

Plan de Acción de calidad del aire en la comarca del Bajo Nervión

Diagnóstico de la contaminación atmosférica



aireAIRE



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMEN ETA LURRALDE
ANTOLAMENDU SAIA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

 **ingurumena.net**

*Gure esku dago
está en nuestras manos*


IHOBE
Ingurumen Jantoketarako Sociedade Publikoa
Sociedad Pública de Gestión Ambiental

EDITA:

© IHOBE – Sociedad Pública de Gestión Ambiental

Este documento ha sido elaborado para IHOBE por Fundación Labein

Marzo, 2006

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETO Y ALCANCE DEL DIAGNÓSTICO	9
3. PLANES DE ACCIÓN PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	11
3.1 NORMATIVA EUROPEA.....	11
3.2 PLANES DE ACCIÓN.....	16
3.2.1.. <i>Objetivo y necesidad de un Plan de acción</i>	16
3.2.2.. <i>Cobertura Temporal de un Plan de Acción</i>	17
3.2.3.. <i>Estructura e información mínima que debe incluir el Plan de Acción</i>	19
4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	22
4.1 REALIZACIÓN DE MAPAS DE EMISIONES	22
4.1.1.. <i>Inventario de Emisiones</i>	22
4.1.2.. <i>Representación de las emisiones</i>	24
4.2 TRATAMIENTO DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE Y RECOPIACIÓN DE DATOS ALTERNATIVOS.....	26
4.3 VALORACIÓN PRELIMINAR DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN EL ÁREA	26
4.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS DE MAYOR AFECCIÓN.....	27

5. ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES	29
5.1 EMISIONES DE PM/PM ₁₀ EN EL BAJO NERVIÓN	29
5.1.1.. <i>Focos industriales</i>	29
5.1.2.. <i>Tráfico rodado</i>	35
5.1.3.. <i>Residencial y servicios</i>	38
5.2 EMISIONES DE NO _x EN EL BAJO NERVIÓN	39
5.2.1.. <i>Contribución conjunta de todos los sectores</i>	39
5.3 ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CADA SECTOR	41
6. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE	42
6.1 ESTACIONES DE MEDIDA DE CALIDAD DEL AIRE EN EL BAJO NERVIÓN	42
6.2 VALORACIÓN DE LOS NIVELES DE CALIDAD DEL AIRE RESPECTO AL R.D. 1073/2002	44
6.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN EL MUNICIPIO DE ZIERBENA	49
6.3.1.. <i>Condiciones meteorológicas generales del municipio</i>	50
6.3.2.. <i>Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas</i>	54
6.3.3.. <i>Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas</i>	57
6.3.4.. <i>Ciclo diario de PM₁₀ y NO_x</i>	60
6.3.5.. <i>Variación mensual de PM₁₀ y NO_x</i>	62

6.3.6..	<i>Relación entre concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}.....</i>	<i>63</i>
6.3.7..	<i>Composición del material particulado (PM) en Zierbena.....</i>	<i>64</i>
6.3.8..	<i>Fotos de algunos de los focos emisores más destacados de contaminación atmosférica en el entorno del municipio de Zierbena.....</i>	<i>69</i>
6.4	IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE	74
6.4.1..	<i>Condiciones meteorológicas generales del municipio.....</i>	<i>75</i>
6.4.2..	<i>Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas</i>	<i>78</i>
6.4.3..	<i>Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas</i>	<i>81</i>
6.4.4..	<i>Ciclo diario de PM₁₀ y NO_x</i>	<i>82</i>
6.4.5..	<i>Variación mensual de PM₁₀ y NO_x.....</i>	<i>84</i>
6.4.6..	<i>Relación entre concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}.....</i>	<i>86</i>
6.4.7..	<i>Composición del material particulado (PM₁₀) en Nautica</i>	<i>88</i>
6.4.8..	<i>Fotos de algunos focos emisores más destacados de material particulado en el entorno del municipio de Portugalete</i>	<i>90</i>
6.5	IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN EL MUNICIPIO DE ERANDIO	94
6.5.1..	<i>Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas</i>	<i>97</i>
6.5.2..	<i>Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas</i>	<i>100</i>

6.5.3..	<i>Ciclo diario de PM₁₀ y NO_x</i>	101
6.5.4..	<i>Variación mensual de PM₁₀, NO y NO₂</i>	103
6.5.5..	<i>Composición del material particulado en Erandio</i>	105
6.5.6..	<i>Fotos de algunos focos emisores más destacados de material particulado en el entorno del municipio de Erandio</i>	108
6.6	IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN EL MUNICIPIO DE BARAKALDO	114
6.6.1..	<i>Niveles de material particulado en Barakaldo: Afección de obras urbanas</i>	116
6.6.2..	<i>Condiciones meteorológicas generales del municipio</i>	118
6.6.3..	<i>Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas</i>	119
6.6.4..	<i>Relación de concentraciones de NO y NO₂ con variables meteorológicas</i> ..	120
6.6.5..	<i>Ciclo diario de PM₁₀, NO y NO₂</i>	123
6.6.6..	<i>Variación mensual de PM₁₀, NO y NO₂</i>	124
6.6.7..	<i>Otras mediciones de calidad del aire realizadas en Barakaldo</i>	126
6.6.8..	<i>Fotos de algunos focos emisores más destacados de contaminación atmosférica en el entorno del municipio de Barakaldo</i>	128
6.7	IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN EL MUNICIPIO DE ALONSOTEGI	131
6.7.1..	<i>Condiciones meteorológicas generales del municipio</i>	133

6.7.2.. Relación de concentraciones de PM_{10} con variables meteorológicas	136
6.7.3.. Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas	140
6.7.4.. Ciclo diario de PM_{10} y NO_x	143
6.7.5.. Variación mensual de PM_{10} y NO_x	145
6.7.6.. Composición del material particulado en Alonsotegi y su entorno	147
6.7.7.. Fotos de algunos focos emisores más destacados de material particulado en el entorno del municipio de Alonsotegi.....	149
6.8 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN EL MUNICIPIO DE BILBAO	154
6.8.1.. Condiciones meteorológicas generales del municipio.....	158
6.8.2.. Relación de concentraciones de PM_{10} con variables meteorológicas	160
6.8.3.. Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas	165
6.8.4.. Ciclo diario de PM_{10} y NO y NO_2	167
6.8.5.. Relación entre concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$	170
6.8.6.. Composición del material particulado en Bilbao	173
6.9 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN EL MUNICIPIO DE BASAURI	175
6.9.1.. Condiciones meteorológicas generales del municipio.....	177
6.9.2.. Relación de concentraciones de PM_{10} con variables meteorológicas	179

6.9.3.. Relación de concentraciones de NOx con variables meteorológicas	182
6.9.4.. Ciclo diario de PM ₁₀ y NO _x	184
6.9.5.. Variación mensual de PM ₁₀ y NO _x	186
6.9.6.. Composición del material particulado (PM) en Basauri.....	188
6.9.7.. Fotos de algunos de los focos emisores más destacados de material particulado en el entorno del municipio de Basauri.....	192
7. CONCLUSIONES	200

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es uno de los problemas medio ambientales más serios a los que la comunidad mundial tiene que hacer frente. Resultados de estudios recientes realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) muestran una clara afección a la salud humana en personas expuestas a niveles no demasiado altos de contaminación. Incluso se ha relacionado la contaminación atmosférica con un aumento de la mortalidad. Las afecciones principales a la salud humana están asociadas al aparato respiratorio y al aparato cardiovascular, empeorando u dificultando la cura de enfermedades en principio ajenas a la contaminación del aire. Son los niños y las personas de avanzada edad las más afectadas por esta problemática.

Por supuesto a esta situación hay que añadir el presupuesto económico necesario para sufragar gastos en sanidad exclusivamente asociada a los efectos de la contaminación (agravamiento de procesos asmáticos, ataques al corazón, y otras enfermedades crónicas pulmonares y cardiovasculares, ...).

La reacción de las administraciones responsables ha sido positiva en sentido de proponer restricciones en las emisiones y disminuir los niveles de contaminantes permitidos en aire ambiente. La Directiva Marco de calidad del aire 1996/62/CE recoge las líneas maestras de cómo ha de realizarse la gestión de la calidad del aire en la Unión Europea. A partir de ella nacieron las conocidas como Directivas 'Hijas' (1999/30/CE, 2000/69/CE, 2003/2/CE, 2004/107/CE) fijando valores límite para la salud humana para ciertos contaminantes y regulando el control de los mismos. Sin embargo, se está demostrando que aun con estos esfuerzos, la contaminación atmosférica sigue amenazando la salud humana. La OMS ha estimado que alrededor de 100.000 personas en Europa mueren de forma prematura debido a la exposición de

material particulado en aire ambiente y que este mismo contaminante reduce la expectativa de vida nueve meses o incluso uno y dos años en determinados países de Europa.

Por ello se considera que hay que seguir trabajando en la mejora de la calidad del aire hasta llegar a alcanzar niveles saludables. Será necesario revisar las normativas actuales y adecuarlas a los nuevos resultados que muestran la relación entre exposición e impacto en la salud humana. La Comisión Europea ha revisando ciertas normas de calidad del aire a través de los resultados del programa CAFE (*Clean Air for Europe*) y en Septiembre del año 2005 presentó un borrador de directiva sobre contaminación del aire que describe, unifica y actualiza en un mismo documento todos los objetivos y las medidas necesarias para conseguirlos.

Por otra parte, con la finalidad de mejorar la calidad del aire, la legislación actualmente en vigor señala la necesidad de realizar **Planes de Acción** en las zonas en las que se estén superando los valores límite de contaminantes. Estos Planes de Acción deben conseguir reducir los niveles de contaminación a valores aceptables para la salud humana y los ecosistemas.

2. OBJETO Y ALCANCE DEL DIAGNÓSTICO

El presente estudio tiene como objetivo realizar un diagnóstico de la calidad del aire de la comarca del Bajo Nervión dentro de la elaboración de un Plan de Acción que incluya medidas concretas para mejorar los niveles de contaminación atmosférica.

Dentro de los municipios del Gran Nervión se ha establecido como unidad de estudio lo que denominamos “Cuenca aérea”, formada por los municipios de: Muskiz, Zierbena, Getxo, Berango, Santurtzi, Abanto, Ortuella, Portugalete, Leioa, Sestao, Trapagaran, Brakaldo, Erandio, Loiu, Derio, Sondika, Bilbao, Alonsotegi, Zamudio, Etxebarri, Lezama, Galdakao, Basauri y Zaratamo.

Los objetivos concretos del diagnóstico son los siguientes:

- a) Valoración de las emisiones de PM/PM₁₀ y NO_x en la zona de estudio
- b) Estudio de las concentraciones de PM₁₀ y NO_x registradas en aire ambiente y variaciones tanto desde el punto de vista espacial como temporal.
- c) Identificación de los principales focos de emisión de PM₁₀ en la comarca y sobre los que posteriormente se deberían establecer acciones correctoras.

Si bien el Plan de Acción del Bajo Nervión se puede referir a diferentes contaminantes, es el **material particulado (PM₁₀)** el contaminante que en los últimos años (2003 y 2004) en la comarca del Bajo Nervión y según el R.D. 1073/2002, ha incumplido la legislación vigente en materia de protección de la salud humana. Los niveles de dióxido de nitrógeno (NO₂) solo se incumplieron en una de las estaciones del municipio de Bilbao fuertemente afectada por el tráfico. Por ello, el presente estudio se centra principalmente en el material particulado (PM₁₀) en aire ambiente. A su vez se han estudiado los óxidos de nitrógeno (NO_x) como contaminante traza de

ciertos focos (principalmente el tráfico) y poder de esta manera valorar su influencia en las concentraciones de material particulado registradas.

3. PLANES DE ACCIÓN PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE

3.1 Normativa europea

La Directiva 1996/62/CE, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, conocida como Directiva Marco de calidad del aire, establece los principios básicos de una estrategia común dirigida a:

- Definir y establecer objetivos de calidad del aire ambiente en la Comunidad para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto;
- Evaluar, basándose en métodos y criterios comunes, la calidad del aire ambiente en los Estados Miembros;
- Disponer de información adecuada sobre la calidad del aire ambiente y procurar que el público tenga conocimiento de la misma, entre otras cosas mediante umbrales de alerta
- Mantener una buena calidad del aire ambiente y mejorarla en los demás casos.

La Directiva Marco establece **valores límite** para contaminantes, entendidos estos como un nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en un plazo determinado y no superarse una vez alcanzado.

En la necesidad de mejorar la calidad del aire, la Directiva Marco establece que los Estados Miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar el respeto de los valores límite. En su artículo 8 se establece que para los casos de superación del valor

límite existe la obligación de elaborar o aplicar **Planes de Acción** que permita regresar en un plazo fijado al valor límite establecido para ese contaminante. Los Estados miembros son los responsables de garantizar la elaboración de dichos Planes para cada una de las zonas o aglomeraciones en que exista superación de valores límite y deberán incluir al menos los datos enumerados en el Anexo XII del R.D. 1073/2002 (transposición de la Directiva 96/62/CE, Anexo IV). Además dicho Plan o Programa debe estar a disposición del público.

A raíz de la Directiva Marco, surgieron las directivas conocidas como 'Hijas' (1999/30/CE, 2000/69/CE, 2002/3/CE) que reglamentan sobre aspectos y contaminantes concretos. Las Directivas mencionadas ya se han transpuesto al ordenamiento jurídico español a través de los Reales Decretos 1073/2002 y 1796/2003. En ellos se establece valores límite para los contaminantes: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono (R.D. 1073/2002), y ozono (R.D. 1796/2003).

La legislación relativa a partículas (PM₁₀) y óxidos de nitrógeno (NO₂ y NO_x) actualmente en vigor se presenta en la siguiente tabla:

PARTICULAS DE CORTE 10 μ				
Objetivo	Período de referencia	Valor límite de PM10	Margen de exceso tolerado	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a la entrada en vigor del presente R.D., reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta alcanzar el valor límite	1 de enero del 2005

PARTICULAS DE CORTE 10 μ				
Objetivo	Período de referencia	Valor límite de PM10	Margen de exceso tolerado	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	Un año civil	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a la entrada en vigor del presente R.D., reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta alcanzar el valor límite	1 de enero del 2005

Tabla 3.1. – Valores límite para partículas PM₁₀–fase 1 (R.D. 1073/2002)

PARTICULAS DE CORTE 10 μ				
Objetivo	Período de referencia	Valor límite de PM10	Margen de exceso tolerado	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que no podrán superarse en más de 7 ocasiones por año	Se derivará de los datos y será equivalente al valor límite de la Fase 1	1 de enero del 2010
Protección de la salud humana	Un año civil	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el 1 de enero de 2005, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada 12 meses 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta alcanzar el valor límite	1 de enero del 2010

Tabla 3.2. – Valores límite para partículas PM₁₀–fase 2 (R.D. 1073/2002)

OXIDOS DE NITROGENO				
Objetivo	Período de referencia	Valor límite (*)	Margen de exceso tolerado	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la Salud humana	Una hora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 (no podrá superarse en más de 18 ocasiones por año civil)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a la entrada en vigor del presente R.D., reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta alcanzar el valor límite	1 de enero del 2010
Protección de la Salud humana	Un año civil	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2	16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a la entrada en vigor del presente R.D., reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta alcanzar el valor límite	1 de enero del 2010
Protección de la Vegetación	Un año civil	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_x	Ninguno	A la entrada en vigor de la presente norma

Tabla 3.3i. – Valores límite para óxidos de nitrógeno (R.D. 1073/2002)

La legislación relativa a plomo en vigor se presenta en la siguiente tabla:

PLOMO				
Objetivo	Período de referencia	Valor límite(*)	Margen de exceso tolerado	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	Un año civil	0,5 µg/m ³	<ul style="list-style-type: none"> • 0.3 µg/m³ a la entrada en vigor del presente R.D., reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 0.1 µg/m³ hasta alcanzar el valor límite • 0.5 µg/m³ a la entrada en vigor del presente R.D., en las inmediaciones de fuentes específicas, que se notificarán a la Comisión, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada 12 meses 0.1 µg/m³, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010 	1 de enero de 2005 o el 1 de enero de 2010, en las inmediaciones de fuentes industriales, específicas, situadas en lugares contaminados a lo largo de decenios de actividad industrial.

(*) Referente al contenido total en la fracción PM₁₀

Tabla 3.3ii.- Valor límite para el plomo (R.D. 1073/2003)

Recientemente, se ha aprobado una nueva Directiva Europa (2004/107/CE) relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente. En ella se establece la necesidad de realizar mediciones representativas y el correspondiente seguimiento de los contaminantes indicados, estableciendo a su vez los siguientes valores objetivo:

Contaminante	Valor objetivo ⁽¹⁾
Arsénico (As)	6 ng/m ³
Cadmio (Cd)	5 ng/m ³
Níquel (Ni)	20 ng/m ³
Benzo(a)pireno	1 ng/m ³

⁽¹⁾ Referente al contenido total en la fracción PM₁₀ como promedio durante un año natural

Tabla 3.4. – Valores objetivo establecidos en la Directiva 2004/107/CE

Así como el valor límite se refiere a un nivel fijado que debe alcanzarse en un plazo determinado y no superarse una vez alcanzado, el valor objetivo se refiere a la concentración que debe alcanzarse en lo posible durante un determinado periodo de tiempo.

3.2 Planes de Acción

3.2.1 Objetivo y necesidad de un Plan de Acción

El objetivo de los Planes de Acción es establecer medidas y acciones para que en el plazo fijado por la legislación, se regrese al valor límite del contaminante para el que se está dando la situación de superación.

El requerimiento de llevar a cabo estos Planes se limita a los casos en que después de un análisis de la calidad del aire en una zona concreta, se concluya que, con las medidas que actualmente se están llevando a cabo, no se conseguirá alcanzar el valor límite en el plazo fijado por el R.D. 1073/2002. Puede haber casos en los que, aunque el valor límite incrementado por el margen de exceso tolerado no haya sido superado, sea necesario establecer medidas adicionales ya que existen evidencias

científicas de que no se va a alcanzar el valor límite en el plazo fijado. Sin embargo, la Directiva Marco solo establece requerimientos legales para la realización de Planes en el caso de superación del valor límite más el margen de tolerancia.

Un Plan de Acción debe tener como propósito principal proponer, desarrollar y llevar a cabo medidas efectivas para reducir los niveles de contaminación, de forma que sean lo suficientemente detalladas y claras para los grupos de interés (los responsables de industrias y administraciones). Debe tenerse en cuenta también que los Planes deben estar disponibles al público.

En el Anexo XII del citado Real Decreto se especifica la mínima información que deben contener los Planes de Acción. Por otra parte, el 20 de febrero de 2004, la Comisión adoptó la Decisión 2004/224/CE por la que se establecen las medidas para la presentación de la información a la Comisión sobre los planes o programas previstos en el R.D. 1073/2002. Según esta Decisión, el Informe a la Comisión deberá constar de los 7 formularios indicados en el Anexo de la misma. En cualquier caso, los Planes completos se podrán a disposición de la Comisión a petición de la misma.

El R.D. 1073/2002 exige la realización de los Planes de Acción y establece como organismo competente a las Administraciones Autonómicas. El envío de los Planes de Acción a la Comisión Europea por parte de los Estados Miembros debe ser anterior a la finalización del segundo año después del año en que se observaron las superaciones.

3.2.2 Cobertura Temporal de un Plan de Acción

Una vez que se ha dado la situación de superación de un valor límite más el margen de tolerancia de un contaminante, los Estados Miembros deberán informar a la Comisión sobre la situación de superación antes del 1 de Octubre del año siguiente al que se ha producido (Directiva 1996/62/CE, artículo 11.1.ii). El consecuente Plan de

Acción deberá ser transmitido a la Comisión, a más tardar, dos años después del final del año en que se hayan registrado las superaciones (Directiva 1996/62/CE, artículo 11.1.iii). Anteriormente, las Comunidades Autónomas deberán presentarlo al Ministerio, a más tardar, año y medio después del año de las superaciones (R.D. 1073/2002, Anexo XIII.3.c). Se enviará información sobre la marcha del Plan cada tres años. En la siguiente figura (Figura 4.1.) se puede observar una tabla temporal en la que se indica la fecha última en que la Comisión debe recibir el Informe de la superación y el correspondiente Plan de Acción:

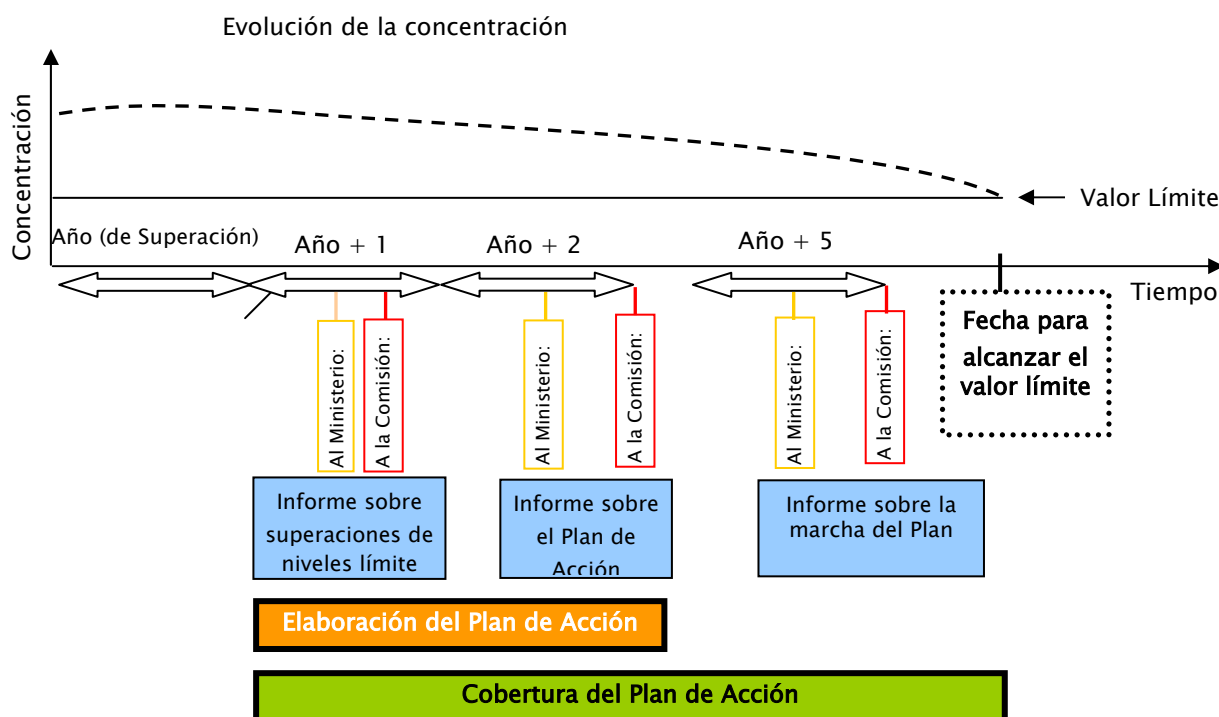


Figura 3.1. – Línea temporal de Informes a la Comisión.

