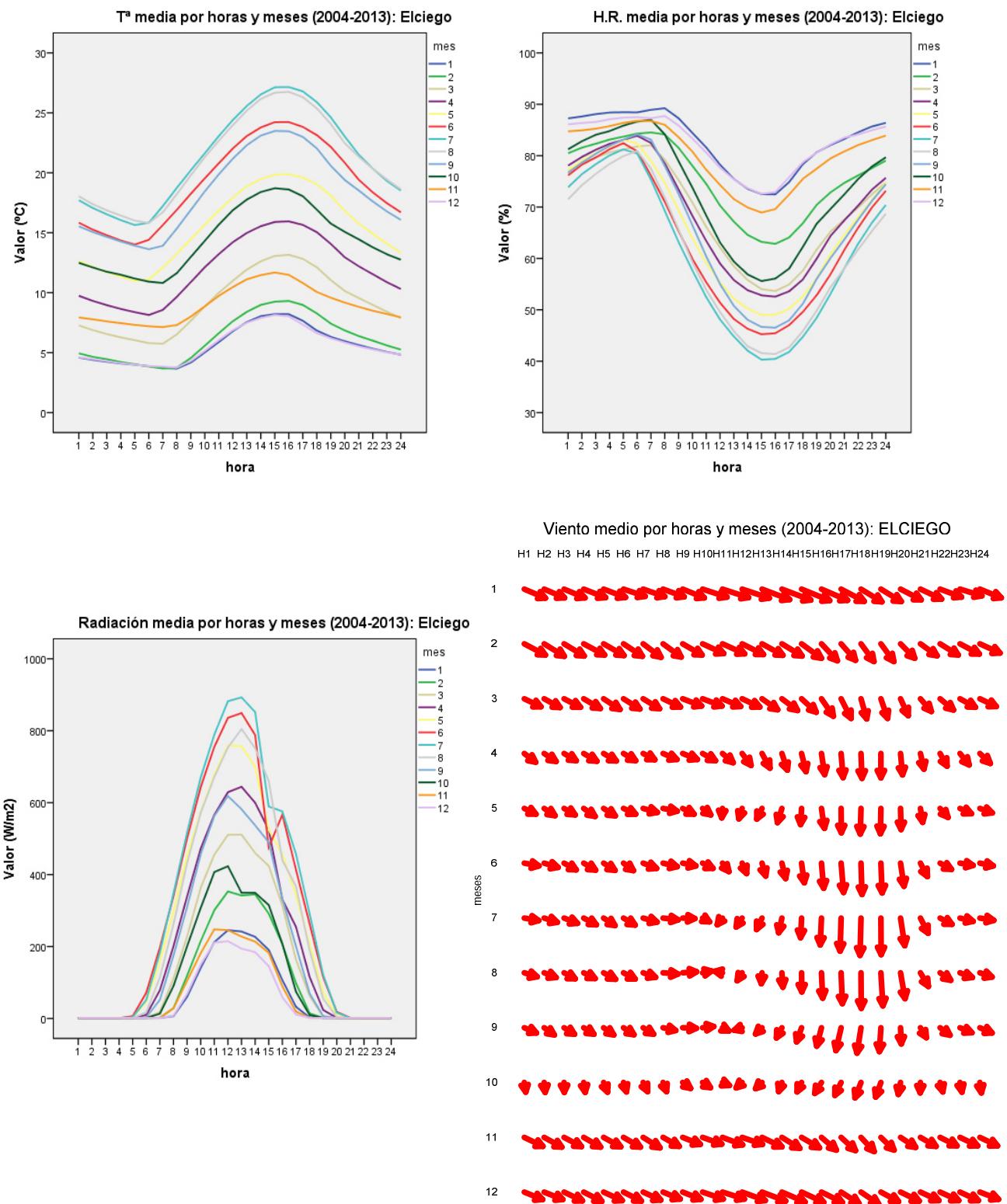


Figura 3.12. Ciclos diarios por meses: T^º-HR-Rad-Viento. Estación de Elciego.



4. PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN

Por tanto la propuesta de Zonas para la evaluación de Ozono basada en unas zonas climáticas diferenciadas, se corresponde con las diferencias observadas en la evolución anual típica de los niveles registrados en las estaciones situadas en ellas.

Se han ensayado unos límites para las zonas, manteniendo en algunos casos los límites de los territorios históricos y en otros desplazando éstos tratando de conjugar las diferencias climatológicas apuntadas, la topografía y las divisiones administrativas (Figuras 3.13 y 3.14).

Figura 4.1. Propuesta de zonas para la Evaluación de O_3 . Territorios históricos y topografía.