3.2.3 Estructura e información mínima que debe incluir el Plan de Acción

El R.D. 1073/2002 en su Anexo XII, detalla la información mínima que deben contener los Planes de Acción. Esta información se muestra en la siguiente tabla:

ANEXO XII del R.D. 1073/2002: Información que debe incluirse en los programas locales, regionales o nacionales de mejora de la calidad del aire ambiente:
Esta información debe facilitarse en virtud del apartado 1 del artículo 6
1) Localización del rebasamiento:
<ul style="list-style-type: none">- región,- ciudad (mapa),- estación de medición (mapa, coordenadas geográficas).
2) Información general:
<ul style="list-style-type: none">- tipo de zona (ciudad, área industrial o rural),- estimación de la superficie contaminada (km²) y de la población expuesta a la contaminación,- datos climáticos útiles,- datos topográficos pertinentes,- información suficiente acerca del tipo de organismos receptores de la zona afectada que deben protegerse.
3) Autoridades responsables:
<ul style="list-style-type: none">- nombres y direcciones de las personas responsables de la elaboración y ejecución de los planes de mejora
4) Naturaleza y evaluación de la contaminación:
<ul style="list-style-type: none">- concentraciones observadas durante los años anteriores (antes de la aplicación de las medidas de mejora)- concentraciones medidas desde el comienzo del proyecto,- técnicas de evaluación utilizadas.
5) Origen de la contaminación:
<ul style="list-style-type: none">- lista de las principales fuentes de emisión responsables de la contaminación (mapa),- cantidad total de emisiones procedentes de esas fuentes (t/año),- información sobre la contaminación procedente de otras regiones.
6) Análisis de la situación:
<ul style="list-style-type: none">- detalles de los factores responsables del rebasamiento (transporte, incluidos los transportes transfronterizos, formación),- detalles de las posibles medidas de mejora de la calidad del aire.

7) Detalles de las medidas o proyectos de mejora que existían antes de la entrada en vigor de la presente Directiva, es decir:
<ul style="list-style-type: none">- medidas locales, regionales, nacionales o internacionales,- efectos observados de estas medidas.
8) Información sobre las medidas o proyectos adoptados para reducir la contaminación tras la entrada en vigor de el presente Real Decreto:
<ul style="list-style-type: none">- lista y descripción de todas las medidas previstas en el proyecto,- calendario de aplicación,- estimación de la mejora de la calidad del aire que se espera conseguir y del plazo previsto para alcanzar esos objetivos.
9) Información sobre las medidas o proyectos a largo plazo previstos o considerados.
10) Lista de las publicaciones, documentos, trabajos, etc. que completen la información solicitada en el presente Anexo.

Tabla 3.5. – Anexo XII del R.D. 1073/2002 (Anexo IV de la Directiva 96/62/CE sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente).

En la elaboración de los propios Planes de Acción no es necesario tener en cuenta cada una de las superaciones del valor límite. Es decir, en las zonas y aglomeraciones en que el nivel de más de un contaminante sea superior a los valores límite, cabe la posibilidad de desarrollar un Plan de Acción Integrado que incluya todos los contaminantes de que se trate.

La Decisión 2004/224/CE de la Comisión establece las medidas para la presentación de información sobre los planes o programas. Por lo tanto, en esta Decisión solo se especifica la estructura con la que los Estados Miembros deberán presentar la información, y no la estructura de los propios planes y programas. La estructura de un Plan de Acción debe ser la óptima para su **uso local**. Evidentemente, un Plan de Acción debe contener por lo menos la información que se debe presentar ante la Comisión (Decisión 2004/224/CE).

La mencionada Decisión en su Anexo muestra los siete formularios que deberán ser rellenados, cada uno con la siguiente información:

Formulario 1 Información general sobre el plan o el programa
Formulario 2 Descripción de la superación del valor límite
Formulario 3 Análisis de las causas de superación del valor límite en el año de referencia
Formulario 4 Nivel de partida
Formulario 5 Detalles de las medidas distintas de las previstas en la legislación vigente
Formulario 6 Medidas posibles aún no adoptadas y medidas a largo plazo (optativo)
Formulario 7 Resumen de las medidas

4. METODOLOGIA DEL TRABAJO

El diagnóstico de calidad del aire de la comarca del Bajo Nervión se ha centrado en los municipios de Zierbena, Portugalete, Erandio, Barakaldo, Alonsotegi, Bilbao y Basauri por ser los que han incumplido la legislación en materia de calidad del aire en los últimos años. El desarrollo del trabajo ha comprendido las siguientes etapas:

4.1 Realización de mapas de emisiones

La georeferenciación de las emisiones en el entorno donde el Plan tiene vigencia es de especial importancia para el análisis de las causas que puedan estar influyendo los niveles de contaminantes en el aire.

En este sentido se ha partido de la información existente en el Inventario de Emisiones de la CAPV referido al año 2002. En él se incluyen todos los focos de emisión afectados por la Directiva 1996/61/CE, que se incorpora al ordenamiento jurídico a través de ley 16/2002 de prevención y control integrados de la contaminación (IPPC). Además, el Inventario incluye otro gran número de empresas con importantes emisiones contaminantes.

4.1.1 Inventario de Emisiones

El Inventario de Emisiones en la zona donde tiene vigencia el Plan de Acción contiene información relativa a las emisiones de los siguientes sectores:

- a) **Actividades industriales y transformación de energía** (en este apartado se contemplan tanto las emisiones confinadas como las difusas, por ej, las canteras)

- b) **Transporte Rodado**, incluyéndose todas las pautas de conducción que tengan lugar en la zona (urbana en núcleo urbano e interurbana y/o autopista para las carreteras de este tipo que atraviesan la comarca).
- c) **Sector residencial y servicios**, donde se incluyen las emisiones asociadas principalmente al consumo de combustibles para la calefacción, agua caliente sanitaria y cocina en las viviendas, hostelería, sanidad, enseñanza, residencias y polideportivos.

Del Inventario de Emisiones se han considerado los siguientes contaminantes: **partículas sólidas de origen antropogénico** (PM y/o PM₁₀) y los **óxidos de nitrógeno** (NO_x). Se considera PM₁₀ a la fracción de partículas filtrables con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras.

Los niveles de emisión están expresados en unidades de masa emitida por año natural.

- *Emisiones de transporte rodado.*

El cálculo de las emisiones del transporte rodado se ha llevado a cabo de la siguiente manera:

- Elaboración de los factores de emisión para las características del parque de vehículos de la CAPV. Se han considerado dos tipos de vehículos: ligeros y pesados. Los ligeros incluyen turismos, motocicletas y vehículos de transporte ligero (hasta de 3.5 toneladas), mientras los pesados son los vehículos de transporte de más de 3.5 toneladas de peso.
- las carreteras interurbanas y autopistas, se han tramificado en función de sus intensidades medias diarias (IMD). Además, cada tramo se caracteriza por un porcentaje de pesados, su longitud y la velocidad media a la que los vehículos

circulan, la cual se establece en función de la pauta de conducción (tipo de vía) o el dato de velocidad específico del tramo concreto. Así pues, para el cálculo de las emisiones en la pauta interurbana- autopista se ha aplicado la siguiente fórmula:

$$E_{int} + E_{aut} = \left[\left(\sum_{i=1} FE_{lig} * IM_{T,lig} \right) + \left(\sum_{i=1} FE_{pes} * IM_{T,pes} \right) \right] * long_{tramo} * T$$

Siendo:

FE_{lig}: factor de emisión para vehículos ligeros en función de la distribución del parque de vehículos, y que es función de la velocidad característica del tramo.

IM_T: intensidad media, que representa un valor promedio del número de vehículos que circula por ese tramo en un periodo T, donde *IM_{T,lig}*, representa la *IM_T* para vehículos ligeros, e *IM_{T,pes}* representa el valor para los pesados.

Long_{tramo} representa la longitud de cada uno de los tramos

T: el periodo temporal al cual estará referida la emisión según su régimen de funcionamiento

- para el cálculo de las emisiones en casco urbano se han utilizado ratios medios de consumo de combustible por habitante, en vez de intensidades medias diarias (IMD).

4.1.2 Representación de las emisiones

A través de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se ha representado las emisiones de contaminantes de la zona.

- *Mapa de emisiones de focos puntuales*

Se ha representado la emisión de los focos puntuales de la comarca del Bajo Nervión incluidos en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002.

- *Mapas de emisiones generales*

Debido a que los focos de emisión de contaminantes pueden ser puntuales, lineales y de área, hemos zonificado la comarca en cuadrículas. Es decir, hemos realizado una **mall**a de emisión con cuadrículas o celdas de 250 metros de lado, representando en cada una de ellas la emisión en el conjunto del área que abarca.

El caso de las emisiones debidas al tráfico urbano y al sector residencial y servicios, se asocian a conjuntos de núcleos de población a través del consumo de combustible por habitante, es decir, se obtiene una emisión por unidad de área. Esto no ocurre en el caso de las carreteras interurbanas y autopistas donde las emisiones se asocian a una línea; emisión por unidad de longitud. Por su parte, las actividades industriales se representan como focos puntuales.

Así pues, estas emisiones se han proyectado sobre diferentes celdas de una malla obteniendo información sobre:

- a) Emisión total,
- b) Emisión por sectores (industria, tráfico y residencial-servicios)
- c) Emisión del tráfico asociada a tráfico urbano y carreteras interurbanas y autopistas

4.2 Tratamiento de datos de calidad del aire y recopilación de datos alternativos

Los datos de calidad del aire estudiados corresponden a los registrados en las estaciones de medida de la Red de Control de la Calidad del Aire de la CAPV gestionada por la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco.

Se han tenido en cuenta los contaminantes mencionados en el R.D. 1073/2002, aunque el estudio se ha centrado en dos contaminantes principalmente: **material particulado (PM₁₀)** y **óxidos de nitrógeno (NO_x)** por ser el primero el contaminante que incumple el R.D. 1073/2002 de forma generalizada en el Bajo Nervión y el segundo considerarse contaminante traza que ayuda a diferenciar focos de emisión. Con ellos, se ha realizado un tratamiento de datos (promedios anuales, superaciones de valores límite, ...) para su posterior análisis.

Asimismo, fue necesario contactar con distintas instituciones con el fin de recopilar otra serie de datos complementarios necesarios tales como datos meteorológicos (Euskalmet y Red de Calidad del Aire del Gobierno Vasco), recopilación de información de la zona de estudio (Ayuntamientos), estudios previos realizados en la zona (Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco, Departamento de Mineralogía y Petrología de la UPV y el Grupo de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias Químicas de Donosti), etc.

4.3 Valoración preliminar de los niveles de contaminación en el área

Se ha realizado un análisis de los datos de contaminación de los años 2002, 2003 y 2004 en las estaciones del Bajo Nervión. En este análisis no solo se han tenido en cuenta las mediciones en las estaciones de los municipios con incumplimiento de la legislación sino también los datos de otras estaciones del Bajo Nervión y el resto de la

CAPV que pudieran ser representativas de algún foco emisor concreto (por ej., el tráfico urbano).

El análisis de datos se ha centrado en la **valoración del cumplimiento de los valores límite impuestos en el R.D. 1073/2002**. Los resultados han mostrado que en general las medidas de material particulado (PM₁₀) incumplen la legislación actual y el NO₂ tampoco alcanza los estándares en una estación de medida de Bilbao. Para PM₁₀, además de los valores registrados en las estaciones de medida, también se han tenido en cuenta aquellos factores que según el R.D. 1073/2002 permiten anular ciertos registros. En este sentido hay que mencionar que en la CAPV se producen cierto número de intrusiones de polvo sahariano al año, produciendo superaciones de los valores límite. Este tipo de situaciones han sido eliminadas como computo del total de superaciones.

4.4 Identificación de los focos de mayor afección

La finalidad ha sido conocer cómo influye cada uno de los focos en la contaminación registrada en el aire ambiente. Para ello se han tenido en cuenta además de las condiciones de emisión de los focos, su ubicación respecto al punto de medida, concentraciones registradas de diferentes contaminantes, la meteorología predominante y la topografía que condiciona el régimen de vientos locales y consecuentemente la dispersión.

Se ha estudiado el comportamiento de los niveles de contaminación frente a diferentes **variables temporales**. Se ha analizado el ciclo diario de concentraciones de contaminantes intercomparado los resultados de estaciones ubicadas en diferentes emplazamientos y consecuentemente influenciadas por diferentes focos de emisión.

Otro aspecto tenido en cuenta ha sido la **influencia de la meteorología**. Se han valorado en conjunto datos de dirección y velocidad de viento con niveles de contaminación, permitiendo establecer una relación entre los diferentes niveles de concentración de contaminantes, el flujo de aire reinante y la localización de los focos emisores.

En este sentido, también se ha realizado una **intercomparación entre niveles** de diferentes contaminantes del **mismo emplazamiento**, así como de **diferentes lugares** de medida.

Finalmente, y gracias a estudios previos realizadas en la zona se ha podido conocer la **composición del material particulado (PM₁₀)** pudiendo discernir contribuciones de diferentes focos de emisión de este contaminante.

5. ANALISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES

5.1 Emisiones de PM/PM₁₀ en el Bajo Nervión

5.1.1 Focos industriales

En la tabla 5.1 se muestran las empresas de la comarca del Bajo Nervión incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002. En algunos casos la estimación de la emisión de material particulado (PM) no esta expresada en la fracción PM₁₀ (partículas menores de 10 micras de diámetro). Por ello, es conveniente tener una idea de los focos de PM total (Figura 5.1).

Municipio	Nombre Empresa	Coordenada X	Coordenada Y
Abanto-Zierbana	LEHIOKO BIOTZ, S.L.	493474	4795081
Abanto-Zierbana	GARAY RECUBRIMIENTOS, S.A.	493726	4795046
Alonsotegi	ATOFINA ESPAÑA, S.A. - ALONSOTEGI	498775	4787167
Arrigorriaga	CEMENTOS REZOLA-ARRIGORRIAGA-	508450	4783575
Arrigorriaga	CENTRO INDUSTRIAL DEL CAUCHO, S.A.L.	508410	4781369
Arrigorriaga	CABARRI	509287	4784006
Asua-Erandio	HORMIGONES GALDAMES, S.A.- PLANTA DE ASUA	503276	4794336
Asua-Erandio	HANSON HISPANIA, S.A.	504466	4793932
Asua-Erandio	SUN CHEMICAL	504443	4794210
Barakaldo	REFRACTARIOS BURCEÑA	500511	4791626
Barakaldo	PRODUCTOS DE FUNDICION	502354	4789944
Barakaldo	MEBUNIK	502075	4791120
Barakaldo	BILBAINA DE ALQUITRANES	502306	4792736
Barakaldo	SEFANITRO, S.A.	501900	4793600
Barakaldo	SEBERIA BILBAINA	501282	4791241
Barakaldo	PLASTIFICANTES DE LUTXANA	501435	4793085
Barakaldo	RONTEALDE, S.A.	502215	4793280
Basauri	GUIVISA	510019	4787995
Basauri	SIDENOR INDUSTRIAL (fabrica de basauri)	509702	4786327

Diagnóstico de la contaminación atmosférica

Municipio	Nombre Empresa	Coordenada X	Coordenada Y
Basauri	LAMINADOS VELASCO, S.L.	508818	4787598
Basauri	FUNDICIONES PALACIO	510019	4785668
Berango	ELMET	500767	4801904

Tabla 5.1.i – Empresas de la comarca del Bajo Nervión incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

Municipio	Nombre Empresa	Coordenada X	Coordenada Y
Bilbao	CILINDROS BOLUETA	507396	4788204
Bilbao	MATADERO DE BILBAO	502533	4792280
Bilbao	SADER, S.A.	502466	4791898
Bilbao	NOVOPRINT INDUSTRIAS GRÁFICAS, S.A.L.	502878	4792439
Bilbao	FIDAYA, S.L.	504934	4788828
Bilbao	FUNDICIONES LOMBIDE, S.A.	504492	4789287
Bilbao	ASFALTADOS OLARRA, S.A.	505143	4793706
Erandio	INDUMETAL RECYCLING, S.A.	504280	4794200
Erandio	INDUSTRIAS JUNO, S.A.	503426	4793827
Erandio	REMETAL	504246	4794596
Erandio	COMPAÑIA INDUSTRIAL ASUA – ERANDIO, S.A.	504151	4794428
Erandio	RECYPILAS	504280	4794200
Etxebarri	NORMELTING 2000	508720	4788038
Galdakao	FORMICA ESPAÑOLA	511702	4786592
Galdakao	FUNDICIÓN INYECTADA DE METALES, S.A.	511403	4786645
Galdakao	INDUSTRIAS ZARRA	513839	4786347
Galdakao	UNIÓN EXPLOSIVOS-ENSIGN BICKFORD	512000	4786000
Galdakao	UNIÓN ESPAÑOLA DE EXPLOSIVOS, S.A.	512000	4786000
Galdakao	CIA. NORTEÑA DE BEBIDAS GASEOSAS NORBEGA, S.A.	511355	4786764
Galdakao	UEE CHEM, S.L.	512000	4786000
Gallarta	HORMIGONES GILDAMES-PLANTA DE GALLARTA	494514	4796168
Gallarta	SERLASA, S.A.	493513	4795183
Gallarta	PAVIMENTOS DE VIZCAYA, S.A. – Planta de Gallarta	493268	4795248
Getxo	AYUNTAMIENTO DE GETXO	501369	4798988
Leioa	ALEACIONES ESPECIALES, S.A. (ALESA)	499609	4796990

Diagnóstico de la contaminación atmosférica

Municipio	Nombre Empresa	Coordenada X	Coordenada Y
Leioa	LA AUXILIAR NAVAL, S.A.	499680	4796953
Leioa	DOW CHEMICAL IBERICA	501088	4796147
Leioa	UNILEVER FOODS ESPAÑA	499798	4796593
Leioa	FAES FARMA	499740	4796740
Leioa	VIDRIERA Y CRISTALERÍA DE LAMIACO, S.A.	499704	4796802
Lezama	STABILUS ESPAÑA S.L.	512706	4791524
Lezama	ZF SACHS ESPAÑA, S.A.	512671	4791385
Loiu	ACEROS INOXIDABLES OLARRA	507223	4793678
Muskiz	TRADEBE, S.A.	491300	4797789
Muskiz	PETROLEOS DEL NORTE	491893	4797621
Ortuella	HORMIGONES CAVIA, S.A. - Planta de Ortuella	495550	4795288
Ortuella	MANUEL GARCIA MENDOZA	490409	4796219
Portugalete	MOYRESA MOLTURACIÓN Y REFINO	498332	4795621

Tabla 5.1.ii - Empresas de la comarca del Bajo Nervión incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

Municipio	Nombre Empresa	Coordenada X	Coordenada Y
Santurtzi	CT SANTURCE	495958	4798808
Sestao	ACERÍA COMPACTA DE BIZKAIA	500422	4795753
Sondika	SONDIKA ZINC	505094	4793748
Sondika	RHODIA IBERLATEX S.A.	504937	4794077
Sondika	ASUA PRODUCTS S.A.	505162	4793822
Ugao-Miraballes	CROWNCORK IBERICA, S.L.	507850	4780641
Usurbil	JOSE MARIA UCIN	506650	4792039
Trapagaran	IMPRESA COMERCIAL SAMPER, S.A.	498531	4794311
Trapagaran	FABRICA DE PRODUCTOS QUIMICOS, SANA	497554	4794418
Trapagaran	PRODUCTOS TUBULARES	500051	4794586
Trapagaran	NERVACERO	498210	4795106
Zamudio	FMC-FORET, S.A.	512350	4791742
Zamudio	FLEXIX, S.A.	510980	4792137
Zamudio	VICENTE FRESNO S.A.	512267	4791753
Zamudio	FUNDICIONES DE ERANDIO, S.A.	510250	4792923
Zamudio	SOGECAR, S.A.	511727	4791797
Zaratamo	OUTOKUMPU COPPER TUBES	511156	4786590

Tabla 5.1.iii - Empresas de la comarca del Bajo Nervión incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

Es importante tener en cuenta que este Inventario de Emisiones de la CAPV corresponde al año 2002 y que algunas de las actividades han cerrado o han cambiado su ubicación.

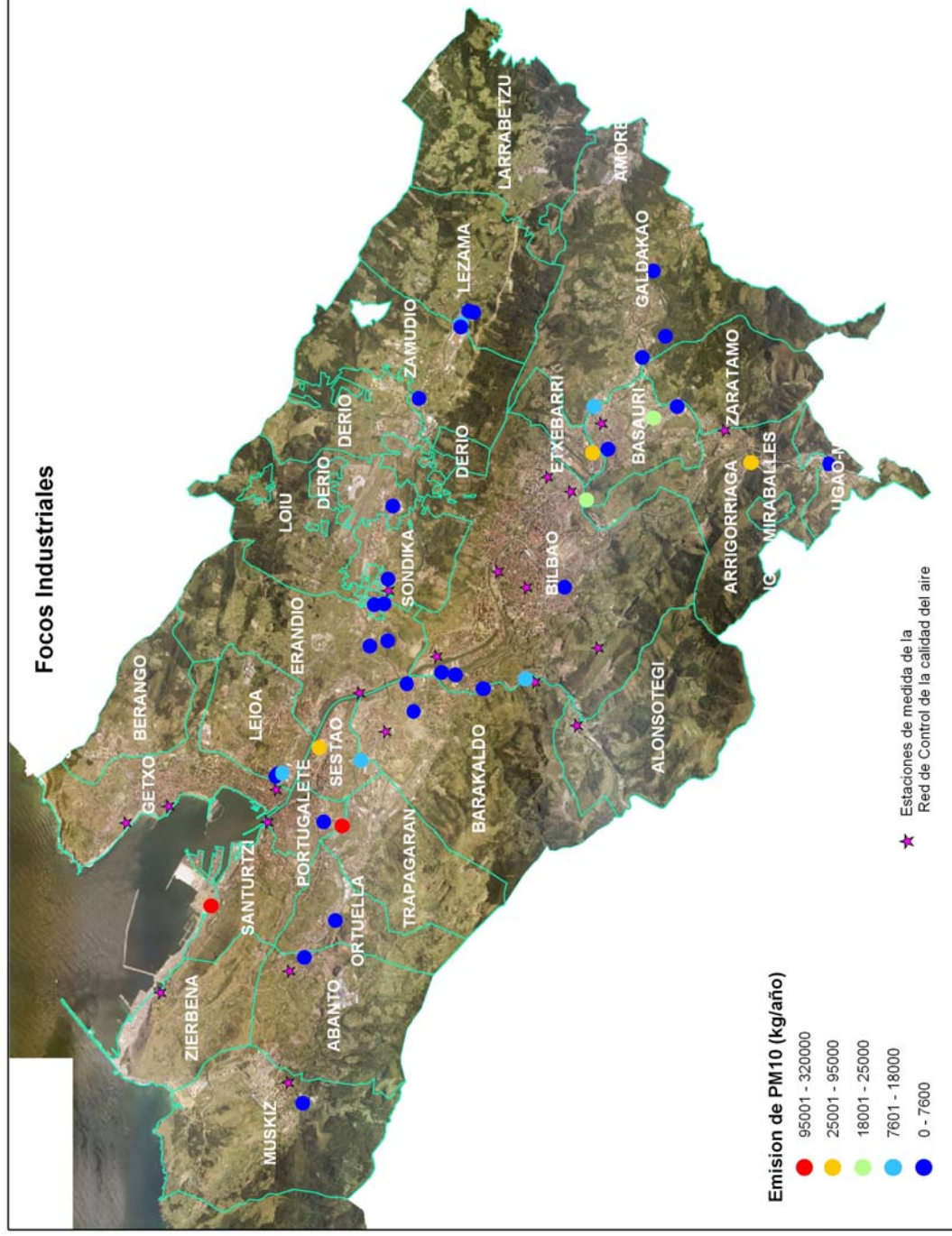


Figura 5.1. – Emisión de PM₁₀ en las empresas del Bajo Nervión incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

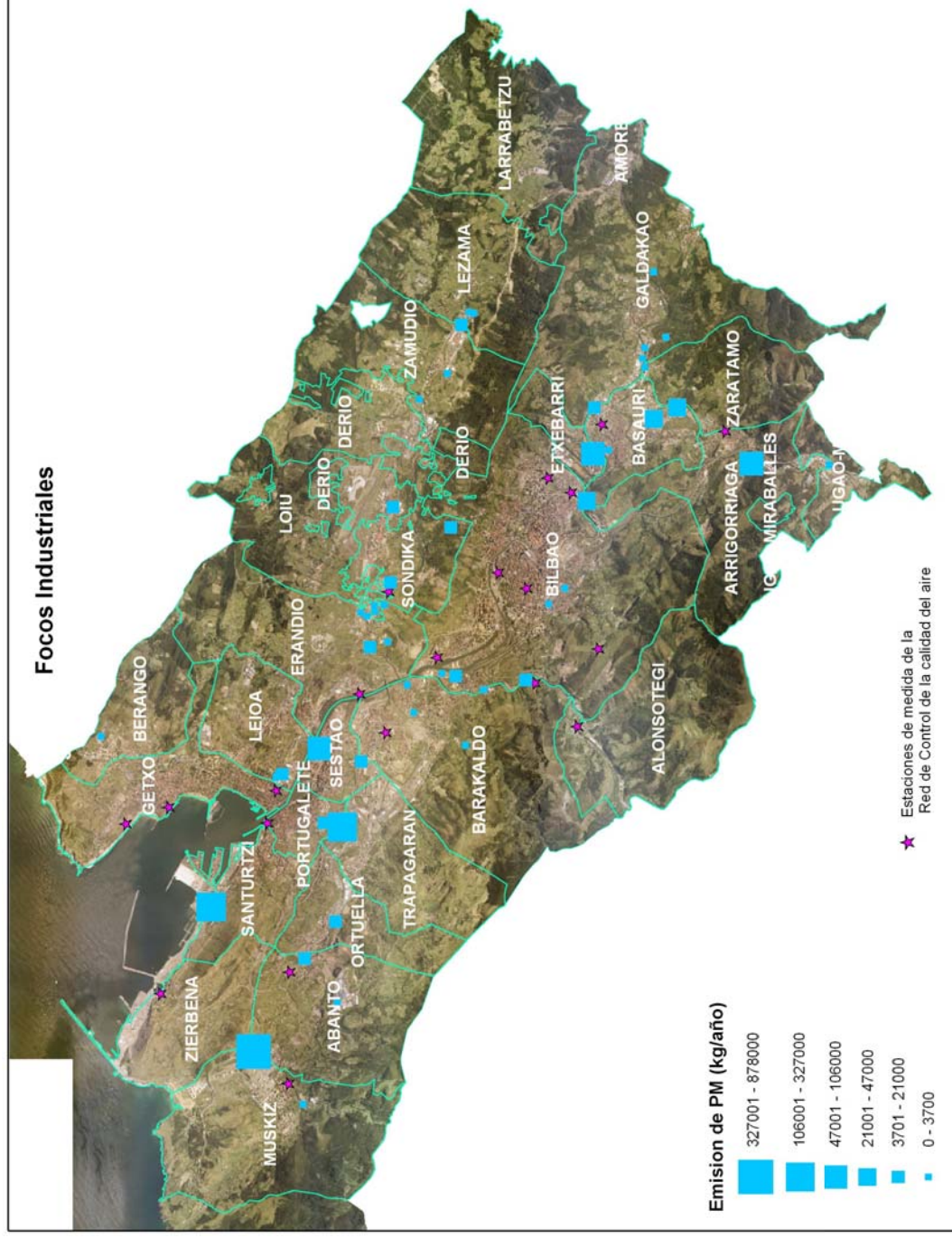


Figura 5.2. - Emisión de PM en las empresas del Bajo Nervión incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

5.1.2 Tráfico rodado

A continuación se muestra una figura en la que se representa mediante una malla de 250x250 metros de lado, la emisión de PM_{10} asociada al transporte por carretera. Cabe reseñar que en este cálculo solo se ha tenido en cuenta las emisiones confinadas por el tubo de escape y no las emisiones de PM_{10} asociadas a la resuspensión de material particulado debido al movimiento de los vehículos u otras como el efecto de los frenos.

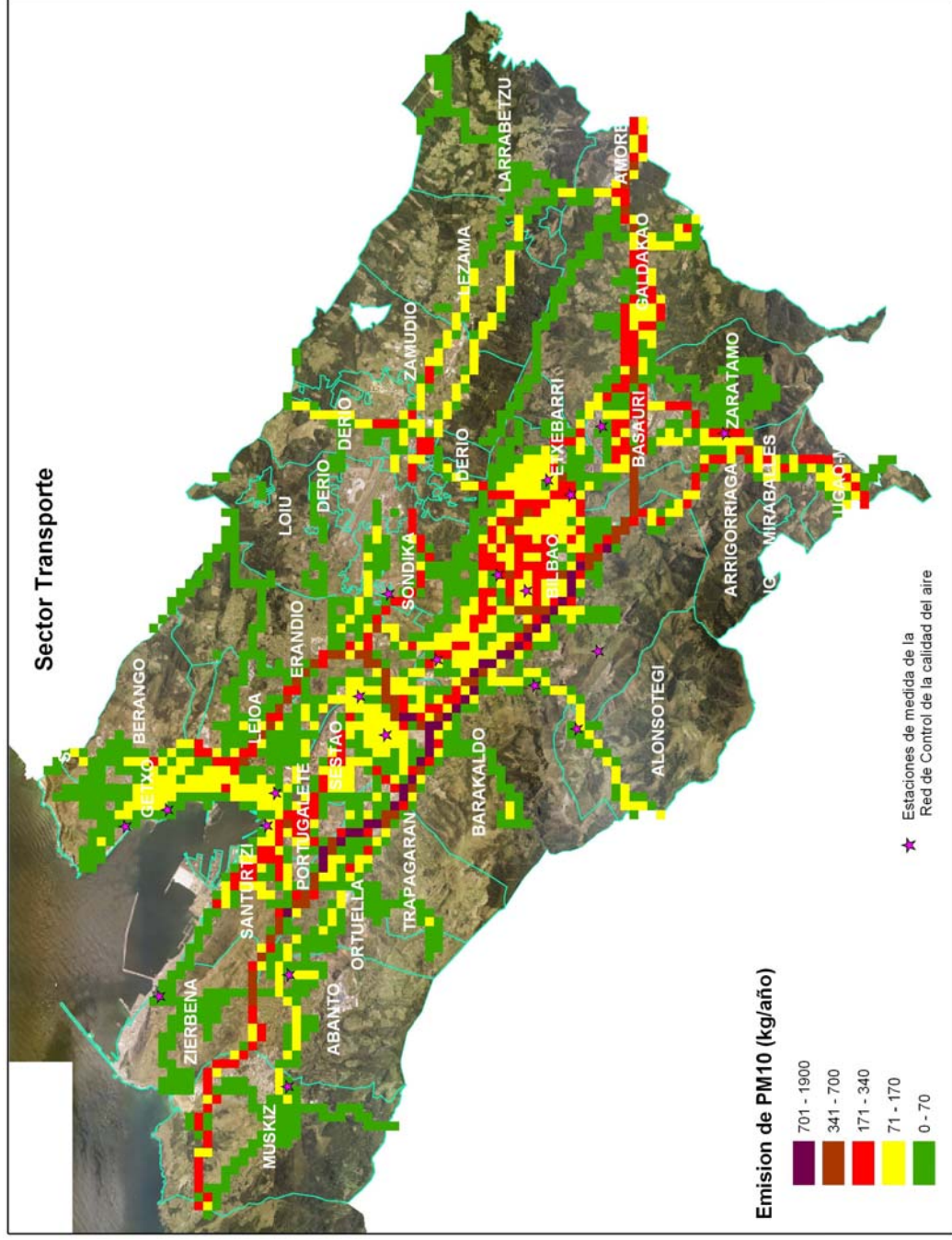


Figura 5.3. – Emisión de PM₁₀ asociada al sector del transporte en la comarca del Bajo Nervión para el año 2002

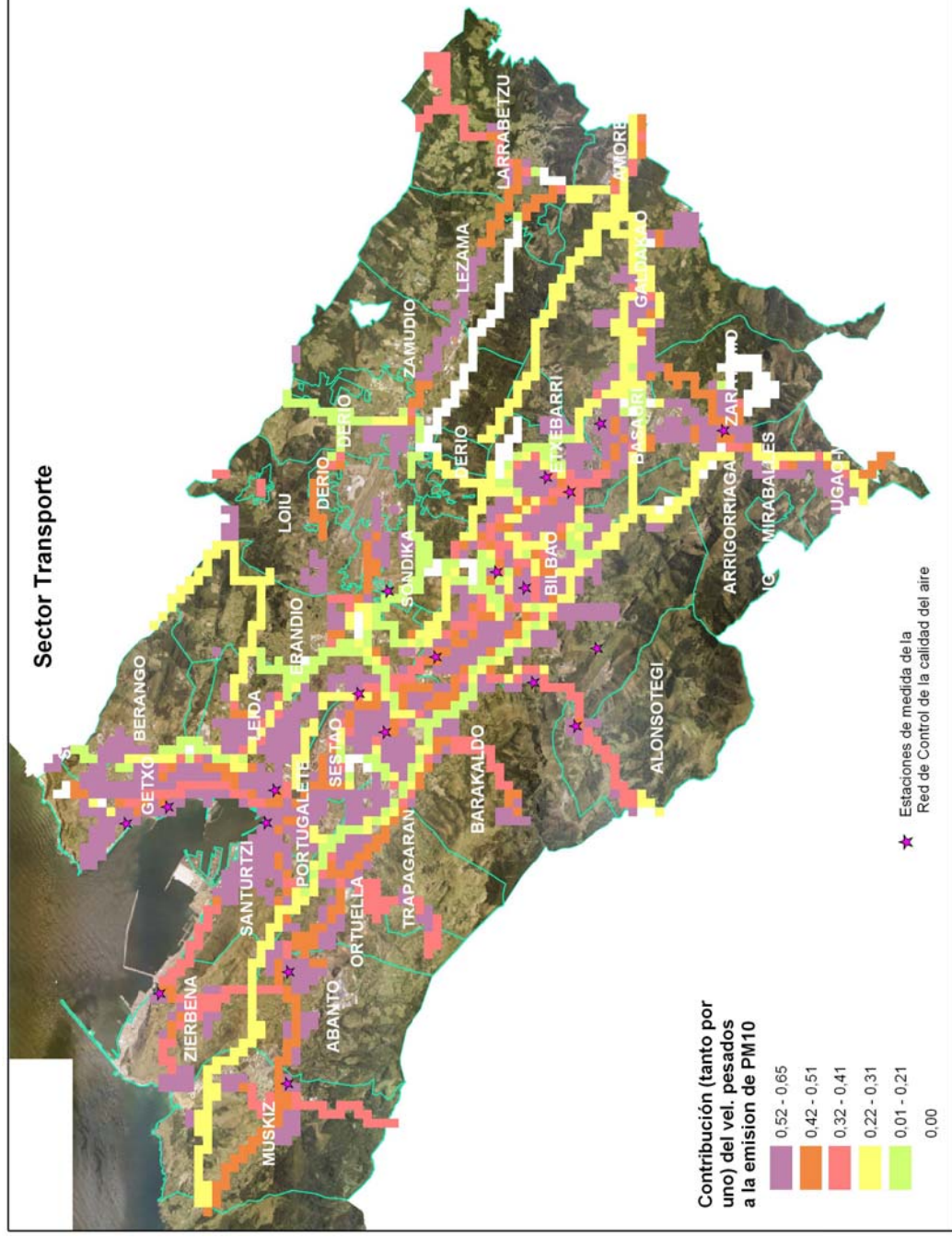


Figura 5.4. - Contribución de vehículos pesados al total de emisión de PM₁₀ del sector transporte, en el Bajo Nervión para el año 2002

5.1.3 Residencial y servicios

De la misma forma que en el caso del transporte por carretera en la figura 5.5 se muestra las emisiones de PM₁₀ asociadas al sector residencial y servicios.

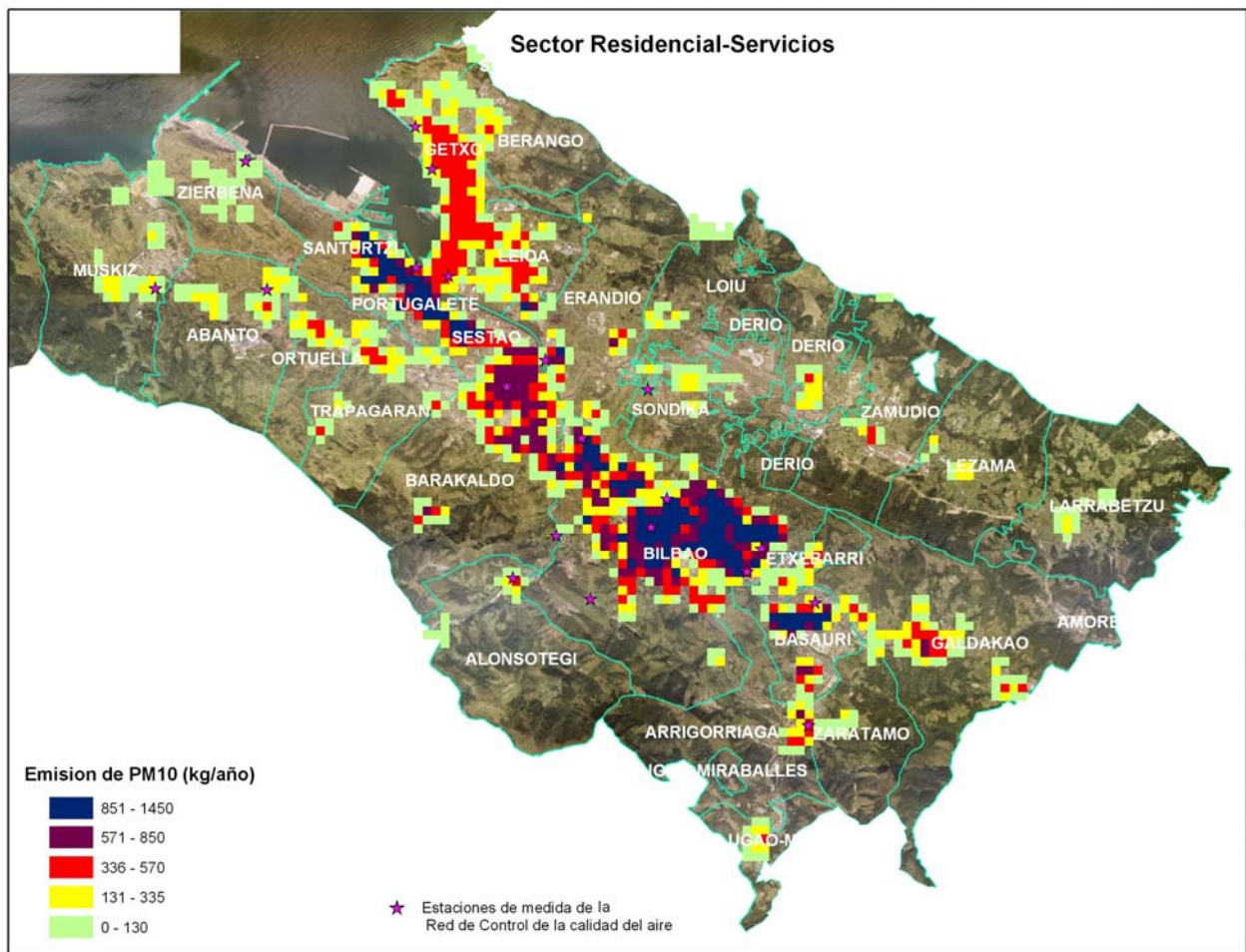


Figura 5.5. – Emisión de PM₁₀ asociada al sector residencial-servicios en la comarca del Bajo Nervión para el año 2002

5.2 Emisiones de NO_x en el Bajo Nervión

5.2.1 Contribución conjunta de todos los sectores

Las emisiones de NO_x totales, suma de las contribuciones de focos industriales, transporte rodado y sector residencial-servicios, se muestran en la figura 5.6:

En ella se puede distinguir la contribución de focos puntuales en celdas aisladas con valores altos de emisión de NO_x (Central Térmica Santurce, Nervacero, ...).

Como ya se ha comentado anteriormente, los datos corresponden al Inventario de Emisiones del año 2002 por lo que no contemplan instalaciones como BBE (Bahía Bizkaia Electricidad) en el Puerto de Bilbao en Zierbena.