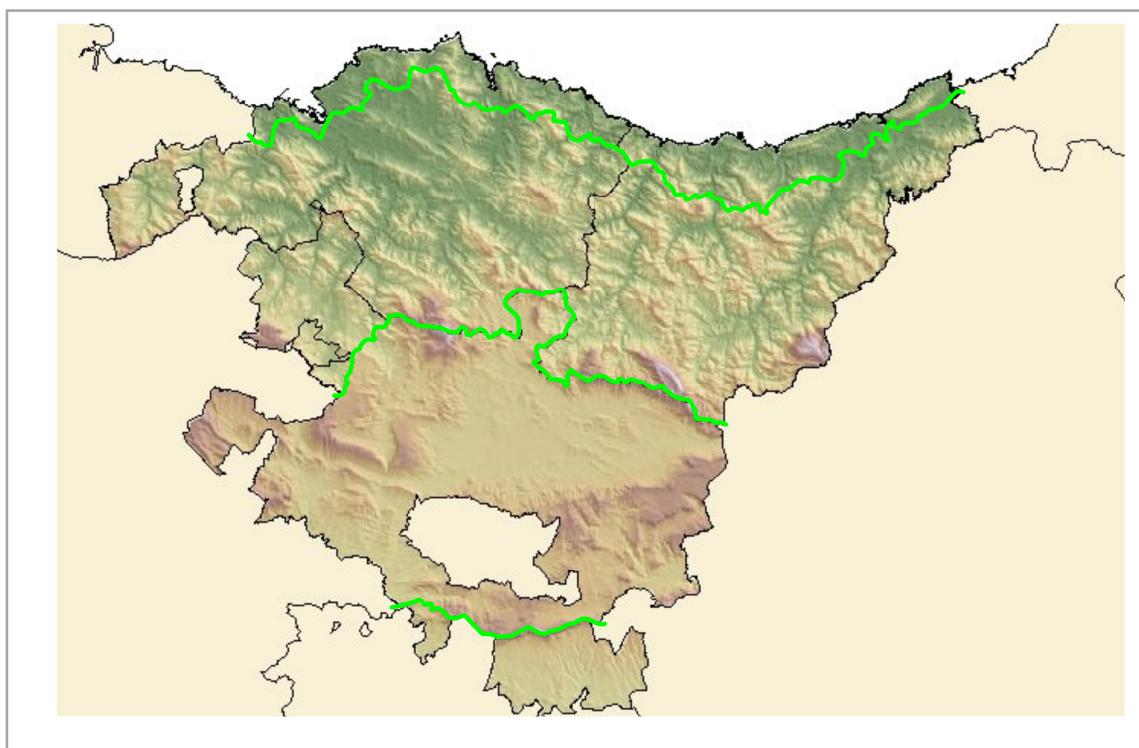
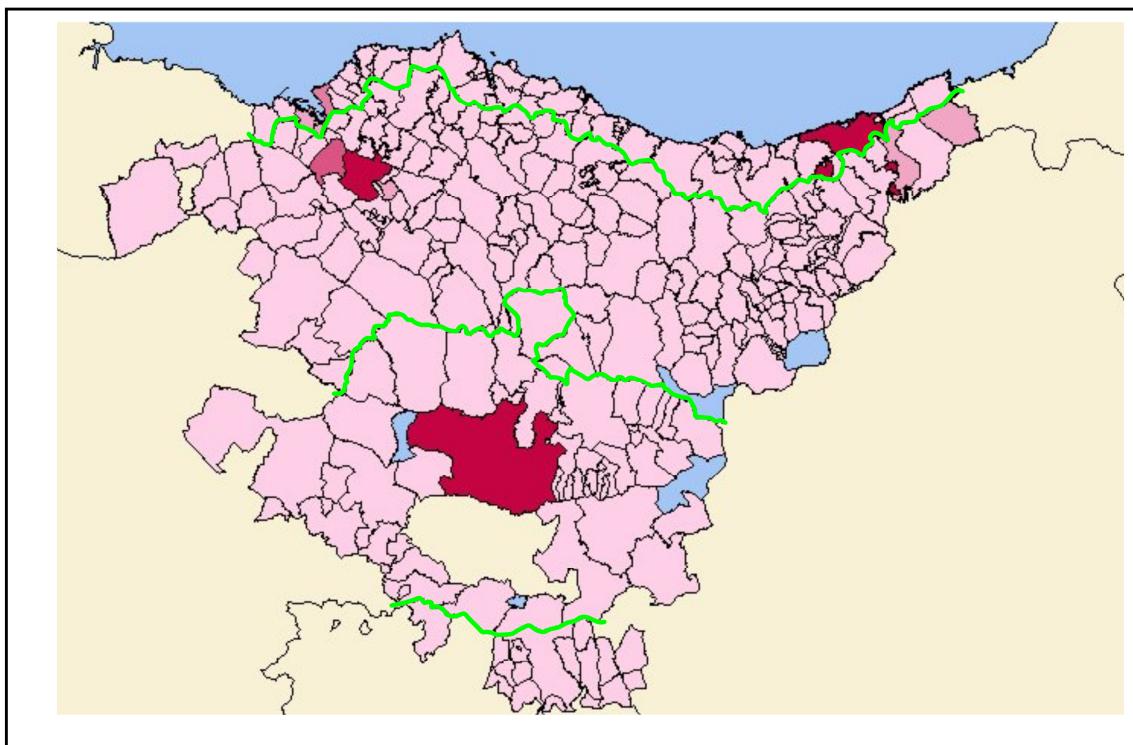