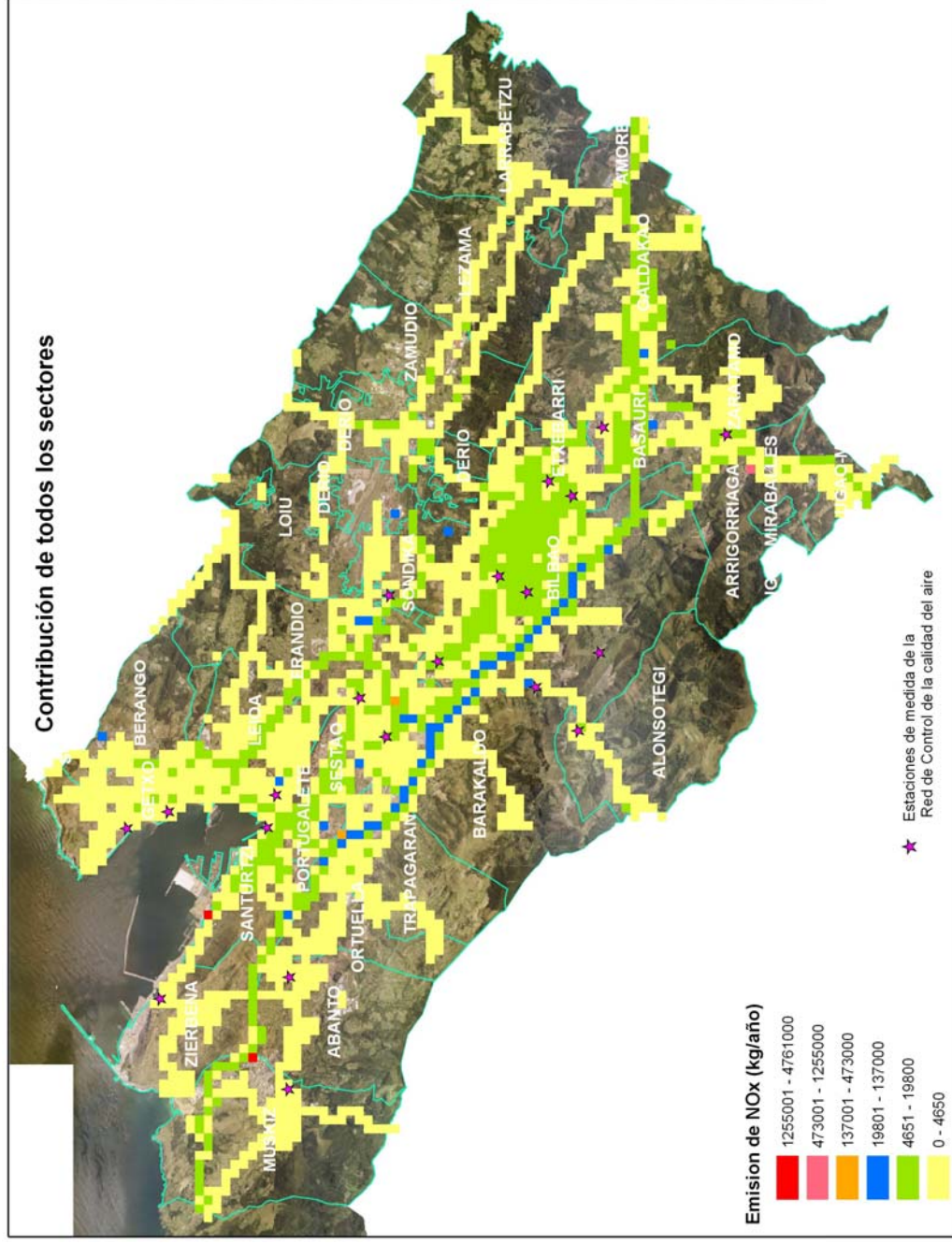


Figura 5.6. – Emisión total NOx (suma de todos los sectores) en la comarca del Bajo Nervión para el año 2002

5.3 Análisis de la contribución de las emisiones de cada sector

La comarca del Bajo Nervión soporta una fuerte actividad económica tanto en el sector industrial como en el de servicios. Además la comarca es el centro de un nudo importantísimo de comunicación por carretera. Así pues, al elevado tráfico interno de la comarca hay que añadir un tráfico de media–larga distancia que circula de paso. En su conjunto, el Bajo Nervión soporta un tráfico elevado con alta presencia de vehículos pesados.

La industria fue en el pasado el sector más contaminante de la comarca. Sin embargo, el cierre de alguna de ellas y su adaptación a nuevas tecnologías, **ha supuesto una sustancial mejora en este sector**. Aun así, todavía existen industrias con alto potencial contaminante dentro del Bajo Nervión (refinería de petróleo, acerías, plantas de recuperación/tratamiento de metal, centrales térmicas, plantas de fertilizantes, ...). También la adopción de nuevos combustibles o la mejora de los ya existentes, supuso y está suponiendo una continua minimización de las emisiones al aire no solo en la industria sino en otros sectores como el residencial–servicios y el tráfico.

En la actualidad, **el tráfico se presenta como uno de los principales emisores de contaminantes a la atmósfera** por la afección que produce en la calidad del aire y consecuentemente en la salud de las personas. Hay que tener en cuenta que las emisiones de PM₁₀ (mayores en los diesel que en los gasolina) debidas al tráfico van más allá de las medidas en el tubo de escape. El desgaste del firme de rodadura, los neumáticos, los frenos y la continua resuspensión de material particulado del suelo debido al propio paso de vehículos, son también **emisiones muy importantes de PM₁₀ asociadas al tráfico y que no están inventariadas**.

6. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE

6.1 Estaciones de medida de calidad del aire en el Bajo Nervión

En la actualidad, el Gobierno Vasco dispone de varias estaciones distribuidas a lo largo de toda la comarca del Bajo Nervión. Estas son:

ESTACION	Coordenada X	Coordenada Y	Municipio
Abanto	494122	4796606	Abanto
Algorta	498290	4801218	Getxo
Alonsotegi	501042	4788495	Alonsotegi
Arraiz	503225	4787899	Bilbao
Arrigorriaga	509350	4784326	Arrigorriaga
Barakaldo	500862	4793894	Barakaldo
Basauri	509539	4787798	Basauri
Castrejana	502258	4789690	Baracaldo
Elorrieta	502978	4792439	Bilbao
Erandio	501951	4794639	Erandio
Getxo	498763	4800014	Getxo
Indautxu	504920	4789932	Bilbao
Mazarredo	505374	4790731	Bilbao
Muskiz	490975	4796638	Muskiz
Nautica	498318	4797251	Portugalete
ParqueEuropa	508038	4789327	Bilbao
Sangroniz	504834	4793812	Sondika
SantaAna	499231	4796990	Getxo
Txurdinaga	507620	4788667	Bilbao
Zierbena	493518	4800237	Zierbena

Tabla 6.1. - Estaciones de la Red de Control de la calidad del aire del Gobierno Vasco en la comarca del Bajo Nervión.

Cada una de las estaciones se encuentra ubicada de diferente manera tal que registra una problemática concreta (tráfico, fondo urbano, ...).

6.2 Valoración de los niveles de calidad del aire respecto al R.D. 1073/2002

Del estudio de los contaminantes NO₂, SO₂, CO y PM₁₀ registrados en las estaciones del Bajo Nervión, hasta el año 2004 el material particulado (PM₁₀) ha incumplido los valores límite impuestos en el R.D. 1073/2002 en diversas estaciones, mientras el NO₂ solo lo ha hecho en una estación.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de datos válidos de PM₁₀ y NO₂:

Estacion	Porcentaje de datos válidos					
	Año 2002		Año 2003		Año 2004	
	PM ₁₀	NO ₂	PM ₁₀	NO ₂	PM ₁₀	NO ₂
Abanto	80.00	98.76	87.95	99.44	78.90	88.66
Algorta	44.11	30.63	82.19	95.50	79.18	86.12
Alonsotegi	24.66	38.68	87.95	99.53	91.23	98.53
Arraiz	26.58	28.58	86.03	97.26	84.11	92.07
Arrigorriaga		70.48	70.96	83.57	92.33	99.46
Barakaldo	78.90	98.94	76.71	96.37	90.96	97.69
Basauri	80.00	37.49	83.01	78.41	90.96	94.01
Castrejana	26.58	98.54	65.75	95.23	85.48	99.39
Elorrieta		99.21	68.49	91.99		97.69
Erandio	80.27	99.35	81.92	99.51	90.14	99.13
Getxo	78.36	99.45	86.85	97.04	92.05	39.70
Indautxu		97.88	69.86	93.03	92.33	97.59
Mazarredo	80.82	99.71	83.01	94.01	92.33	96.53
Nautica	73.70	93.11	85.21	93.74	88.49	98.16
ParqueEurop		0.00	28.77	28.40	90.96	98.84
Sangroniz		83.33		97.10	74.52	99.60
SantaAna	72.33	76.07	80.27	98.50	0.00	98.43
Txurdinaga		99.61	68.22	98.36	90.68	71.40
Zierbena		60.24	65.75	98.78	91.23	97.04

Tabla 6.2 – Porcentaje de datos diarios (PM₁₀) y horarios (NO₂) en las estaciones de la comarca del Bajo Nervión.

La evolución de las medias anuales de PM₁₀ en los últimos años viene representada en la figura 6.2. Como se puede apreciar, en los últimos años se ha superado el valor límite anual (40 µg/m³) establecido para PM₁₀ que debe cumplirse en

el 2005. Las estaciones son: Barakaldo, Castrejana, Elorrieta, Erandio, Indautxu, Mazarredo, Nautica, Parque Europa, Txurdinaga y Zierbena. Sin embargo, teniendo en cuenta el margen de tolerancia establecido en el R.D. 1073/2002 para cada año, fueron las estaciones de ***Barakaldo (2003, 2004), Elorrieta (2003), Erandio (2003, 2004), Indautxu (2003), Mazarredo (2002), Nautica (2002, 2003, 2004), ParqueEuropa (2003), y Zierbena (2003)*** las que incumplieron la legislación actual.

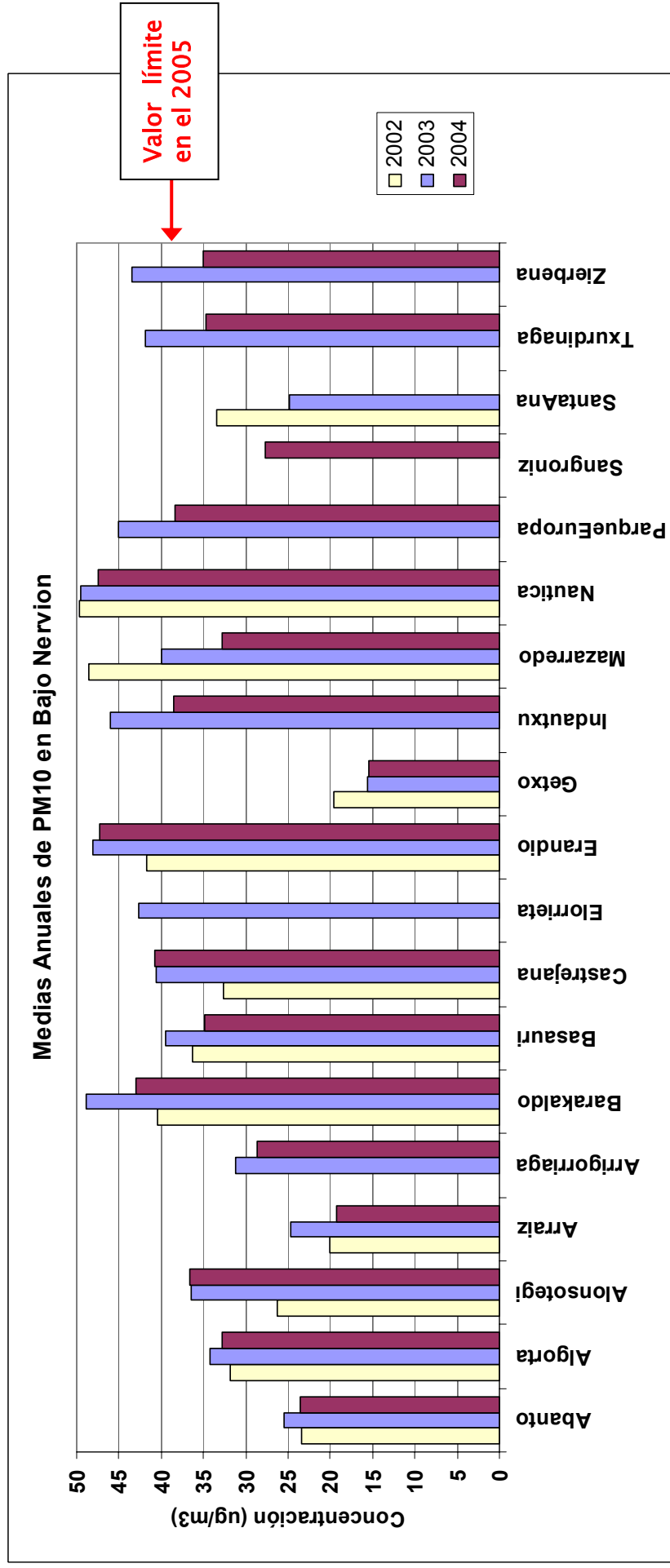


Figura 6.2. - Evolución de las concentraciones medias anuales de PM₁₀ en las estaciones de la comarca del Bajo Nervión

Además, el R.D. 1073/2002 también establece un número limitado de superaciones de un valor límite diario de PM₁₀. En la figura 6.3 se muestra la evolución del número de superaciones.

Existen numerosas estaciones en las que en los años 2002, 2003 y 2004 existen más de 35 superaciones anuales del valor límite diario (50 µg/m³) permitido para el año 2005. Sin embargo, teniendo en cuenta el margen de tolerancia establecido en el R.D. 1073/2002 para cada año, fueron las estaciones de *Alonsotegi (2003 y 2004)*, *Barakaldo (2003 y 2004)*, *Basauri (2003 y 2004)*, *Castrejana (2003 y 2004)*, *Elorrieta (2003)*, *Erandio (2002, 2003 y 2004)*, *Indautxu (2003 y 2004)*, *Mazarredo (2002, 2003 y 2004)*, *Nautica (2002, 2003 y 2004)*, *ParqueEuropa (2004)*, *Txurdinaga (2003 y 2004)* y *Zierbena (2003 y 2004)* las que incumplieron la legislación actual.

Los resultados no muestran una tendencia clara en los niveles de PM₁₀, tanto las medias anuales como las superaciones diarias.

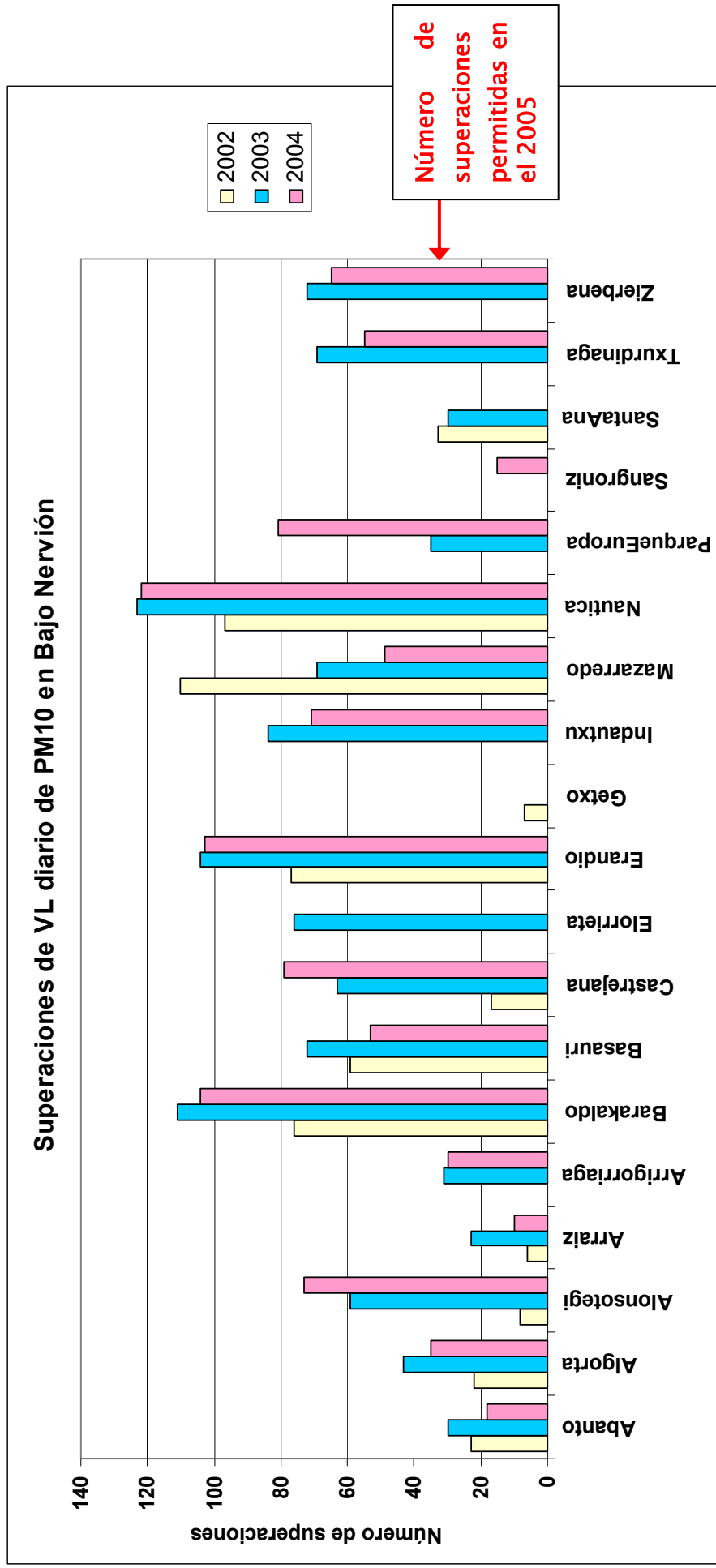


Figura 6.3. – Evolución de las superaciones del valor límite diario de PM₁₀ para el 2005 en las estaciones del Bajo Nervión

6.3 Identificación de las causas de superación de los valores límite en el MUNICIPIO DE ZIERBENA

La estación de calidad del aire de *Zierbena* se encuentra situada en el barrio del Puerto de Zierbena. Este municipio desde hace una época esta soportando importantes obras de infraestructuras asociadas al Puerto de Bilbao. A su vez, se han instalado varias industrias (Bahía Bizkaia Electricidad, Moyresa, Atlantica, ...) en el propio Puerto dentro del municipio de Zierbena. El tráfico urbano (vehículos ligeros) no es intenso aunque si existe cierto transito de vehículos pesados asociados a la actividad de las empresas y a las obras que actualmente se están llevado acabo. Aunque no se ha cuantificado en este estudio, buques de gran tonelaje descargan en las inmediaciones de la cabina por lo que tanto las emisiones asociadas a sus motores como el trasiego de material en la carga–descarga, pueden afectar la calidad del aire del municipio.

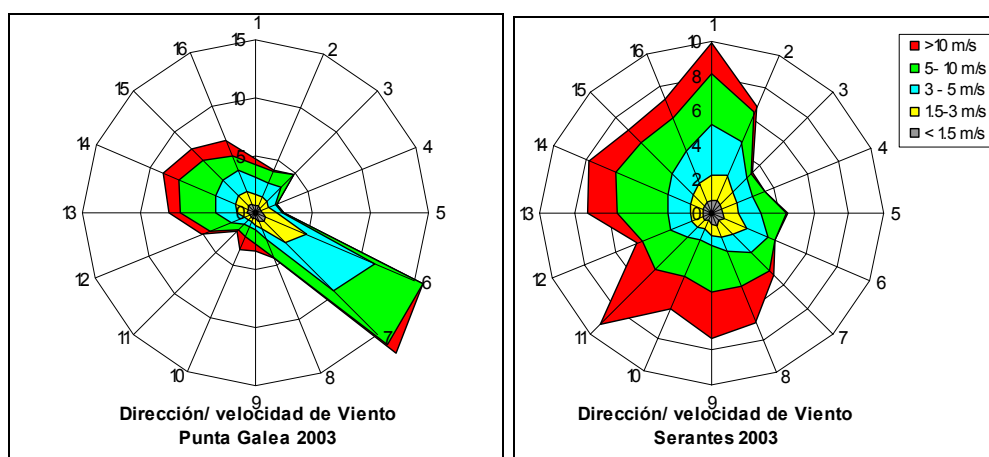


Figura 6.4. – Ubicación de la estación da estación de calidad del aire de *Zierbena*.

La ubicación de la cabina en el Puerto de Bilbao, en la salida de la Ría del Nervión, junto a una cadena montañosa (Punta Lucero–Serantes) orientada en la dirección noroeste–sureste, condiciona los niveles de calidad del aire registrados (Figura F2 el capítulo 6.3.8).

6.3.1 Condiciones meteorológicas generales del municipio

Los datos meteorológicos registrados en la estación de *Zierbena* están influenciados por la cercanía del mar, así como la orográfica local que condiciona los movimientos de aire (figura 6.20). Como ya se verá más adelante en otros municipios, los flujos de aire predominantes a lo largo del Bajo Nervión son dos: a) dentro del segundo cuadrante centrado en la dirección sureste (SE) y b) en el cuarto cuadrante centrado en la noroeste (NW). Estos vientos, debidos a la circulación de regional, pueden verse desacoplados de los vientos generales en altura (escala sinóptica). En las figuras 6.5 se presentan las rosas de vientos de estaciones situadas en el entorno costero de la ría de Nervión. Como se puede comprobar la rosa de viento anual en *Serantes* ubicada a 450 metros sobre el nivel del mar es completamente diferente a otras estaciones ubicadas en cotas más bajas.



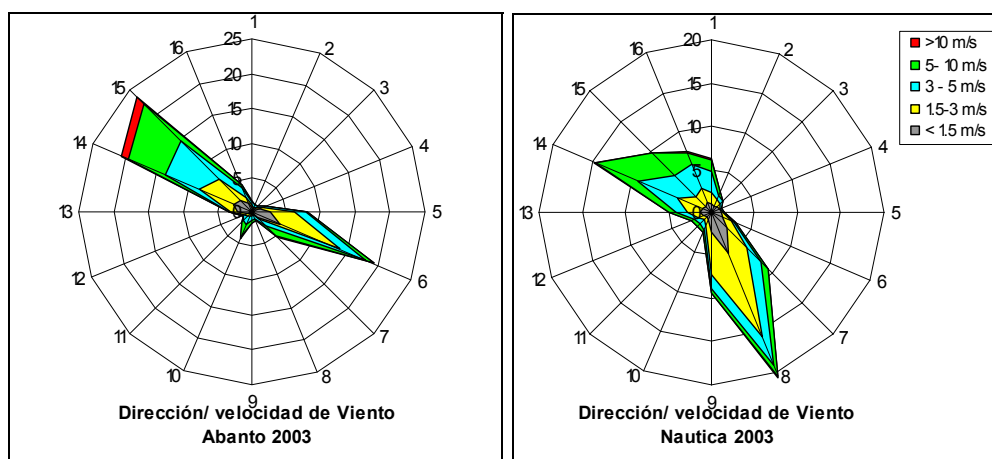


Figura 6.5. – Rosas de viento para las estación meteorológicas de Punta Galea (Euskalmet), y las estaciones de calidad del aire de Serantes, Abanto y Náutica (Viceconsejería de Medio Ambiente) en 2003

A diferencia del resto de estaciones próximas, *Zierbena* recoge principalmente direcciones de viento del primer y tercer cuadrante (figura 6.6). Esta situación está asociada a importantes afecciones locales. La proximidad del mar y las características orográficas más cercanas con fuertes desniveles condicionan la circulación local de aire en el Puerto de Zierbena donde se registran los datos meteorológicos.