Figura 4.2. Propuesta de zonas para la Evaluación de O₃. Municipios (251 en total, con un color más fuerte los más poblados).

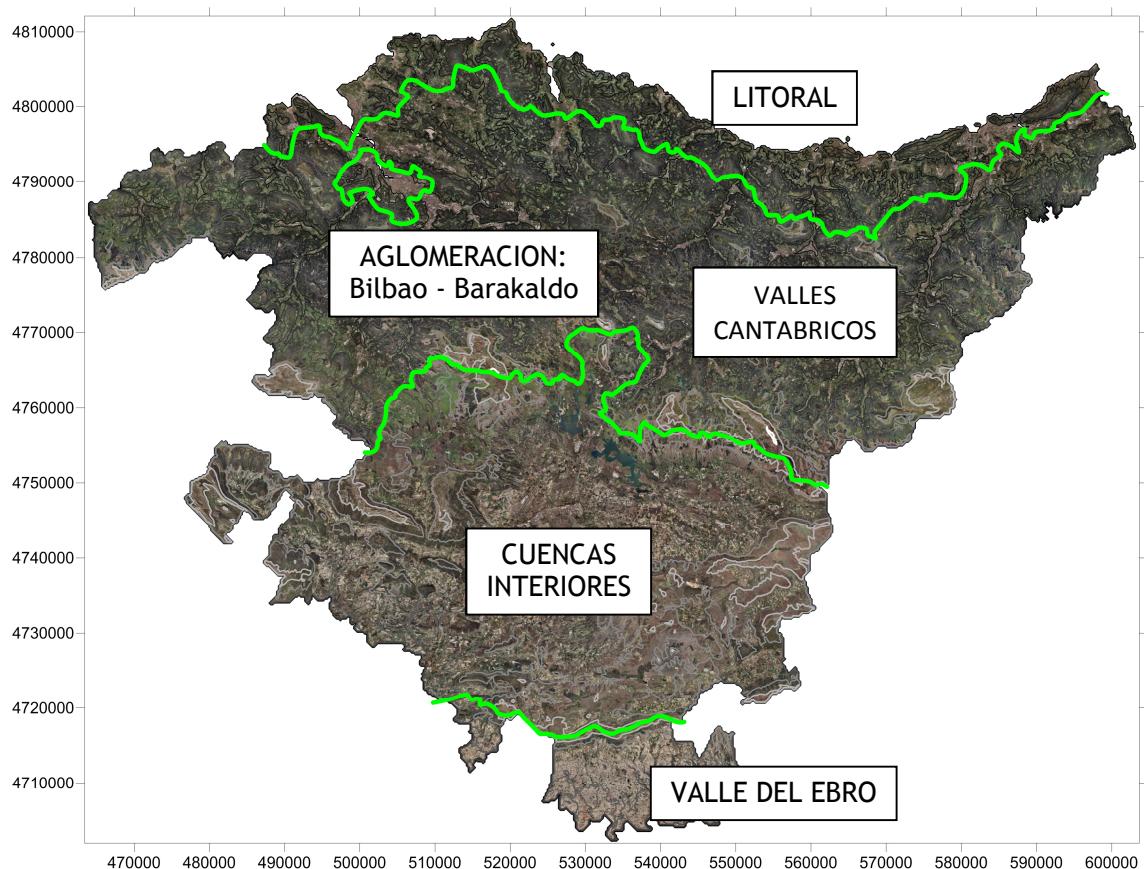


La mitad septentrional es donde se asienta la mayoría de la población. Por Zonas tenemos el siguiente reparto de población (fuente: padrón municipal 2013, INE):

- **Litoral** con **573.713** habitantes, destaca Donostia con 186.500 y Getxo con 79.839 habitantes.
- **Valles Cantábricos** con **1.331.117** habitantes, destacan Bilbao con 349.356 y Barakaldo con 100.502 habitantes.
- **Cuenca Interiores** con **275.558** habitantes, donde destaca Vitoria con 241.386 habitantes.
- **Valle del Ebro** con **11.294** habitantes.