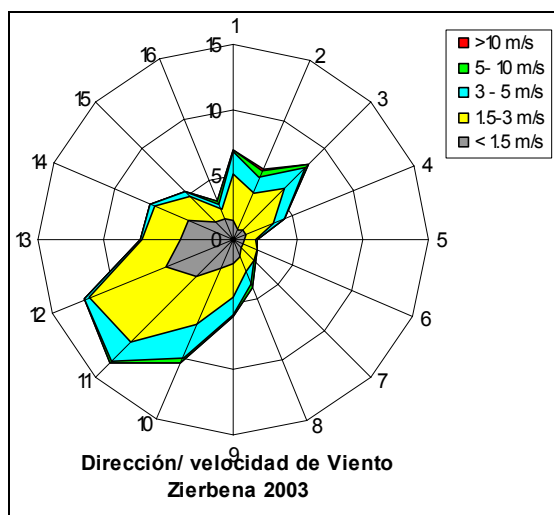


Figura 6.6. – Rosa de viento para la estación de calidad del aire de *Zierbena* (facilitados por la Viceconsejería de Medio Ambiente) en 2003

Las direcciones de viento registradas en Zierbena están fuertemente influenciadas por brisas de ladera que según la época del año (intensidad de la radiación solar, temperatura ambiente y temperatura superficial del agua de mar) varían la intensidad de su ciclo. Durante, el invierno predominan los vientos del tercer cuadrante (ladera abajo), mientras en primavera-verano, se desarrollan vientos del mar hacia la ladera de la cadena montañosa Serantes-PuntaLucero.

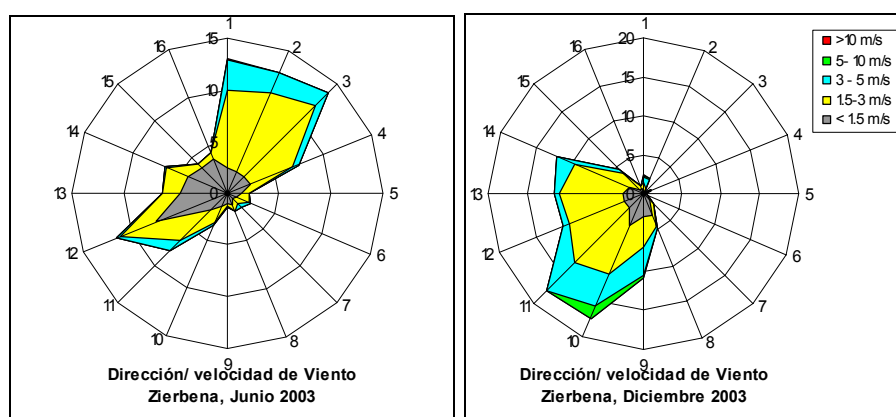


Figura 6.7. – Rosas de viento mensuales en la estación de calidad del aire de *Zierbena* en junio (a) y diciembre (b) del año 2003

En la gráfica 6.8 se puede ver la relación entre direcciones de viento de la estación de *Zierbena* y otras próximas (*Serantes*, *Punta Galea* y *Nautica*). En ella se puede comprobar como las direcciones de viento del segundo cuadrante en *Nautica* y *Punta Galea* tienden a registrarse en *Zierbena* como direcciones del tercer cuadrante. Las direcciones del cuarto cuadrante a lo largo de la Ría del Nervión se pueden registrar en *Zierbena* como direcciones del primer cuadrante.

Serantes tampoco muestra valores similares a *Zierbena* lo cual indica que esta última se ve **afectada por la meteorología local**. Ambas estaciones parecen tener direcciones de viento similares cuando en *Serantes* se registran flujos del suroeste (SW).

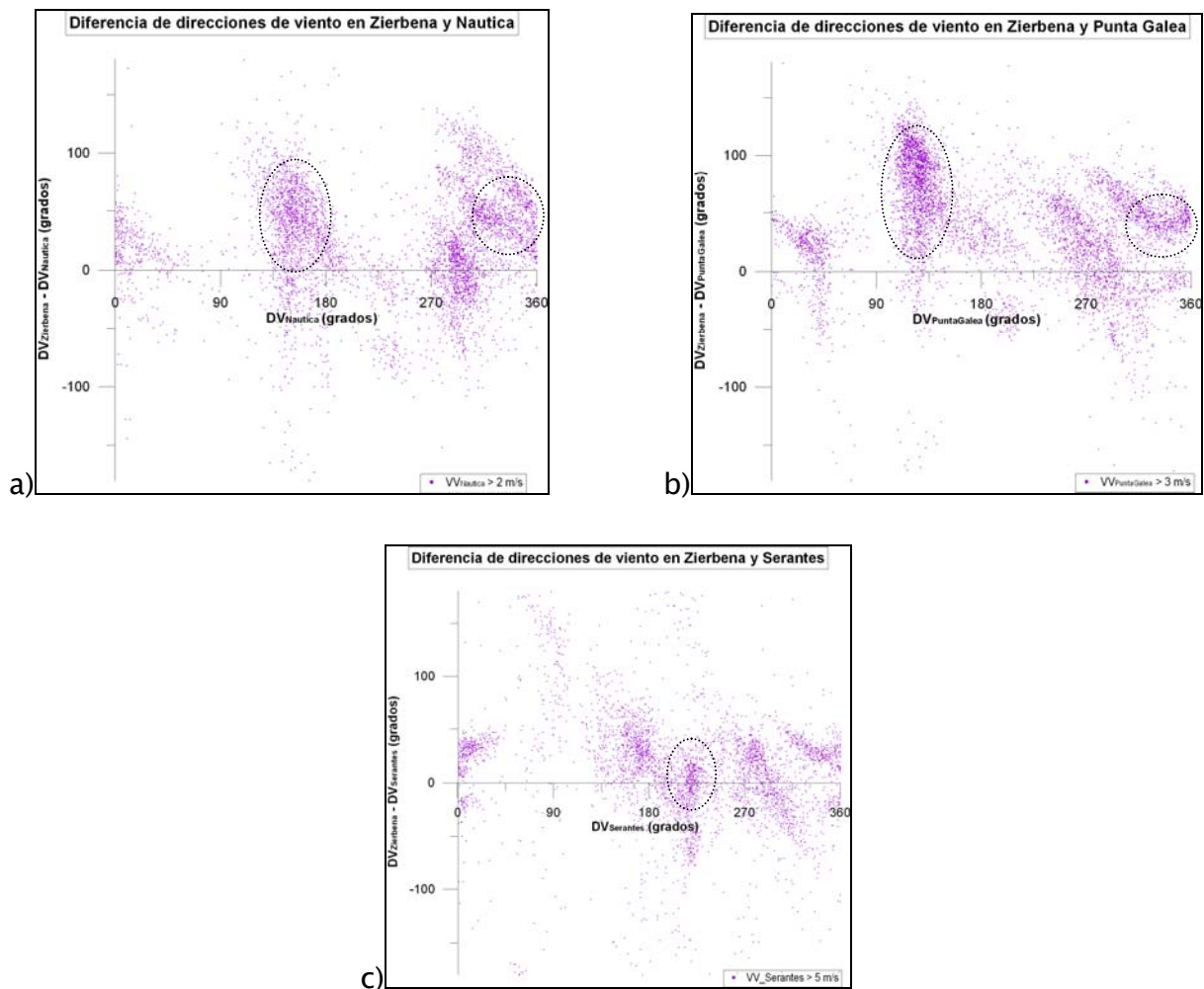


Figura 6.8. – Diferencias entre las direcciones de viento de las estaciones de Zierbena y Nautica (a) de Zierbena y Punta Galea (b) y de Zierbena y Serantes (c) en el año 2003

En general, se puede considerar que el Puerto de Zierbena se encuentra bien ventilado lo que impide una acumulación de contaminantes. Hay que destacar que los datos registrados en el entorno próximo corresponden a una **meteorología de carácter muy local** y no parece verse muy influenciada por la circulación general de brisas de mar/valle a lo largo de la ría de Nervión. Sin embargo, esto no significa que contaminantes arrastrados por esas brisas puedan afectar Zierbena.

6.3.2 Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas

Con la finalidad de poder discernir la procedencia de concentraciones altas de PM₁₀ en *Zierbena*, los datos de contaminación se han contrastado con direcciones y velocidades de viento tanto de la propia cabina de medida de contaminantes, como con los de la estación de *Nautica* y estación de *Serantes*. La comparación de resultados entre diferentes medidas se debe a la situación meteorológica particular que se registra en la zona del Puerto de Zierbena.

Se han estudiado los años 2003 y 2004 obteniendo resultados bastante parecidos en ambos casos. En la figura 6.9, se representan los resultados del análisis de concentraciones de PM₁₀ por direcciones de viento con datos de *Zierbena*, *Nautica* y *Serantes*. Se puede apreciar como en los tres casos las **mayores concentraciones de PM₁₀ se dan en direcciones del segundo cuadrante (entre ESE y S)**.

Conviene comentar ciertos aspectos diferenciadores de cada una de las representaciones de la figura 6.9. Por una parte queda patente que para las direcciones de viento del segundo cuadrante, las mayores concentraciones se dan con la meteorología de *Zierbena* alcanzando valores medios de hasta 80µg/m³, mientras que con *Nautica* y *Serantes* solo se alcanzan en ese cuadrante los 50 y 60µg/m³ respectivamente. Este dato es curioso teniendo en cuenta que las direcciones de viento del segundo cuadrante medidas en *Zierbena* son despreciables. Por otra parte, con los datos meteorológicos de *Serantes* destaca un pico de PM₁₀ en la dirección oeste-suroeste (WSW) coincidiendo con la dirección de Petronor. Como se puede ver en la figura 6.12, este mismo pico también aparece para los óxidos de nitrógeno (NO_x). Sin embargo, este pico apenas se aprecia con los datos meteorológicos registrados en *Zierbena* y *Nautica*. Este hecho hace sospechar que para situaciones sinópticas (meteorología de *Serantes*) con flujo de aire del WSW, la refinería de Petronor y otras

emisiones en el valle de Trapaga (Nervacero) puedan estar influyendo en los niveles de PM_{10} de Zierbena.

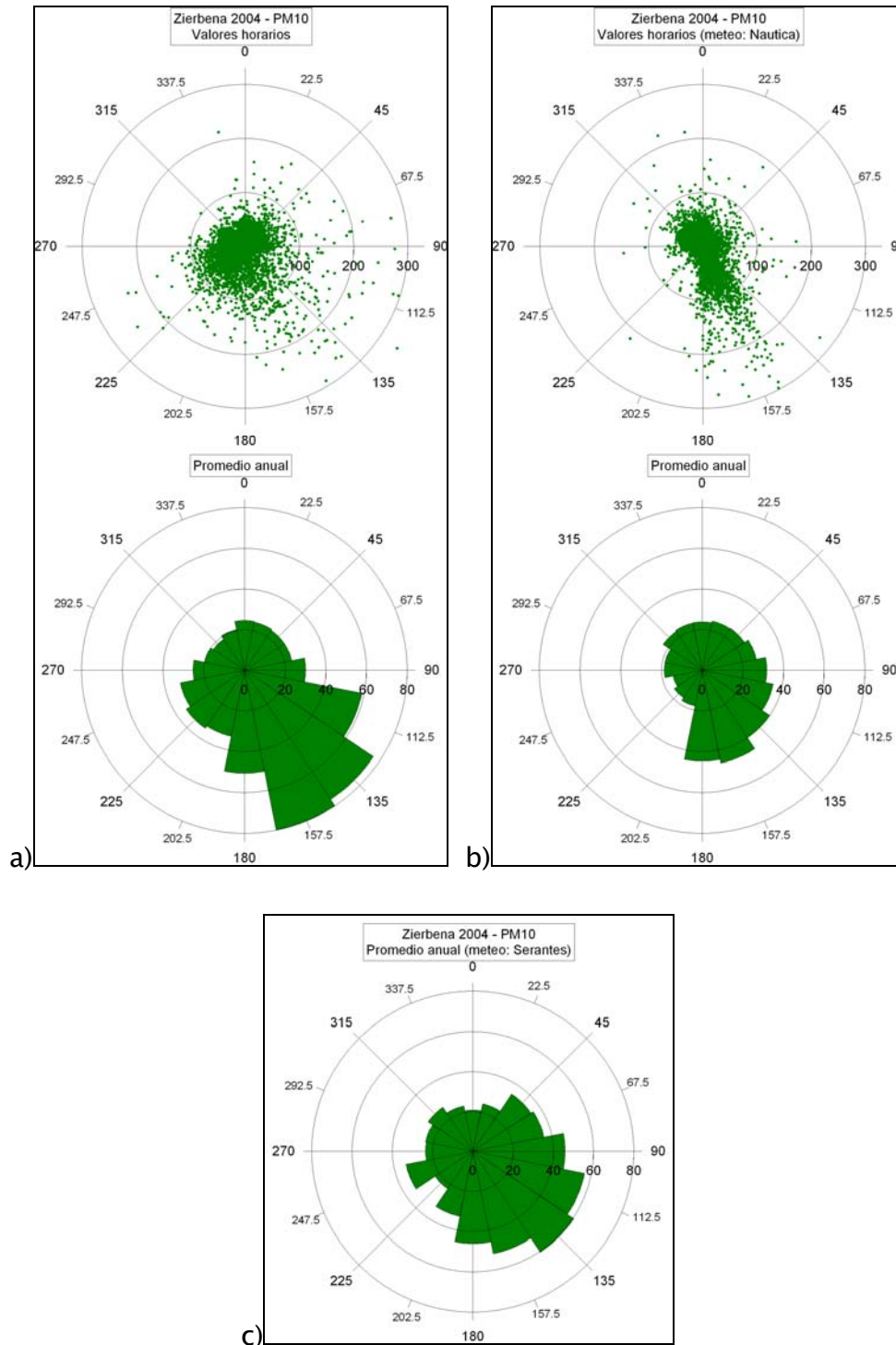


Figura 6.9. – Concentraciones promedio de PM_{10} en *Zierbena* en el año 2004 representados con la dirección de viento de *Zierbena* (a) , *Nautica* (b) y *Serantes* (c)

Con la meteorología de *Zierbena*, si distinguimos por velocidades de viento encontramos que las mayores concentraciones no se producen a velocidades bajas ($v < 1.5$ m/s) como en muchos emplazamientos urbanos afectados por el tráfico, sino que se dan a velocidades entre 1.5 y 3 m/s o incluso mayores, y siempre en direcciones del **segundo cuadrante (ESE a S)**. Esta situación indica la **contribución de focos no demasiado próximos**.

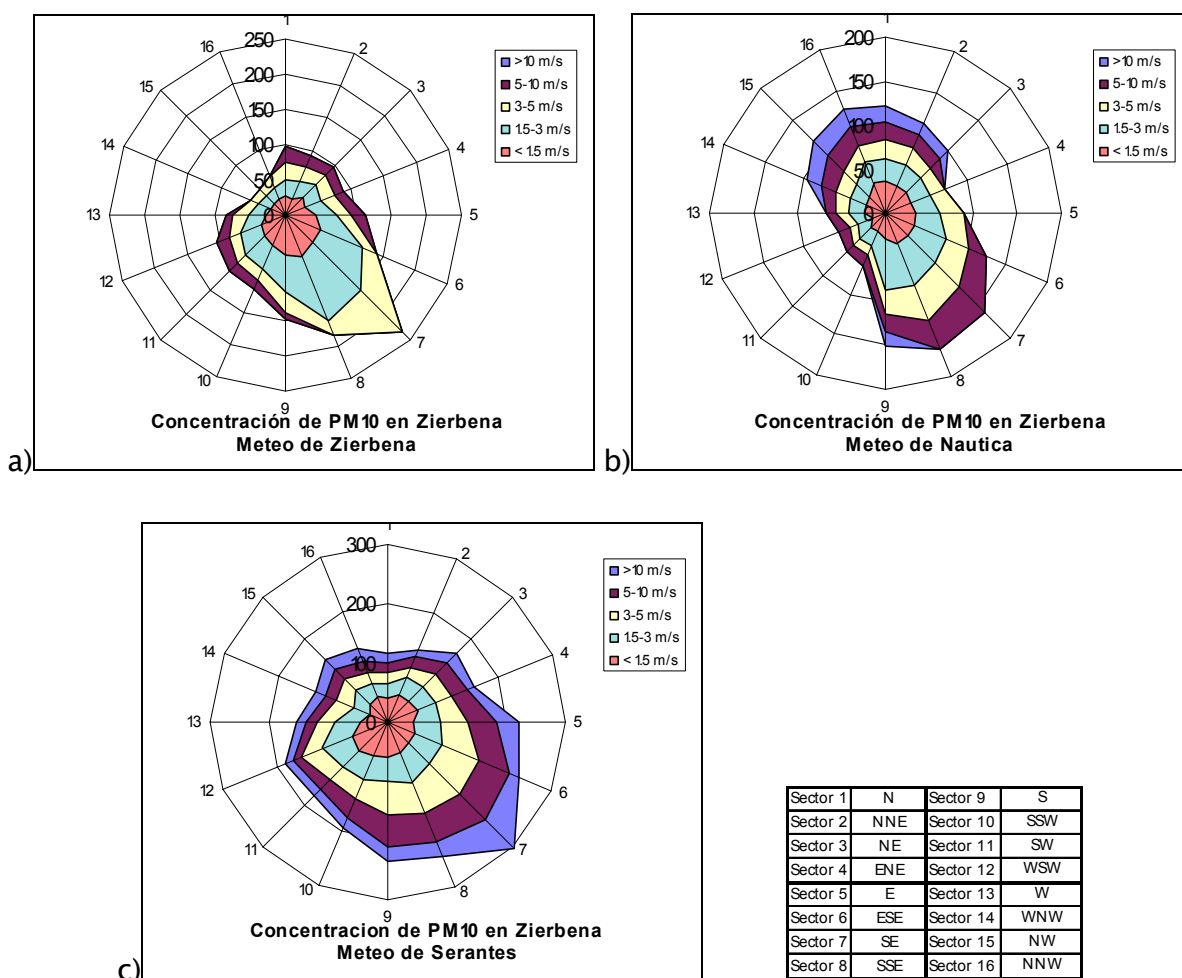


Figura 6.10. – Concentraciones promedio de PM₁₀ en *Zierbena* en el año 2004 representadas por rangos de dirección y velocidad de viento de *Zierbena* (a) , *Nautica* (b) y *Serantes* (c)

Con las situaciones sinópticas medidas en *Serantes*, las mayores concentraciones en dirección WSW y adyacentes, corresponden a velocidades de viento bajas ($v < 1.5 \text{ m/s}$).

Hay que destacar que las mayores concentraciones de PM_{10} en las direcciones sur (S) a este-sureste (ESE) se dan aplicando la meteorología de Zierbena. Este hecho y los altos niveles registrados a velocidades de viento medias, indica un **arrastre de contaminantes provenientes de la actividad urbana e industrial** de la parte baja de la Ría del Nervión, así como **otras emisiones industriales en el entorno del puerto** (Central Térmica de Santurce y otras recientemente instaladas). En este sentido, no hay que descartar la **resuspensión de material particulado asociado a las propias actividades portuarias** (trasiago de mercancías, ...), el **almacenamiento a la intemperie de materias (carbón, chatarra, ...)** y/o a las **obras** que se han llevado acabo en el Puerto Exterior de Bilbao.

6.3.3 Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas

En la figura 6.12 podemos apreciar que al igual que en PM_{10} , **las mayores concentraciones de NO_x se dan claramente dentro del segundo cuadrante**. Sin embargo, en el caso de NO_x se puede apreciar que existe mayor diferencia entre los niveles del segundo cuadrante y el resto de direcciones de viento.

Otra vez, igual que en el caso de PM_{10} cuando se usa la meteorología de *Serantes* de escala sinóptica, se aprecia un pico en dirección oeste-suroeste (WSW). Tanto para NO_x como PM_{10} las mayores concentraciones en esta dirección de viento se dan a velocidades de viento bajas ($v < 1.5 \text{ m/s}$) cuando el penacho proveniente del WSW desciende hasta Zierbena aprovechando las brisas de ladera (3º cuadrante). Esta

situación hace intuir que el foco contribuyente al pico de NO_x y PM_{10} en dirección WSW es el mismo.