Finalmente y dada la relativamente alta densidad de población existente en Bilbao y alrededores se propone identificar una Aglomeración dentro de la Zona denominada Valles Cantábricos con lo que la propuesta definitiva con los municipios ordenados alfabéticamente (agrupados según provincias: azul Bizkaia, verde Gipuzkoa y rojo Araba), población y superficie (Km^2) de cada zona, es la presentada a continuación:

Figura 4.3. Propuesta final de zonas para la Evaluación de O_3 .



ZONA LITORAL	Municipio	Habitantes	Superficie (Km^2)
	Amoroto	402	12,94
	Bakio	2.628	16,78
	Barrika	1.534	7,70
	Berango	6.947	8,87
	Bermeo	17.159	34,12
	Berriatua	1.249	20,23
	Busturia	1.717	19,63
	Ea	864	14,17
	Elantxobe	393	1,85
	Ereño	249	10,67

ZONA LITORAL	Municipio	Habitantes	Superficie (Km²)
	Gautegiz Arteaga	895	13,57
	Getxo	79.839	11,89
	Gizaburuaga	215	6,32
	Gorliz	5.607	10,19
	Ibarrangelu	632	15,56
	Ispaster	715	22,62
	Lekeitio	7.374	1,90
	Lemoiz	1.137	18,91
	Maruri-Jatabe	948	15,89
	Mendexa	440	6,90
	Mundaka	1.929	4,15
	Murueta	311	5,45
	Muskiz	7.620	20,76
	Ondarroa	8687	3,54
	Plentzia	4.347	5,79
	Portugalete	47.233	3,21
	Santurtzi	47.020	7,15
	Sopelana	12.977	8,39
	Sukarrieta	360	2,30
	Urduliz	3.770	7,82
	Zierbena	1.479	9,15
	Aia	2.038	55,27
	Aizarnazabal	770	6,55
	Deba	5.424	50,32
	Donostia / San Sebastián	186.500	60,89
	Getaria	2686	10,63
	Hondarribia	16.795	28,63
	Lasarte-Oria	18.024	6,01
	Lezo	6054	8,59
	Mutriku	5225	27,69
	Orio	5524	9,81
	Pasaia	15.849	11,34
	Usurbil	6111	25,64
	Zarautz	22.760	14,35
	Zestoa	3.650	43,69
	Zumaia	9.626	11,28
TOTAL	Nº municipios: 46	573.713 habitantes	810 Km²

AGLOMERACION	Municipio	Habitantes	Superficie (Km ²)
	Barakaldo	100.502	29,39
	Bilbao	349.356	41,31
TOTAL	Nº municipios: 2	449.858	70,70 Km²

ZONA VALLES CANTABRICOS/ COSTEROS	Municipio	Habitantes	Superficie (Km ²)
	Abadiño	7.458	36,06
	Abanto y Ciérnava-Abanto Zierbena	9.758	18,03
	Ajangiz	450	7,35
	Alonsotegi	2.827	16,02
	Amorebieta-Etxano	18.650	58,46
	Arakaldo	130	2,65
	Arantzazu	364	3,65
	Areatza	1.227	9,14
	Arrankudiaga	964	22,80
	Arratzu	387	10,34
	Arrieta	545	14,47
	Arrigorriaga	12.374	16,21
	Artea	760	12,39
	Artzentales	728	36,76
	Atxondo	1.386	23,21
	Aulesti	648	25,31
	Balmaseda	7.833	22,32
	Basauri	41.799	7,01
	Bedia	1.020	16,52
	Berriz	4.829	30,07
	Derio	5.828	7,40
	Dima	1.404	61,83
	Durango	28.691	10,91
	Elorrio	7.294	37,20
	Erandio	24.457	17,97
	Ermua	16.247	6,17
	Errigoiti	532	16,42
	Etxebarri	10.572	3,26
	Etxebarria	805	17,84

ZONA VALLES CANTABRICOS/ COSTEROS	Municipio	Habitantes	Superficie (Km²)
	Forua	978	7,94
	Fruiz	547	5,73
	Galdakao	29.219	31,66
	Galdames	822	44,35
	Gamiz-Fika	1.348	15,53
	Garai	330	7,12
	Gatika	1.611	17,42
	Gernika-Lumo	16.863	8,47
	Gordexola	1.717	40,97
	Güeñes	6.522	41,16
	Igorre	4.229	17,28
	Iurreta	3.856	18,84
	Izurtza	279	4,28
	Karrantza Harana/Valle de Carranza	2.775	137,85
	Kortezubi	445	11,91
	Lanestosa	270	1,14
	Larrabetzu	2.016	21,39
	Laukiz	1.148	8,16
	Leioa	30.637	8,52
	Lemoa	3.475	15,85
	Lezama	2.448	16,54
	Loiu	2.484	15,55
	Mallabia	1.212	23,36
	Mañaria	517	17,55
	Markina-Xemein	4.982	45,49
	Mendata	368	22,39
	Meñaka	745	12,70
	Morga	427	14,43
	Mungia	17.022	46,78
	Munitibar-Arbatzegi Gerrikaitz-	458	24,07
	Muxika	1.457	49,98
	Nabarniz	232	11,75
	Orozko	2.613	102,72
	Ortuella	8.397	7,73

ZONA VALLES CANTABRICOS/ COSTEROS	Municipio	Habitantes	Superficie (Km ²)
	Otxandio	1.291	12,42
	Sestao	28.651	3,52
	Sondika	4.550	6,30
	Sopuerta	2.575	42,83
	Trucios-Turtzioz	535	25,97
	Ubide	176	2,92
	Ugao-Miraballes	4.094	5,22
	Urduña/Orduña	4.246	33,49
	Valle de Trápaga-Trapagaran	12.100	13,07
	Zaldibar	3.042	11,56
	Zalla	8.511	30,83
	Zamudio	3.272	18,08
	Zaratamo	1.650	10,02
	Zeanuri	1.290	66,97
	Zeberio	1.084	47,15
	Ziortza-Bolibar	429	18,50
	Amurrio	10.139	96,35
	Artziniega	1.832	27,45
	Ayala/Aiara	2.935	140,86
	Laudio/Llodio	18.510	37,45
	Okondo	1.149	30,06
	Abaltzisketa	330	11,18
	Aduna	457	6,95
	Albiztur	322	13,03
	Alegia	1.756	7,68
	Alkiza	380	11,93
	Altzaga	164	2,52
	Altzo	409	9,77
	Amezketa	972	20,58
	Andoain	14.630	27,17
	Anoeta	1.872	4,13
	Antzuola	2.189	27,73
	Arama	217	1,32
	Aretxabaleta	6.930	29,13
	Arrasate/Mondragón	22.051	30,80

ZONA VALLES CANTABRICOS/ COSTEROS	Municipio	Habitantes	Superficie (Km²)
	Asteasu	1.513	16,76
	Astigarraga	5.304	11,91
	Ataun	1.681	58,73
	Azkoitia	11.463	54,71
	Azpeitia	14.509	69,39
	Baliarrain	131	2,70
	Beasain	13.792	29,99
	Beizama	170	16,55
	Belauntza	269	3,43
	Berastegi	1.067	45,90
	Bergara	14.763	75,95
	Berrobi	564	2,77
	Bidania-Goiatz	525	13,37
	Eibar	27.439	24,78
	Elduain	239	25,07
	Elgeta	1.139	16,83
	Elgoibar	11.518	39,11
	Errenteria	3.9178	32,26
	Errezil	606	32,47
	Eskoriatza	4.064	40,28
	Ezkio-Itsaso	602	21,22
	Gabiria	496	14,88
	Gaintza	119	5,96
	Gaztelu	170	9,15
	Hernani	19.354	39,81
	Hernialde	352	4,17
	Ibarra	4.268	5,03
	Idiazabal	2.299	29,47
	Ikaztegieta	464	2,00
	Irun	61.113	42,40
	Irura	1.665	2,99
	Itsasondo	669	8,94
	Larraul	259	5,90
	Lazkao	5.486	11,39
	Leaburu	362	3,50
	Legazpi	8.638	41,84

ZONA VALLES CANTABRICOS/ COSTEROS	Municipio	Habitantes	Superficie (Km ²)
	Legorreta	1.491	8,62
	Leintz Gatzaga	258	14,72
	Lizartza	637	12,33
	Mendaro	1.981	25,39
	Mutiloa	252	8,61
	Oiartzun	9.995	59,71
	Olaberria	942	6,92
	Ordizia	9.767	5,66
	Orendain	192	6,34
	Orexa	122	5,85
	Ormaiztegi	1.312	6,77
	Oñati	11.202	107,32
	Segura	1.473	9,22
	Soraluze-Placencia de las Armas	4.018	14,22
	Tolosa	18.836	37,38
	Urnieta	6.214	22,40
	Urretxu	6.853	7,71
	Villabona	5.882	17,74
	Zaldibia	1.528	16,44
	Zegama	1.547	35,07
	Zerain	263	10,37
	Zizurkil	2.994	15,61
	Zumarraga	10.094	18,42
	Enirio-Aralar		33,59
	Parzoneria general		24,07
TOTAL	Nº municipios: 157	881.259	3.721,44 Km²