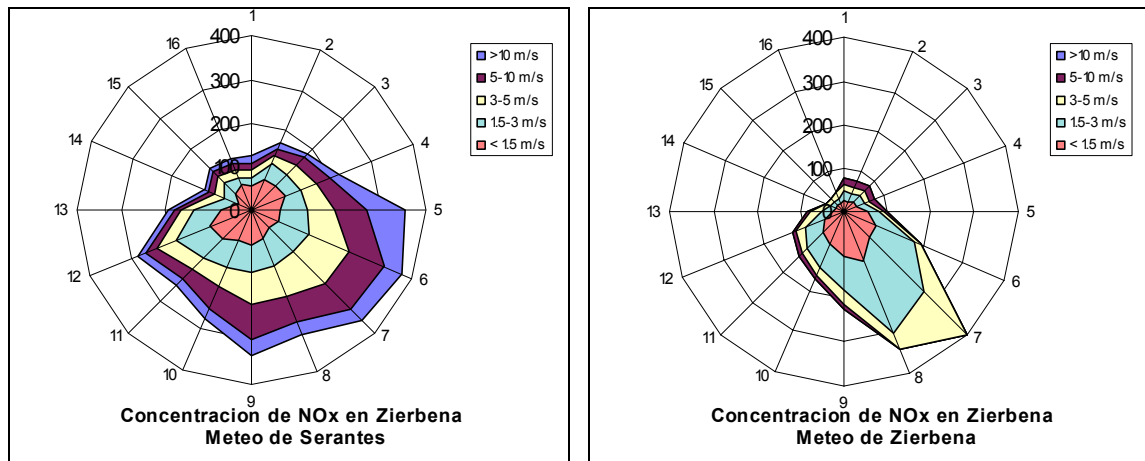


Figura 6.11. – Concentraciones promedio de NO_x en *Zierbena* en el año 2004 representadas por rangos de dirección y velocidad de viento de *Zierbena* (a) , *Nautica* (b) y *Serantes* (c)

Los niveles de NO_x y PM_{10} en el segundo cuadrante (ESE a S) aplicando las condiciones meteorológicas de *Zierbena* son mucho mayores que aplicando las de *Nautica* y *Serantes*. Esto confirma lo ya comentado en el capítulo anterior sobre la existencia de arrastre de contaminantes y otros focos industriales del entorno que contribuyen a aumentar la carga contaminante que proviene de la ría del Nervión.

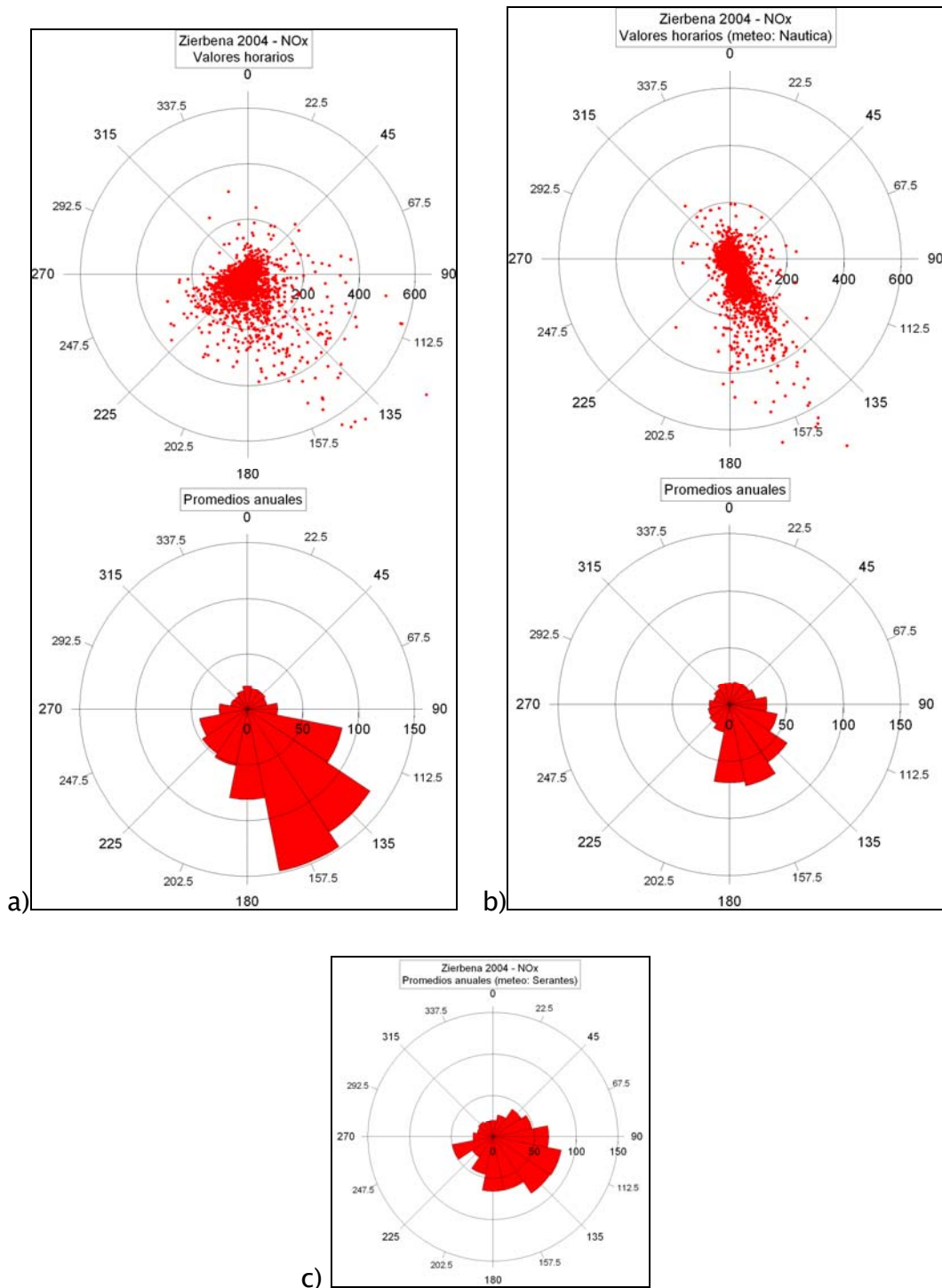


Figura 6.12 – Concentraciones promedio de NO_x en *Zierbena* en el año 2004 representados con la dirección de viento de *Zierbena* (a) , *Nautica* (b) y *Serantes* (c)

6.3.4 Ciclo diario de PM₁₀ y NO_x

La figura 6.13 muestra el ciclo diario de PM₁₀ de la estación de *Zierbena*. Destaca un pico por la mañana que alcanza su máximo a las 9 (hora GMT). Como se puede apreciar el ciclo de *Zierbena* es diferente al de otras estaciones urbanas de la CAPV como pueden ser *Nautica* y *Txurdinaga*, en las que se presentan dos picos, uno por la mañana y otro por la tarde, asociados a la actividad urbana y el tráfico. Sin embargo, en *Zierbena* y *Algorta* (situada en el lado opuesto del Abra) **no existe el pico de la tarde**. En concreto los niveles durante la madrugada, entre las 2 y las 5 de la mañana, son mayores que por la tarde. Este fenómeno, como se volverá a ver mas adelante, se explica por la salida de contaminantes por la Ría (brisa de valle).

Otro aspecto que diferencia *Zierbena* de las estaciones urbanas es la hora del máximo de la mañana. En la mayoría de los casos, el máximo se da una hora antes de lo que ocurre en *Zierbena* lo cual se puede interpretar como que están afectando otras actividades diferentes al tráfico urbano del municipio (prácticamente inexistente). Hay que considerar que las brisas de mar no se establecen hasta media mañana (aproximadamente en condiciones anticiclónicas estables y dependiendo de la intensidad de la radiación solar) por lo que podemos tener un flujo estable que recoge todas las emisiones (tráfico matinal y otras) de la parte baja de la ría del Nervión transportándolas hasta *Zierbena*. Evidentemente, a esto hay que añadir las actividades del Puerto y obras de infraestructuras. Una vez la actividad convectiva entra en juego, comienza la entrada de aire más limpio del mar, con la consiguiente disminución de los niveles de contaminantes.

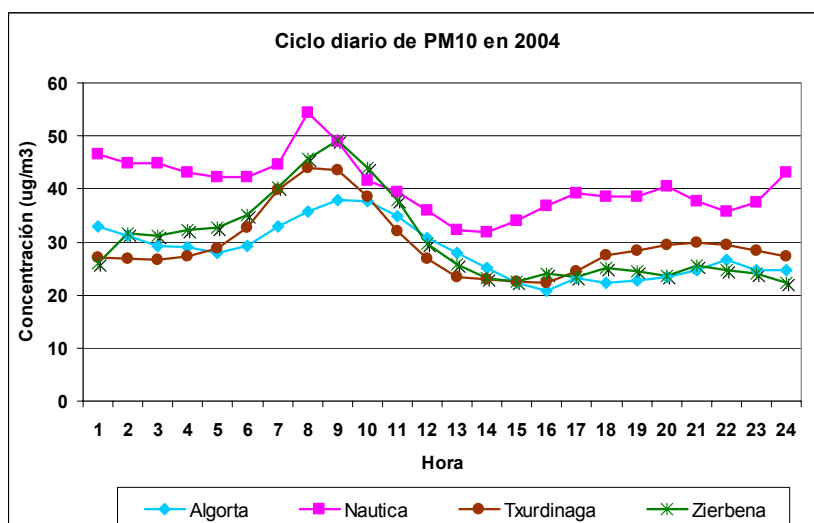


Figura 6.13. – Ciclo diario anual de PM₁₀ en la estación de *Zierbena* en el año 2004

Para el caso de NO_x, la evolución del ciclo diario de *Zierbena* es similar al de PM₁₀ y consecuentemente también diferente al de otras estaciones urbanas (*Naútica*, *Txurdinaga*). Hay que destacar que el máximo de NO_x también se produce una hora después que en otras estaciones, confirmando que hasta aproximadamente media mañana existe un arrastre de contaminantes provenientes de la desembocadura de la Ría.

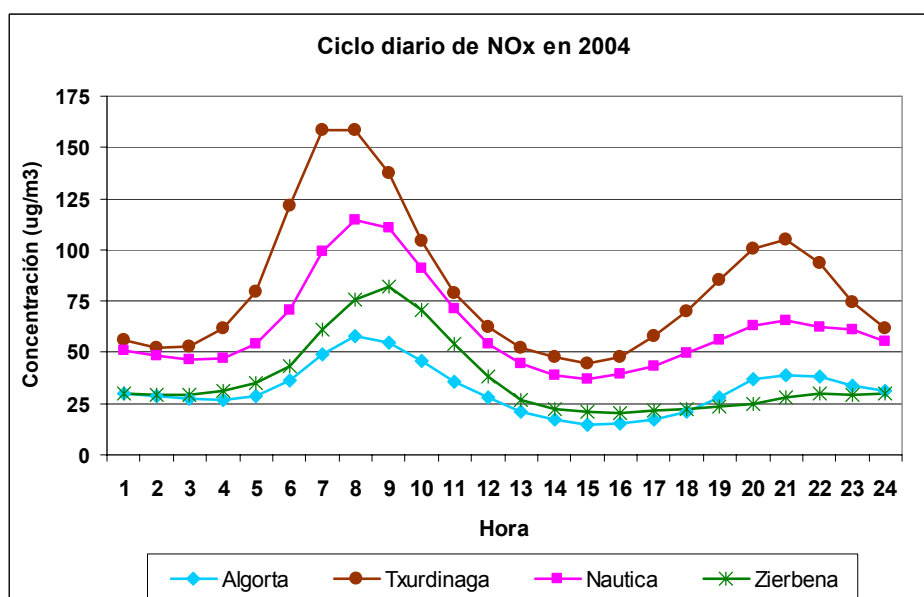


Figura 6.14. – Ciclo diario anual de NO_x en la estación de *Zierbena* en el año 2004

6.3.5 Variación mensual de PM₁₀ y NO_x

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) presentan un ciclo anual, aunque no tan marcado como otras estaciones estudiadas en la CAPV. En cualquier caso, las medias mensuales disminuyen durante la primavera-verano alcanzándose las mayores concentraciones durante el otoño e invierno. Las diferencias con los ciclos anuales de NO_x de otras estaciones debe atribuirse a la relación entre la ubicación de Zierbena con respecto a los focos de contaminación y las condiciones meteorológicas locales/regionales influidas por el entorno costero y orográfico.

Por su parte, la media mensual de PM₁₀ (figura 6.16) no parece seguir un patrón claro a lo largo del año. Como ya se ha comprobado en otros estudios, **existe una fuerte influencia de la precipitación sobre los niveles de PM₁₀**. Es por ello que meses en que se producen mayores precipitaciones de lluvia, presentan concentraciones de PM₁₀ más bajas respecto a meses contiguos. Este efecto está asociado a la 'limpieza' que la lluvia ejerce sobre el material particulado en suspensión en el aire, así como el depositado en el suelo, evitando su resuspensión. Sin embargo, *Zierbena* parece mostrar mayor variabilidad en las concentraciones medias, probablemente otra vez asociado a las flujos de aire que transportan PM₁₀.

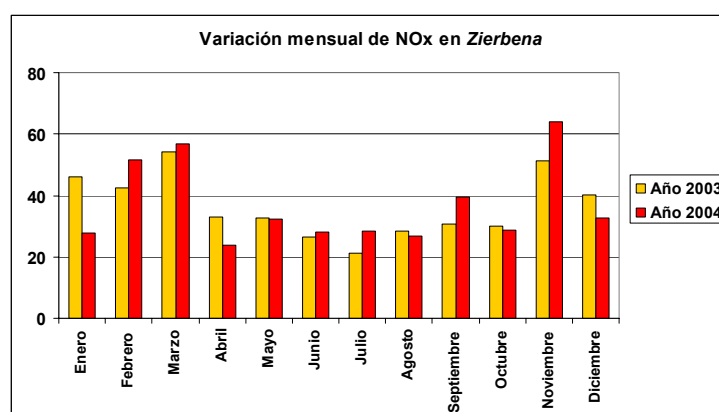


Figura 6.15. – Variación mensual de concentración de NO_x en *Zierbena* en los años 2003 y 2004

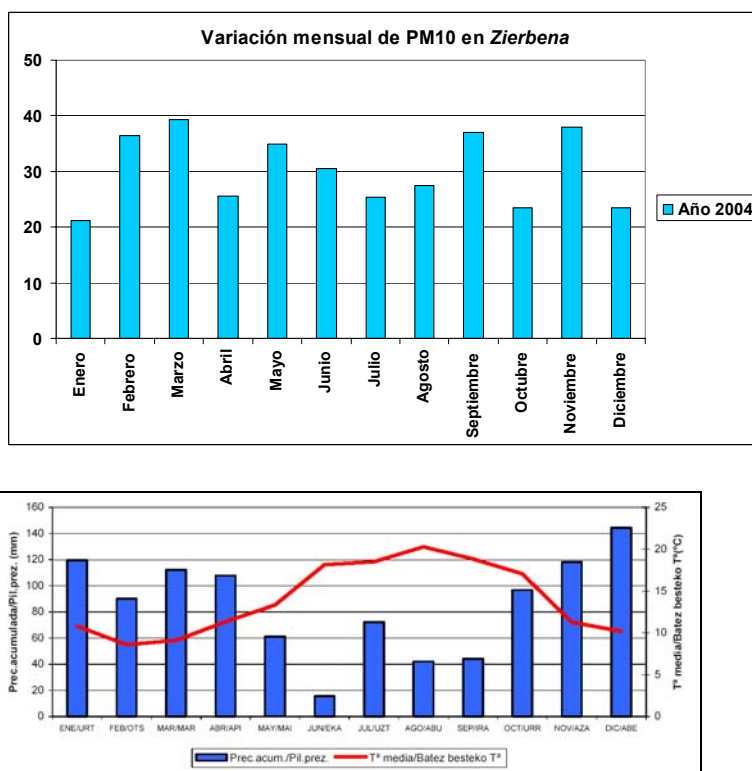


Figura 6.16. – Variación mensual de concentración de PM₁₀ en la estación de *Zierbena* y de precipitación y temperatura en la estación de Punta Galea (Euskalmet) en el año 2004

6.3.6 Relación entre concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}

La fracción de material particulado más pequeña viene representada por PM_{2.5}. Los datos registrados en Zierbena corresponde a un estudio del Grupo de Ingeniería Química de la Facultad de Química (UPV) de San Sebastián (Canton y otros, 2005) y titulado “*Evaluación de la calidad atmosférica en un área urbana e industrial. Zierbena. Bizkaia*”. Este estudio fue realizado durante un año (marzo de 2004 a febrero de 2005) con la ayuda de un impactador en cascada. El muestreo se realizó mensualmente obteniendo concentraciones para las fracciones de partículas con diámetro menor a 10µm y 2.7µm (PM₁₀ y PM_{2.7} respectivamente).

Los resultados del informe señalan:

“El contenido de partículas inferiores a $2.5\mu\text{m}$... en la atmósfera de Zierbena ... es comparable a los datos registrados en otras zonas urbanas con cierta influencia industrial, caso de Barcelona, ..., y algo superiores a las concentraciones asignadas a enclaves típicamente urbanos como las ciudades europeas de Zurich, Viena ...”.

La relación entre concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10} puede ser un indicador de la procedencia del material particulado. El estudio muestra que *“el caso de la zona de Zierbena, con una relación $\text{PM}_{2.7}/\text{PM}_{10}=0.53$ ”*. En comparación con estaciones de la CAPV en entornos portuarios como Lezo con 0.57 y Rentería con 0.45 se puede pensar que en Zierbena también pueda existir la contribución de otros focos distintos a los típicamente urbanos. En cualquier caso, *“el perfil de distribución de las partículas se mantiene uniforme, independientemente de los niveles de concentración”*.

6.3.7 Composición del material particulado (PM) en Zierbena

Dentro del mismo estudio mencionado en el capítulo anterior, el Grupo de Ingeniería Química de la Facultad de Química (UPV) de San Sebastián (Canton y otros., 2005) evaluó los niveles de metales pesados en partículas y su evolución temporal. Se analizaron 7 metales (hierro(Fe), zinc(Zn), cobre(Cu), manganeso Mn), plomo(Pb), níquel(Ni) y cadmio(Cd)). De todos ellos, el Ni y Cd se encuentran por debajo de 8 ng/m³ y 2 ng/m³ (sus respectivos límites de detección), por lo que **se cumplen los valores objetivo** de estos metales establecidos en la Directiva 2004/107/CE (tabla 3.4). El captador de alto volumen se ubicó sobre la estación de calidad del aire de *Zierbena* tomándose un total de 44 muestra a los largo de todo el año de muestreo.

En la tabla 6.3 se muestra la concentración de metales en el total de partículas en suspensión (TPS) en *Zierbena*.

Metal	Zierbena	Muskiz	Madrid	Milan
Fe (ng/m ³)	1260	611	996	4500
Mn (ng/m ³)	59.9	27.9	24.4	162
Cu (ng/m ³)	16.2	13.8	88.4	-
Zn (ng/m ³)	374	147	175	290
Pb (ng/m ³)	99.1	29.2	162	775

Tabla 6.3. – Concentraciones promedio de los metales analizados en el total de partículas en suspensión (TPS) en *Zierbena* (Canton y otros, 2005)

Comentarios del informe de Canton y otros, señalan que:

“las concentraciones de hierro son algo superiores a las observadas en áreas urbanas como Madrid o poblaciones de similares características, caso de Muskiz, lo que lleva a pensar que existen ciertas aportaciones de partículas con contenido en hierro distinto a las propias de un núcleo urbano.

Algo similar ocurre con el zinc, manganeso y plomo, metales que son más abundantes en las partículas de los aerosoles de Zierbena que en otros lugares urbanos donde incluso la población es mucho mayor.

Es de señalar el contenido en zinc, que supera el de áreas como Millan, considerada zona de influencia industrial y de forma más evidente el detectado en la atmósfera de Muskiz. En relación con esta población las concentraciones de metal en la atmósfera de Zierbena son de 2 a 3 veces mayores, indicando lo ya comentado sobre la existencia de fuentes distintas al medio urbano”.

En cuanto a la evolución temporal de los niveles de metales, en el perfil seguido por las concentraciones de TPS y su contenido en Fe, *“El comportamiento es muy similar, ..., no apreciándose una clara evolución estacional. Se puede comprobar que dentro de un mismo mes las variaciones de las concentraciones son importantes”.* Para el resto de los metales, *“ esta gran variabilidad también se detecta”.*

Un resultado curioso es que hay ciertos días en los que picos en los niveles de Zn, Mn, Pb y Cu no corresponden con picos de partículas, pero en estos días *“en los que se producen elevadas concentraciones de zinc, también se acompañan de altos niveles de manganeso, plomo y cobre, aunque este último se encuentra en mucho menor concentración que el resto de los metales”*.

En cuanto a los episodios de altas concentraciones de metales, *“una característica común es que pertenecen al periodo otoño-invierno”*. Esta época es en la que más frecuentemente se dan niveles altos de contaminantes primarios mayoritarios (PM₁₀, CO, SO₂, ...). En estos casos, *“en general, se observa que el incremento de los metales se produce de forma simultánea para todos ellos”*

A su vez el estudio determina la concentración de metal en función del tamaño de las partículas. De los resultados destaca que *“el hierro se acumula preferentemente en las fracciones más gruesas, donde las partículas tienen diámetro mayor que 4,9 µm. A medida que descendemos en el tamaño de partícula el contenido en hierro disminuye y se incrementa el de plomo”*.

En la siguiente tabla se presenta la concentración de metales en PM₁₀ en Zierbena.

Elemento	Zierbena	Valores referencia industria del metal	Rango normal en España
Fe (ng/m ³)	595		
Mn (ng/m ³)	38.2	85	10-25
Cu (ng/m ³)	14.4	70*	20-50
Zn (ng/m ³)	230	420	20-100
Pb (ng/m ³)	72.5	103	10-60

* en zonas con industria de metalurgia del cobre

Tabla 6.4. – Concentraciones promedio de los metales analizados en partículas (PM₁₀) en Zierbena (Canton y otros, 2005)

En los resultados de partículas de PM₁₀, “*el metal más abundante sigue siendo el hierro, pero con concentraciones que se pueden considerar moderadas*” en comparación con otras ciudades europeas.

De los metales de la tabla 6.4, el único que se incluye en la normativa actual es el **Pb** y sus niveles se encuentran por debajo del valor límite establecido. Aunque el **Zn**, **Mn** y **Pb**, no muestran niveles demasiado altos como los de zonas con actividades industriales del metal, **sus valores en PM₁₀ se encuentran por encima de los rangos característicos en ciudades españolas**, lo cual indica la contribución de focos de metales extraordinarios a los propios de núcleos urbanos. Por su parte, el Cu muestra valores bajos.

En la siguiente tabla se presentan la concentración de metales en PM_{2.5} en *Zierbena* y otros emplazamientos representativos.

Elemento	Zierbena ⁽¹⁾	Basauri ⁽²⁾	Barcelona ⁽³⁾
Fe (ng/m ³)	207*		260
Mn (ng/m ³)	17*	84.8	14
Cu (ng/m ³)	10.1*		52
Zn (ng/m ³)	144*	375.5	178
Pb (ng/m ³)	54*	95.9	130

* los valores corresponden a metales en PM_{2.7}

(1) Canton y otros, 2005, (2) Ibarquichi y otros, 2003–2004, (3) Querol y otros, 2001

Tabla 6.5. – Concentraciones promedio de los metales analizados en partículas (PM_{2.5}) en *Zierbena* (Canton y otros, 2005)

Los resultados de PM_{2.5} registrados en *Zierbena* muestran concentraciones de metales menores a los de *Basauri* donde existe una importante influencia de industrias de tratamiento del metal. El Fe, Mn y Zn muestran valores de PM_{2.5} “*en un orden comparable a zonas urbanas densamente pobladas como Barcelona*”.

En cuanto a la distribución de los metales según el tamaño de la partícula, el Mn sigue un perfil similar al del Fe, “*observándose un máximo, más acentuado en el hierro, en las partículas más gruesas (>4.9µm)*”. El Zn, “*se asocia muy poco a las partículas gruesas (>10µm), distribuyéndose por igual en el resto de etapas*”. El Pb y Cu, “*muestran una asociación clara a las partículas más finas (<0.61µm) ... Ambos metales se asocian muy poco a las partículas gruesas*”

En general, **la fracción PM_{2.5} presenta niveles de metales similares a los de entornos urbanos, mientras que las fracciones más gruesas muestran la influencia de otros focos.** Pueden existir varias explicaciones a este hecho:

- Las obras que el Puerto Exterior de Bilbao está llevando acabo en Zierbena. Por una parte, se han realizado importantes excavaciones y movimiento de tierras en el entorno de la estación de calidad del aire. Por otra, importantes cantidades de lodos se han estado dragando del fondo marino y se han usado como relleno de los muelles. La fuerte actividad industrial a lo largo de la Ría del Nervión en el pasado, así como el conocido vertido de escorias metálicas a la salida del Abra por parte del antiguo Altos Hornos, han podido acumular metales en el fondo marino. Estos lodos una vez secos podrían resuspender polvo con partículas de contenido metálico.
- A cierta distancia (4 km.) en dirección sureste (SE), en el muelle situado en Santurtzi, se produce descarga y almacenamiento a la intemperie de chatarra.
- La actividad propia del Puerto con el trasiego de material metálico.
- Emisiones de industrias del metal como las acerías Nervacero y ACB.

Probablemente, todas estas opciones, con diferente grado de afección, contribuyan a las concentraciones de metales pesados registrados en Zierbena.

6.3.8 Fotos de algunos de los focos emisores más destacados de contaminación atmosférica en el entorno del municipio de Zierbena



Figura F1. - Industrias instaladas (BBE) o en fase de instalación en el Puerto Exterior de Bilbao (Moyresa, Atlántica)



Figura F2. – Desembocadura de la Ría del Nervión en el Abra (a). Cadena montañosa Serantes-PuntaLucero (b). Central Térmica de Santurce al sureste del barrio del Puerto de Zierbena(c)



Figura F3. - Zona de descarga de chatarra y gran trasiego de material (contenedores) al sureste (SE) del barrio del Puerto de Zierbena.



Figura F4. – Resuspensión de polvo debido a las obras en el Puerto Exterior de Bilbao y suciedad acumulada en las carreteras.



Figura F5. - Refinería de Petronor ubicada al suroeste (SW) del barrio del Puerto de Zierbena.

6.4 Identificación de las causas de superación de los valores límite en el MUNICIPIO DE PORTUGALETE

La estación de calidad del aire en el municipio de Portugalete, denominada *Nautica*, se encuentra en la Escuela de Nautica de la UPV junto a la desembocadura de la Ría del Nervión en el Abra. Además de medir diferentes contaminantes, la Viceconsejería dispone de una estación meteorológica en la que se registran variables atmosféricas que ayudan a identificar los movimientos del aire y consecuentemente de los contaminantes en el entorno. Al igual que en otros municipios del Bajo Nervión, la meteorología de la zona presenta a nivel superficial flujos de aire que frecuentemente se desacoplan del viento general en altura canalizándose por los valles según la orografía del entorno.

De las características de Portugalete destaca que es un municipio con altísima densidad de población y aunque el modo de transporte mas utilizado es “a pie”, **el tráfico de vehículos a motor en el centro urbano es alto**, sobre todo en las arterias principales del núcleo urbano (Av. Carlos VII, c/ General Cataños, ...). En este sentido hay que señalar que una parte del tráfico proviene de municipios colindantes que utiliza las calles de Portugalete para acceder a la conexión con la autopista A-8. Esto conlleva una importante emisión de contaminantes que se acentúa con las pendientes de las calles por las que circulan los vehículos. Esta situación puede no verse reflejada en las medidas de la estación de Nautica situada lejos de la afección directa del tráfico urbano. Es decir, en el centro de Portugalete, además de los niveles de fondo de calidad del aire registrados en Nautica, habría que añadir una importante contribución del tráfico local.

El elevado número de desplazamientos a pie lo generan los debidos al estudio y a las compras, mientras que para trabajar el medio más usado es el transporte privado (Agenda Local 21 - Diagnóstico de situación 2005). En comparación con otros municipios de la CAPV, Portugalete dispone de una amplia oferta de transporte público (autobuses, tren y otros). Por otra parte, en los últimos tiempos se han peatonalizado total o parcialmente ciertas calles además de ensanchar o ampliar la superficie de aceras peatonales favoreciendo e incentivando la movilidad peatonal, en detrimento del uso del vehículo a motor privado.



Figura 6.17. - Ubicación de la estación de calidad del aire de *Nautica* en el municipio de Portugalete.

6.4.1 Condiciones meteorológicas generales del municipio

Los datos meteorológicos registrados en la estación de *Nautica* están influenciados por la cercanía del mar, así como la orográfica del valle por donde discurre la Ría del Nervión. En la figura 6.5 se presentan la rosa de vientos de *Nautica*,

así como otras del entorno costero próximo. La rosa de viento anual en *Serantes* ubicada a 450 metros sobre el nivel del mar, muestra el desacople existente en numerosas ocasiones entre los vientos en altura y el movimiento del aire en cotas más próximas al suelo.

Así pues, en Portugalete predominan por una parte los **vientos del cuarto cuadrante con máximas frecuencias en la dirección oeste-noroeste (WNW)**, y por otra del **segundo cuadrante siendo la dirección sur-sureste (SSE) la mayoritaria**. Estas direcciones confirman la influencia de la orografía cercana.

Sin embargo, las condiciones meteorológicas no son las mismas a lo largo del año, destacando los vientos del cuarto cuadrante en primavera-verano y los del segundo cuadrante en otoño-invierno (figura 6.18). Además de las situaciones sinópticas generales típicas de cada época del año, la temperatura del agua del mar y la intensidad de la radiación solar son las principales variables de estas diferencias entre estaciones del año.

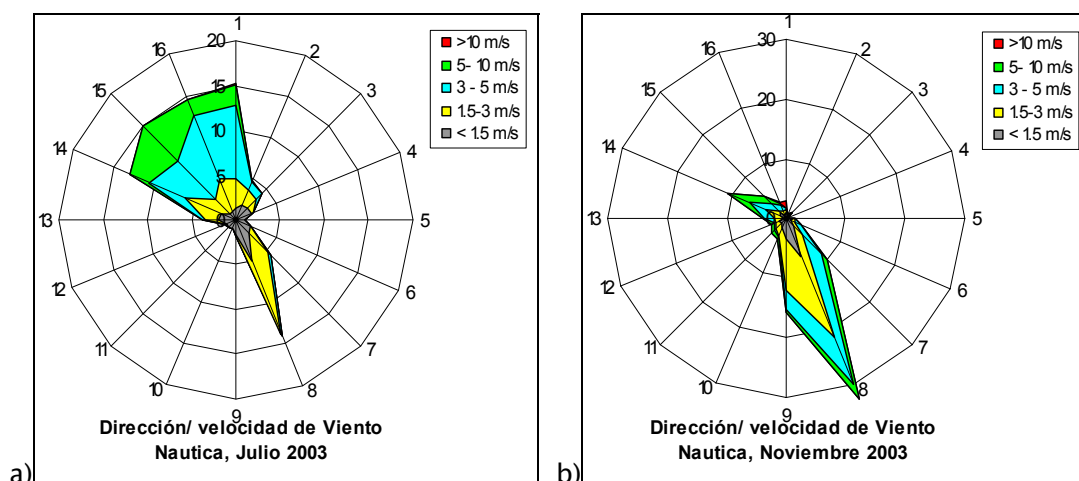


Figura 6.18. – Rosas de viento mensuales en la estación de calidad del aire de *Nautica* en julio (a) y noviembre (b) del año 2003

En otoño e invierno, en condiciones anticiclónicas estables, las brisas de mar comienzan a desarrollarse entorno a las 13 horas (GMT) concluyendo al atardecer, mientras en verano pueden comenzar antes y prolongarse hasta casi la media noche, 22 horas (GMT). En la figura adjunta se puede observar en ejemplo.

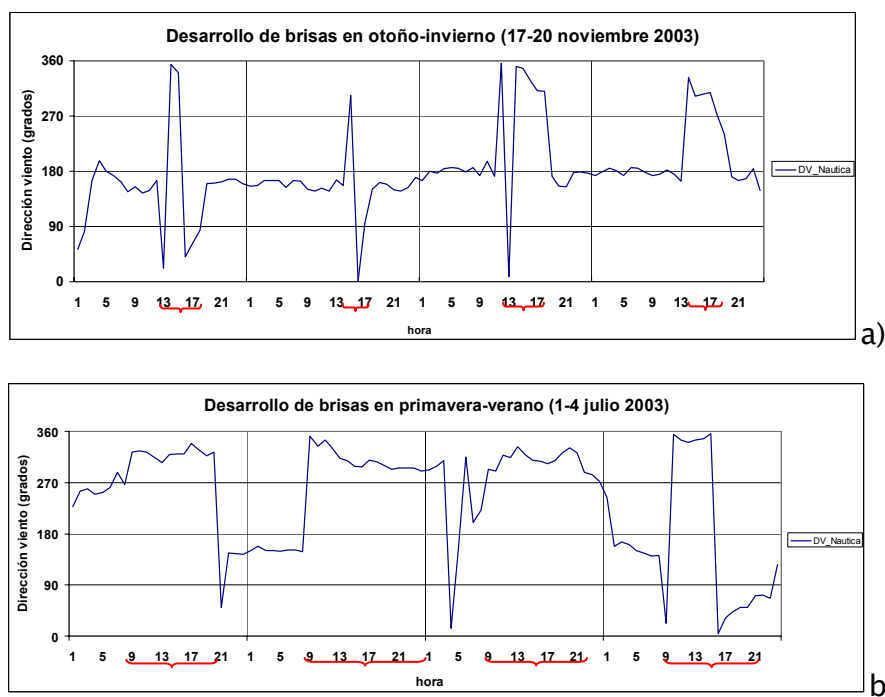


Figura 6.19. – Variación horaria de la dirección de viento en condiciones de estabilidad anticiclónicas en *Nautica* en julio (a) y noviembre (b) del año 2003

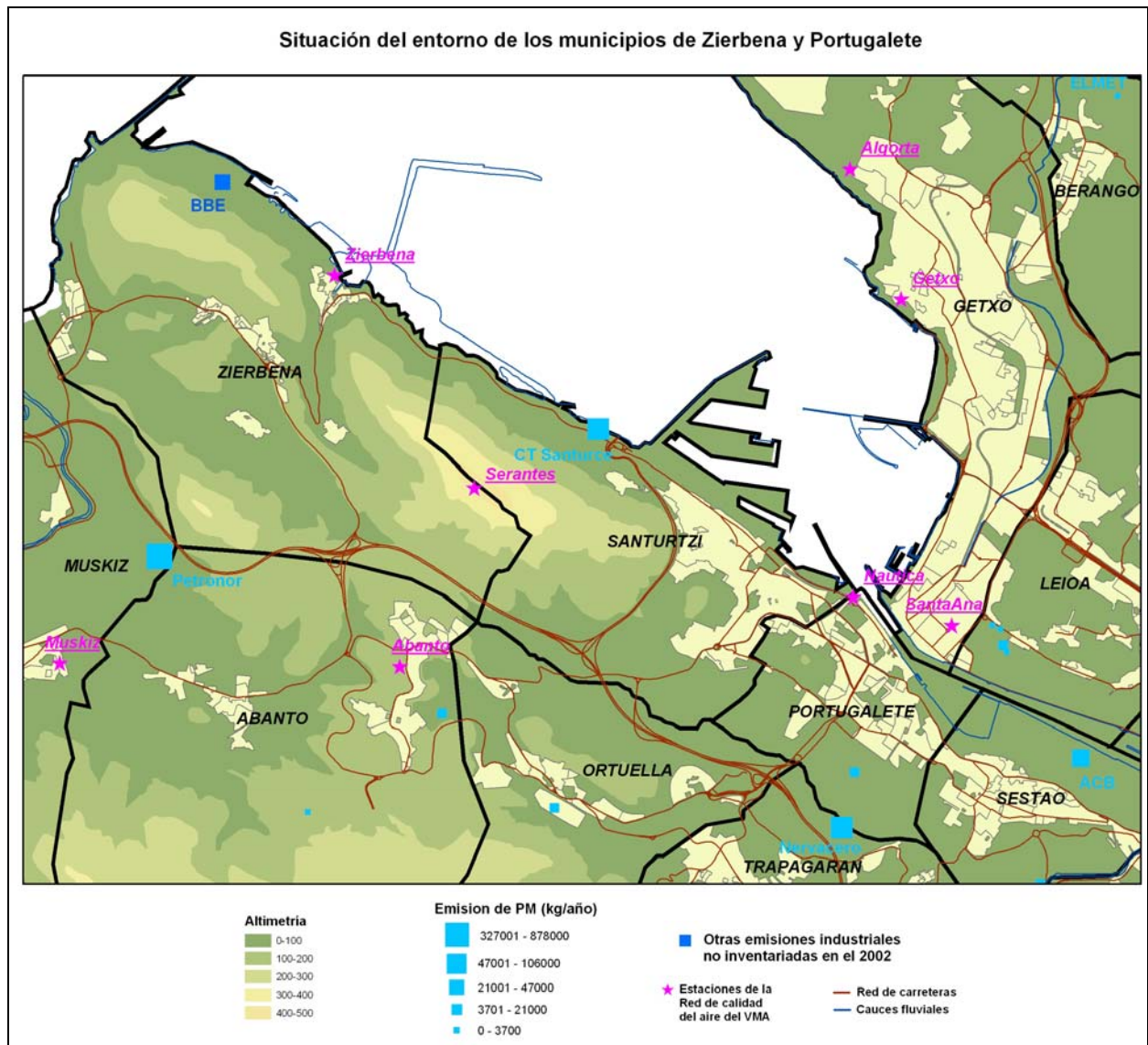


Figura 6.20. - Ubicación de la estaciones de calidad del aire de la Red de Vigilancia del Gobierno Vasco en el entorno costero y principales focos industriales.

6.4.2 Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas

Los datos de concentración horaria de PM₁₀ se han evaluado con los de dirección y velocidad de viento de la propia estación de *Nautica* estando el sensor situado sobre el tejado del edificio próximo (figura 6.17). Se han estudiado los datos de 2003 y 2004 obteniendo resultados perfectamente comparables. En la figura 6.21 podemos observar que las mayores concentraciones de PM₁₀ se dan con direcciones de viento

sur (S) y sur-sureste (SSE), con una considerable diferencia con el resto de direcciones de viento.

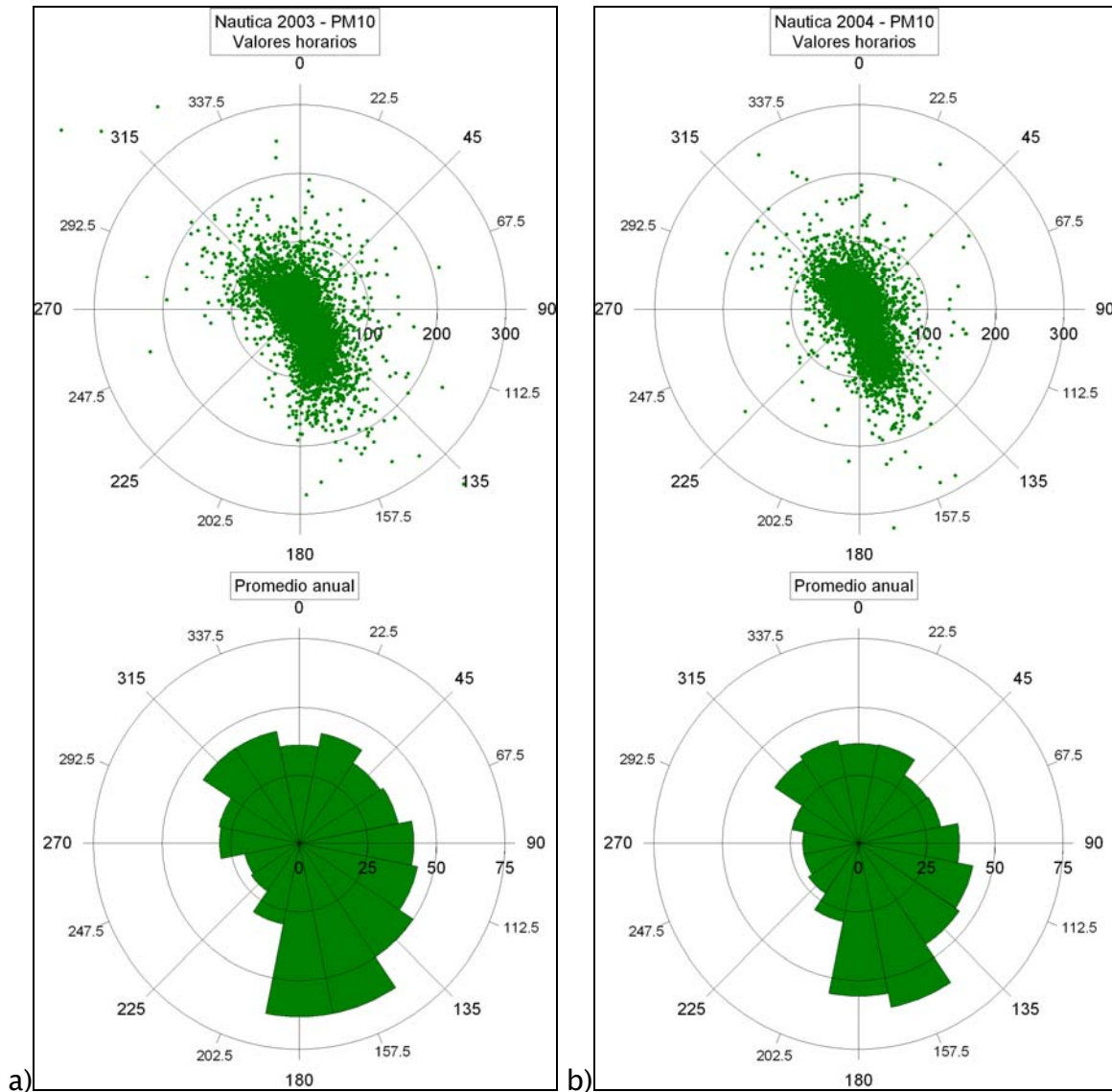


Figura 6.21. – Concentraciones promedio de PM_{10} en *Nautica* representadas por sectores dirección de viento en el año 2003(a) y 2004(b).

Teniendo en cuenta la velocidad de viento (figura 6.22), tenemos que la mayor concentración de PM_{10} se da en dirección sur (S) a velocidades de viento no bajas ($1.5 \geq v < 3$). La dirección sur-sureste (SSE) presenta en ese mismo rango de velocidades una concentración ligeramente menor. En este sentido es interesante comparar las

concentraciones por velocidades de viento para estas dos direcciones (SSE y S). Por una parte la dirección sur-sureste (SSE) presenta concentraciones similares en los rangos de velocidad [0-1.5] y [1.5-3] m/s y para velocidades mayores, la concentración disminuye progresivamente. Es importante destacar que una casuística muy similar ocurre en direcciones sureste (SE). Sin embargo, la dirección sur (S) presenta un pico de concentración en el rango [1.5-3] m/s seguido de una importante caída de los niveles de PM₁₀. Este fenómeno hace intuir que existen focos de PM₁₀ que influyen de diferente manera según la dirección de viento registrada en *Nautica*. Mientras en dirección sur (S) los resultados muestran focos no demasiado alejados de la estación de *Nautica*, en dirección sur-sureste (SSE) y sureste (SE) se produce un arrastre de contaminantes emitidos a lo largo de la Ría del Nervión. Como se puede observar en la figura 6.20, en dirección sur (S) además de las emisiones del núcleo urbano de Portugalete, existe una acería (Nervacero) con importante emisión de material particulado. Estas emisiones podrían no influir tanto con dirección de viento sur-sureste (SSE) y sureste (SE). Sin embargo, hay que señalar que situaciones de viento sur (S) se dan entorno al 7% del total de situaciones meteorológicas en *Nautica*, mientras la sur-sureste (SSE) se da cerca del 20% del total.