ZONA CUENCAS INTERIORES	Municipio	Habitantes	Superficie (Km ²)
	Alegría-Dulantzi	2.870	19,95
	Aramaio	1.491	73,27
	Armiñón	237	12,94
	Arraia-Maeztu	731	123,11
	Arratzua-Ubarrundia	981	57,41
	Asparrena	1.671	65,18

ZONA CUENCAS INTERIORES	Municipio	Habitantes	Superficie (Km²)
	Añana	154	21,92
	Barrundia	924	97,43
	Berantevilla	479	35,73
	Bernedo	567	130,44
	Campezo/Kanpezu	1.127	85,36
	Elburgo/Burgelu	617	32,09
	Erriberagoitia/Ribera Alta	758	118,04
	Harana/Valle de Arana	260	39,12
	Iruraiz-Gauna	517	47,13
	Iruña Oka/Iruña de Oca	3.100	53,25
	Kuartango	357	84,03
	Lagrán	170	45,62
	Lantarón	937	67,49
	Legutio	1.749	45,85
	Peñacerrada-Urizaharra	269	57,06
	Ribera Baja/Erribera Beitia	1.334	25,36
	Salvaterra/Agurain	4.995	37,77
	San Millán/Donemiliaga	743	85,41
	Urkabustaiz	1.300	60,85
	Valdegovía/Gaubea	1.044	238,27
	Vitoria-Gasteiz	241.386	276,81
	Zalduondo	186	12,03
	Zambrana	422	39,51
	Zigoitia	1.755	102,07
	Zuia	2.427	122,49
TOTAL	Nº municipios: 31	275.558	2.313 Km²

ZONA VALLE DEL EBRO	Municipio	Habitantes	Superficie(Km²)
	Baños de Ebro/Mañueta	323	9,46
	Elciego	1.045	16,32
	Elvillar/Bilar	357	17,50
	Kripaun	198	12,52
	Labastida/Bastida	1.476	38,17
	Laguardia	1.528	81,09
	Lanciego/Lantziego	685	24,20
	Lapuebla de Labarca	828	5,99

ZONA VALLE DEL EBRO	Municipio	Habitantes	Superficie(Km ²)
	Leza	213	9,92
	Moreda de Álava / Moreda Araba	238	8,67
	Navaridas	223	8,92
	Oyón-Oion	3.279	45,18
	Samaniego	326	10,64
	Villabuena de Álava/Eskuernaga	310	8,48
	Yécora/Iekora	265	18,80
TOTAL	Nº municipios: 15	11.294	315,85 Km²

5. ADAPTACIÓN DE LA RED DE ESTACIONES A LA NUEVA ZONIFICACIÓN

En el momento de realizar este estudio la Red de Vigilancia de Calidad del Aire contaba con **33 estaciones** de medición ozono, tanto públicas como de titularidad privada ligadas a empresas. Estas estaciones son las siguientes:

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. Abanto | 2. Algorta |
| 3. Muskiz | 4. Zierbana |
| 5. Agurain | 6. Alonsotegi |
| 7. Mundaka | 8. Castrejana |
| 9. Avenida Tolosa | 10. Arraiz |
| 11. Pagoeta | 12. Montorra |
| 13. Azpeitia | 14. Zelaieta |
| 15. Puio | 16. Larrabetzu |

- | | |
|-------------------|------------------------|
| 17. Barakaldo | 18. San Julian |
| 19. Parque Europa | 20. Zalla |
| 21. Durango | 22. Llodio |
| 23. Sangroniz | 24. Maria Diaz de Haro |
| 25. Elciego | 26. Zumarraga |
| 27. Serantes | 28. Mazarredo |
| 29. Farmacia | 30. Tres de Marzo |
| 31. Valderejo | 32. Jaizkibel |
| 33. San Julian | |

Para adaptar esta red de estaciones se deben tener en cuenta 3 criterios según la normativa en vigor:

- Los criterios para clasificar y ubicar los puntos de medición para la evaluación de las concentraciones de ozono (artículo 11, Anexo IX del RD 102/2011)
- Los criterios de determinación del número mínimo de puntos de muestreo para la medición fija de las concentraciones de ozono (artículo 11, Anexo X del RD 102/2011)
- Los criterios para la clasificación de la estación dependiendo de las principales fuentes de contaminación del entorno.

Para la definición del tipo de área el O₃ tiene un tratamiento un tanto diferenciado y en el Anexo VIII de la Directiva (Anexo IX del Real Decreto) se incluyen los criterios de macro y microimplantación (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Criterios de macro implantación para la clasificación de estaciones de O₃ (Anexo VIII Directiva 2008/50/EC).

Tipo de estación	Objetivos de la medición	Representatividad (1)	Criterios de macroimplantación
Urbana	Protección de la salud humana: evaluar la exposición de la población urbana al ozono, es decir, en las zonas cuyas densidad de población y concentración de ozono sean relativamente elevadas y representativas de la exposición de la población en general	Algunos km ²	Lejos de la influencia de las emisiones locales debidas al tráfico, las gasolineras, etc.; ubicaciones ventiladas donde pueda medirse una mezcla adecuada de sustancias; ubicaciones como zonas residenciales y comerciales urbanas, parques (lejos de los árboles), grandes calles o plazas de tráfico escaso o nulo, espacios abiertos característicos de las instalaciones educativas, deportivas o recreativas.
Suburbana	Protección de la salud humana y la vegetación: evaluar la exposición de la población y la vegetación en las afueras de las aglomeraciones, donde se encuentren los mayores niveles de ozono a los que la población y la vegetación tengan más probabilidad de hallarse directa o indirectamente expuestas	Algunas decenas de km ²	A cierta distancia, a sotavento de las zonas de emisiones máximas, siguiendo la dirección(es) dominante del viento en condiciones favorables a la formación de ozono; lugares donde la población, los cultivos sensibles o los ecosistemas naturales ubicados en los márgenes de una aglomeración estén expuestos a elevados niveles de ozono; cuando así proceda, algunas estaciones suburbanas podrán situarse a barlovento de la zona de emisiones máximas con el fin de determinar los niveles regionales de fondo de ozono.
Rural	Protección de la salud humana y la vegetación: evaluar la exposición de la población, los cultivos y los ecosistemas naturales a las concentraciones de ozono a escala sub-regional	Niveles subregionales (algunos cientos de km ²)	Las estaciones podrán situarse en pequeños emplazamientos y/o en áreas con ecosistemas naturales, bosques o cultivos; áreas representativas respecto del ozono lejos de la influencia de emisiones locales inmediatas como las instalaciones industriales o las carreteras; pueden situarse en espacios abiertos pero no en las cumbres de montaña de gran altura.
Rural de fondo	Protección de la vegetación y la salud humana: evaluar la exposición de los cultivos y los ecosistemas naturales a las concentraciones de ozono a escala regional, así como la exposición de la población	Niveles regionales/ nacionales/ continentales (1 000 a 10 000 km ²)	Estaciones situadas en zonas de baja densidad de población, por ejemplo, con ecosistemas naturales o bosques, a una distancia de 20 km como mínimo de las zonas urbanas e industriales y alejadas de las fuentes de emisiones locales; deben evitarse las zonas donde se produzcan con frecuencia fenómenos de inversión térmica, así como las cumbres de montaña de gran altura; no se recomiendan los emplazamientos costeros con ciclos eólicos diurnos pronunciados.

(1) En la medida de lo posible, los puntos de muestreo deberán ser representativos de lugares similares que no se hallen a proximidad inmediata.

El número de estaciones de O₃ viene asociado a la división del territorio en zonas y aglomeraciones. De acuerdo a la Directiva (Anexo X del Real Decreto) debe haber un mínimo de una estación por zona y aglomeración y al menos una estación debe estar en un área suburbana en las zonas y un 50% de las estaciones debe estar en un área suburbana en las aglomeraciones (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Número mínimo de estaciones fijas para la medida de O₃ (Anexo IX Directiva 2008/50/EC).

- A. Número mínimo de puntos de muestreo para mediciones fijas continuas destinados a evaluar el cumplimiento de los valores objetivo, los objetivos a largo plazo y los umbrales de alerta e información cuando esas mediciones sean la única fuente de información

Población (× 1 000)	Aglomeraciones (urbanas y suburbanas) ⁽¹⁾	Otras zonas (suburbanas y rurales) ⁽¹⁾	Rural de fondo
< 250		1	⁽²⁾ 1 estación/50 000 km ² en todas las zonas de cada país ⁽²⁾ como promedio
< 500	1	2	
< 1 000	2	2	
< 1 500	3	3	
< 2 000	3	4	
< 2 750	4	5	
< 3 750	5	6	
> 3 750	1 estación por cada 2 millones de habitantes	1 estación por cada 2 millones de habitantes	

⁽¹⁾ Al menos 1 estación en las zonas suburbanas donde sea probable que se registre la exposición más elevada de la población. En las aglomeraciones, al menos un 50 % de las estaciones deberán situarse en zonas suburbanas.

⁽²⁾ Se recomienda 1 estación por cada 25 000 km² en los terrenos accidentados.

La recomendación de la Agencia Europea de Medio Ambiente para el O₃ es medir en estaciones de fondo, bien áreas urbanas de fondo, suburbanas de fondo o rurales de fondo aunque representativas de la exposición de la población.

Tras analizar la situación de la Red para la medición de ozono de la CAPV y valorar la mejor configuración para el cumplimiento de los criterios mencionados anteriormente se decide lo siguiente:

- Dividir el territorio en 5 zonas para la evaluación del ozono; 4 zonas y 1 aglomeración.
- Adaptar espacialmente la Red al comportamiento del contaminante con estaciones suficientes en cada zona nueva.
- Mantener 3 estaciones para la vigilancia del transporte transfronterizo: Jaizkibel, Serantes y Urkiola.
- Medir por encima de los requisitos mínimos establecidos en el RD. 102/2011

TIPO	ZONA	POBLACION	SUPERFICIE (Km ²)	REQUERIMIENTO RD 102/2011	ESTACIONES
1 zona	Litoral	566.152	810	Mínimo 1 estación	1. Muskiz (S) 2. Mundaka (R) 3. Pagoeta (R) 4. Puio (S) 5. Serantes (V) 6. Jaizkibel (V) 7. Algorta (S) 8. Av. Tolosa (U) 9. San Julian (S)
2 aglomeración	Bilbao- Barakaldo	443.236	70,7	Mínimo 2 estaciones	10. Parque Europa (U) 11. Castrejana (S) 12. Maria Diaz Haro (U) 13. Arraiz (S) 14. Alonsotegi (U)
3 zona	Valles Cantábricos	878.138	3.721,44	Mínimo 2 estaciones	15. Zalla (U) 16. LLodio (S) 17. Durango (U) 18. Azpeitia (U) 19. Zumarraga (S) 20. Urkiola (V) 21. Larrabetzu (S) 22. Zelaieta (U)
4 zona	Cuencas Interiores	273.777	2.313	Mínimo 2 estaciones	23. Valderejo (R) 24. Farmacia (U) 25. Agurain (S)
5 zona	Valle del Ebro	11.574	315,85	Mínimo 1 estación	26. Elciego (S)

(U) Urbana; (S) Suburbana; (R) Rural; (V) Vigilancia

Referencias

- 1- "Ozone Position Paper" Final versión. Prepared by the Ad-Hoc Working Group on Ozone Directive and Reduction Strategy Development (July 1999)
- 2- "La contaminación de origen fotoquímico en la Comunidad Autónoma del País Vasco" preparado por Environment and Systems, Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Diciembre 1999
- 3- WEB de la Comisión europea para la Implementación de la legislación de calidad del aire ambiente
<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/index.htm>
- 4- INFORME FINAL: "ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR OZONO TROPOSFÉRICO EN ESPAÑA" llevado a cabo por el CEAM por encargo del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Julio 2009)
http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/8_A_Informe_final_ozono-ceam_Julio_2009_tcm7-152609.pdf
Documento adjunto: "EL OZONO TROPOSFÉRICO EN EL SUR DE EUROPA: ASPECTOS DINÁMICOS DOCUMENTADOS EN PROYECTOS EUROPEOS" (Versión Actualizada, 2009)
- 5- "Clasificación de patrones meteorológicos y su relación con los episodios de Ozono en la CAPV". Amaia Albizuri PROMA 2004, 5th Urban Air Quality Conference 2005
http://pdf.aminer.org/000/271/387/classification_of_meteorological_patterns.pdf
- 6- "Analysis of the relationship between ambient levels of O₃, NO₂ and NO as a function of NOx in the UK" Lynette J. Clapp and Michael E. Jenkin. Atmospheric Environment 35 (2001) 6391-6405
- 7- "Informe sobre la Zonificación de la Calidad del Aire de España 2012", editado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- 8- "The effects of meteorology on ozone in urban areas and their use in assessing ozone trends" Louise Camalier, William Cox and Pat Dolwick Atmospheric Environment 41, Issue 33, October 2007, Pages 7127–7137