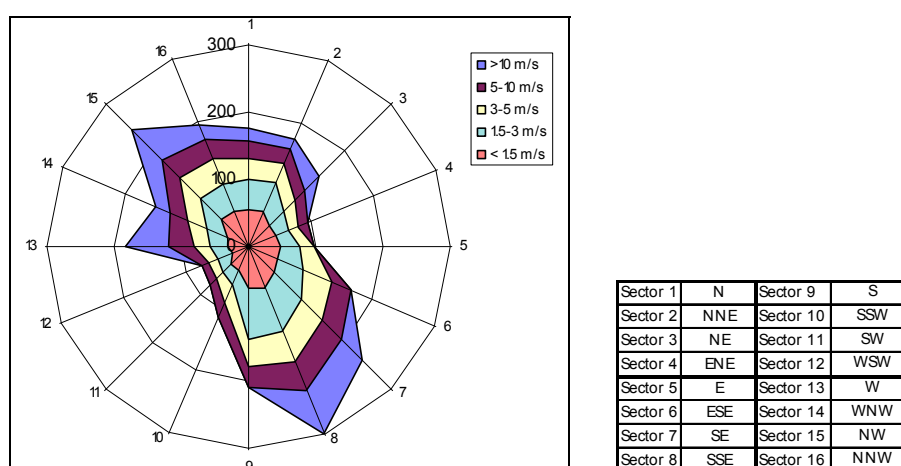


Figura 6.22. – Concentraciones promedio de PM₁₀ en *Nautica* representadas por sectores de dirección y rangos velocidad de viento en el año 2003

Aunque mas bajas que en direcciones S y SSE, las concentraciones en direcciones próximas a la norte (N) también presentan valores altos en comparación con el resto de direcciones. Destaca cierta uniformidad de concentraciones de PM₁₀ en todo el rango de intensidades de viento para direcciones noroeste (NW).

6.4.3 Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas

En la figura 6.23 podemos apreciar que al igual que en PM₁₀, las mayores concentraciones de NO_x se dan claramente en las direcciones sur (S) y sur-sureste (SSE). Sin embargo, en el caso de NO_x la diferencia de concentraciones en estas direcciones de viento y el resto, es mucho mayor.

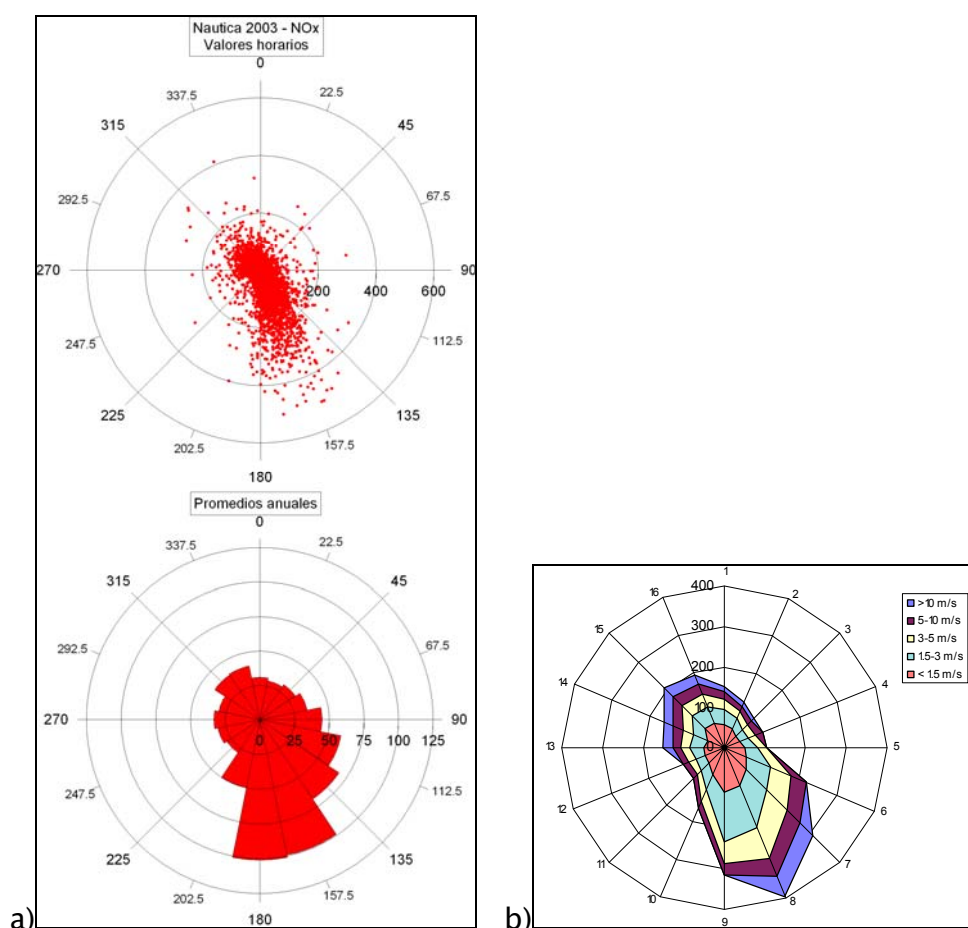


Figura 6.23. – Concentraciones promedio de NO_x en *Nautica* representadas por sectores de dirección (a) y rangos velocidad de viento (b) en el año 2003

Por rangos de velocidad de viento, las direcciones del segundo cuadrante (de sureste (SE) a sur (S)) presentan las mismas características para las concentraciones de NO_x que para las de PM_{10} por lo que **la procedencia de ambos contaminantes (NO_x y PM_{10}) en direcciones sur (S) a sureste (SE) podría ser la misma.**

Sin embargo, en direcciones próximas a la norte, al contrario que con PM_{10} , las concentraciones de NO_x a velocidades bajas ($v < 1.5 \text{ m/s}$) presentan cierta diferencia con velocidades mayores indicando la influencia de fuentes cercanas de NO_x .

6.4.4 Ciclo diario de PM_{10} y NO_x

En la figura 6.24 se puede apreciar el ciclo diario de PM_{10} en la estación de *Nautica* calculado para el año 2003. Los resultados muestran un máximo a las 8 (hora GMT) de la mañana seguido de una disminución de la concentración al igual que en muchas estaciones urbanas. Sin embargo, aunque por la tarde se produce un aumento progresivo de la concentración de PM_{10} , no llega a formarse un pico claro como en *Indautxu* influenciada principalmente por el tráfico urbano. Así como las concentraciones en la parte central del día son mayores en *Indautxu*, por la noche los valores de *Nautica* alcanzan niveles muy altos que van disminuyendo progresivamente hasta el amanecer. Esta circunstancia está asociada al movimiento de una **masa de aire contaminada** que con el desarrollo de brisas estables de valle durante la noche, **se desliza a lo largo de la ría del Nervión hacia el mar**. También hay que considerar la **afección de emisiones de empresas cercanas**. Durante la noche una situación más estable de la atmósfera dificulta su dispersión y consecuentemente las concentraciones de contaminantes en el entorno pueden aumentar.

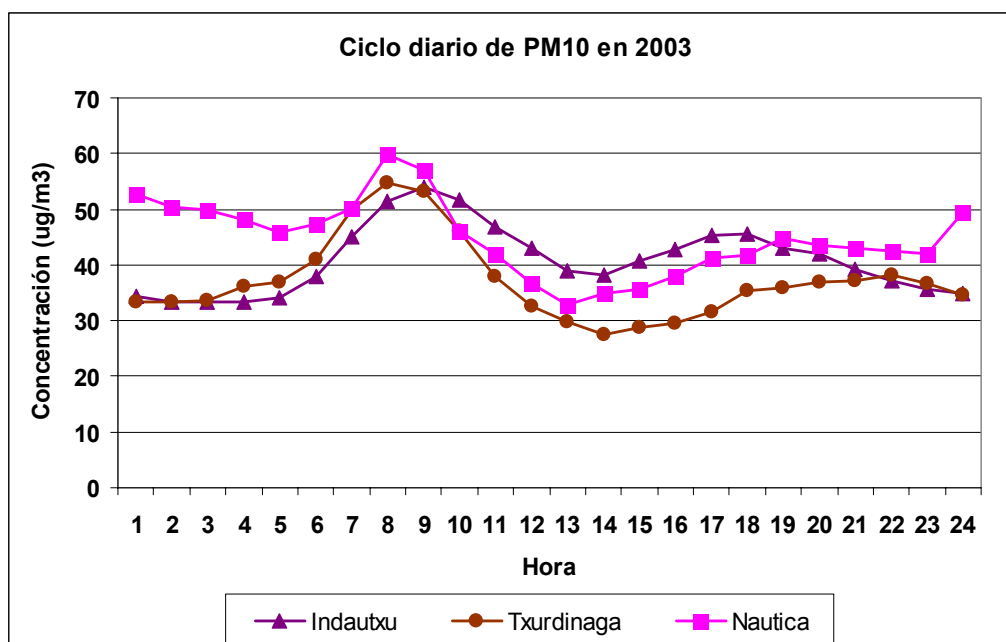


Figura 6.24. – Ciclo diario anual de PM₁₀ en la estación de *Nautica* en el año 2003

Del ciclo anual de NO y NO₂ se pueden extraer conclusiones similares a las del ciclo de PM₁₀. En la grafica 6.25 se presentan las concentraciones de *Nautica* y de *Mazarredo*, situada en el centro de Bilbao. La proximidad de *Mazarredo* a los procesos de combustión del tráfico justifica que sus niveles de NO sean mayores que en *Nautica*. Sin embargo, no ocurre lo mismo con los niveles de NO₂ durante la noche y hasta el mediodía, cuando en *Nautica* son mas elevados. Otra vez, estos valores justifican la llegada a *Nautica* de masas de aire cuyos contaminantes fueron parcialmente emitidos a cierta distancia y que presentan un estado de mayor oxidación (NO₂).

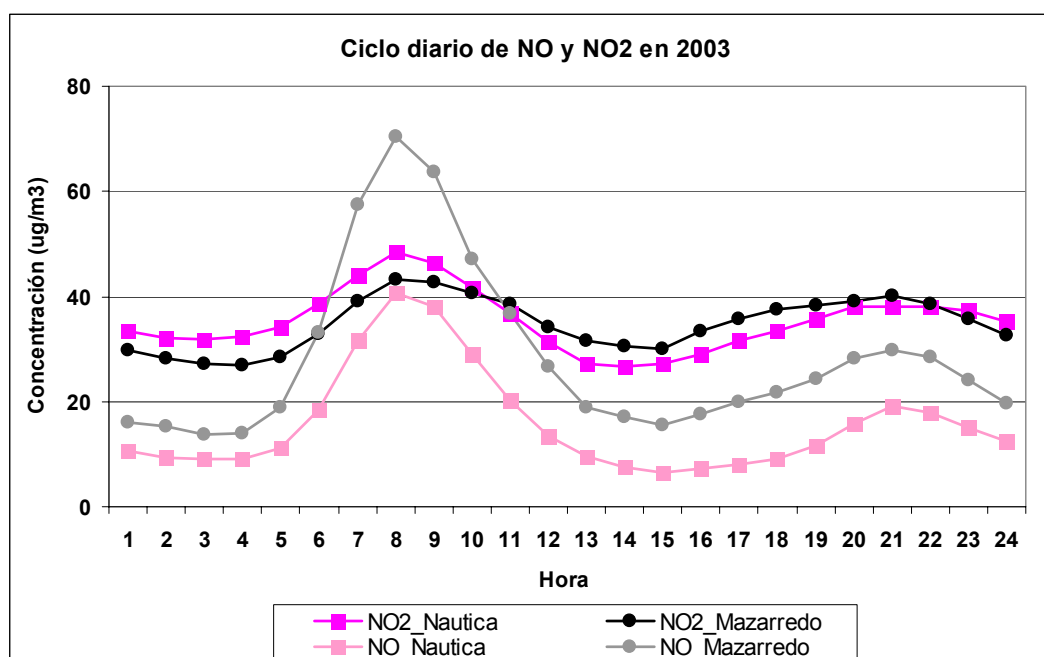


Figura 6.25. – Ciclo diario anual de NO y NO₂ en las estaciones de *Nautica* y *Mazarredo* en el año 2003

6.4.5 Variación mensual de PM₁₀ y NO_x

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) presentan un ciclo anual no tan marcado como el de otras estaciones de la CAPV. Las medias mensuales disminuyen durante la primavera-verano alcanzándose las mayores concentraciones durante el otoño e invierno. Esto está asociado a la alta presencia de luz solar durante la época estival que mediante procesos fotoquímicos oxida las concentraciones de NO_x a HNO₃, además de contribuir a la formación de ozono (O₃). También hay que tener en cuenta la variabilidad de la situación atmosférica durante el año ya que durante la época invernal la presencia de situaciones de estabilidad generadas por inversiones térmicas impiden la dispersión los contaminantes emitidos con el consecuente aumento de la concentración. Por supuesto, el consumo de combustible (calefacciones, ...) aumenta y consecuentemente la emisión de NO_x. En concreto, los niveles de NO_x son menores coincidiendo con la época vacacional y el menor tráfico urbano.

En *Nautica* los óxidos de nitrógeno (NO_x) presentan un ciclo anual similar al de *Zierbena*. Las diferencias dentro de cada época del año podrían estar relacionadas con la importancia que la meteorología local/regional tiene en los niveles de contaminación de *Nautica* y en general en todo el Bajo Nervión.

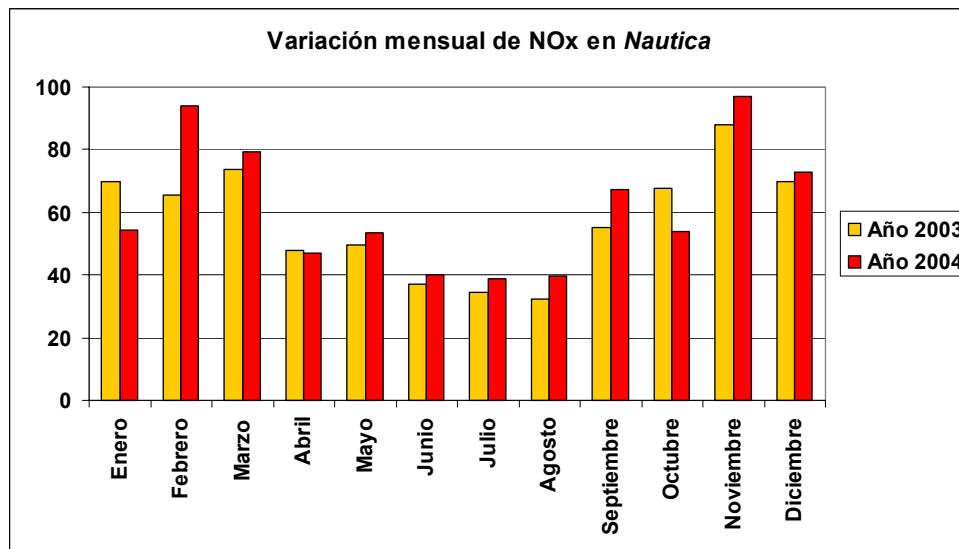


Figura 6.26. – Variación mensual de concentración de NO_x en *Nautica*

En cuanto a los niveles de material particulado en aire ambiente, **la media mensual de PM₁₀ presenta una fuerte relación con la precipitación de lluvia**. De esta manera, los meses en que se producen mayores precipitaciones de lluvia, suelen presentar concentraciones de PM₁₀ más bajas respecto a meses contiguos ‘limpiando’ la atmósfera de material particulado en suspensión en el aire, y retirando el depositado en el suelo, evitando su resuspensión.

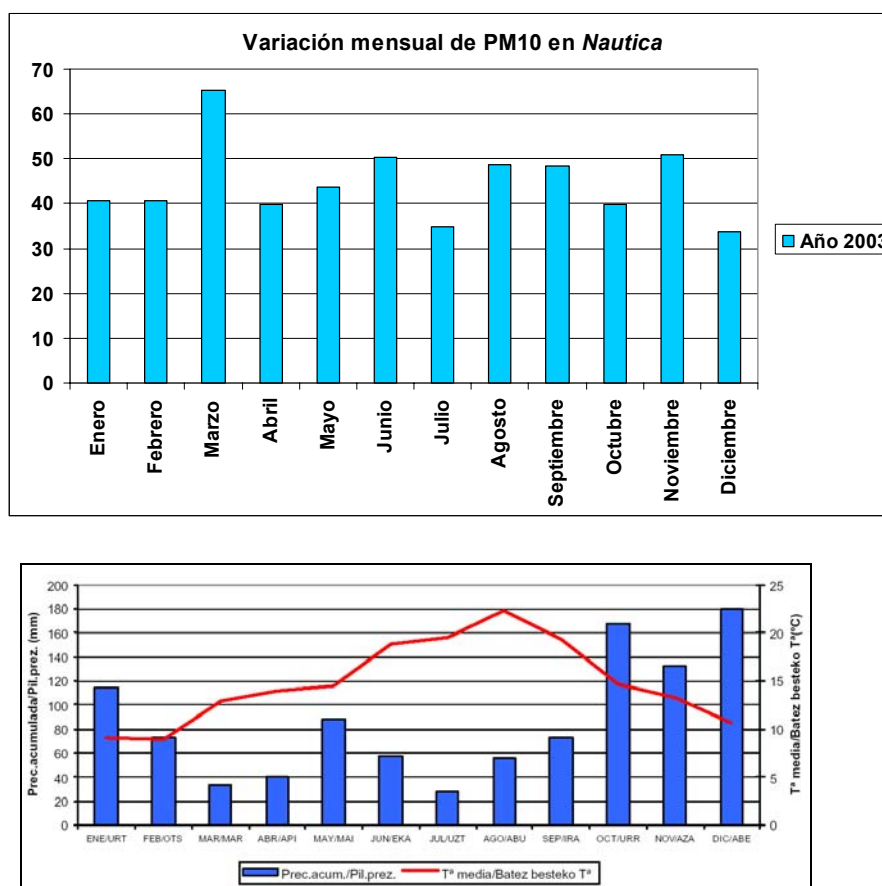


Figura 6.27. – Variación mensual de concentración de PM_{10} en la estación de *Nautica* y de precipitación y temperatura en la estación de Punta Galea (Euskalmet) en el año 2003

6.4.6 Relación entre concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$

Como ya se ha comentado, una fracción más pequeña de material particulado es $PM_{2.5}$ (partículas con diámetro aerodinámico menor que 2.5 micras) que evidentemente se encuentra dentro del total de PM_{10} . En *Nautica* no se registran datos de $PM_{2.5}$ pero sí en la cercana estación de calidad del aire de *SantaAna*, situada a escasos mil metros en línea recta (figura 6.20).

Si representamos los datos de $PM_{2.5}$ de *SantaAna* con la meteorología registrada en *Nautica*, podemos observar que la rosa de concentraciones **tiene similitudes a la de PM_{10} de *Nautica*** en el mismo año. La principal característica común es que para vientos

de componente sur (entre sur (S) y sureste (SE)), las concentraciones por rangos de intensidad de viento varían de la misma forma tanto en PM_{10} como en $PM_{2.5}$. Sin embargo, existe una diferencia importante en las direcciones de componente norte (N). Los niveles en *Nautica* muestran niveles de PM_{10} no correlativos con los de $PM_{2.5}$ de *SantaAna*. Es decir, el ratio de $PM_{2.5}/PM_{10}$ no es el mismo para todas las direcciones de viento. Este es mayor para direcciones del segundo cuadrante en comparación con direcciones próximas a la norte. Esto se puede interpretar de dos maneras:

- a) existe **una contribución de material particulado grueso ($PM_{10-2.5}$) del norte** probablemente asociado a las obras del puerto de Exterior de Bilbao, las actividades propias del puerto y la descarga de chatarra que se produce en un muelle a dos kilómetros de distancia,
- b) existe un **arrastre a lo largo de Ría del Nervión (dirección entorno a SSE) de una masa de aire contaminada y envejecida que puede transportar material particulado secundario ($PM_{2.5}$)**, formado por procesos físico-químicos en la atmósfera.

Dada las características de los focos del entorno, así como la composición del material particulado (PM_{10}) presentado en el siguiente capítulo, no se puede descartar ninguna de las dos causas señaladas.

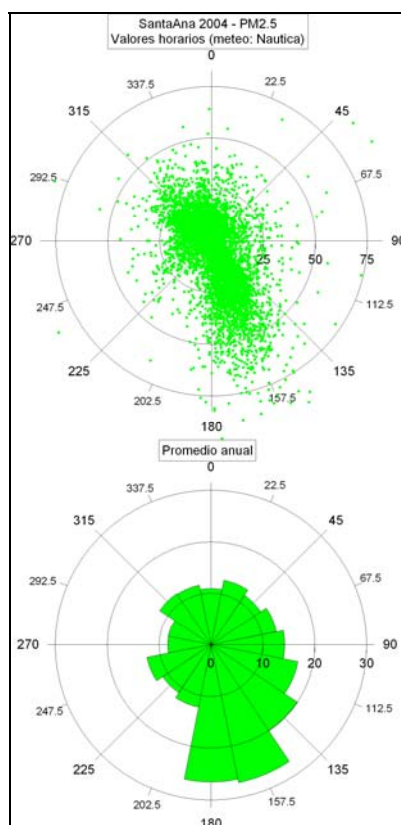


Figura 6.28. – Concentraciones promedio de PM_{2.5} en *SantaAna* representadas por sectores de dirección de viento en *Nautica* en el año 2004.

6.4.7 Composición del material particulado (PM₁₀) en *Nautica*

Durante el mes de octubre del 2005, se ha analizado la composición del material particulado registrado en la fracción ‘gruesa’ (PM₁₀) en la estación de *Nautica*. El análisis llevado a cabo por el Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco muestra los siguientes resultados:

Elemento	Mín.	Máx.	D.S.	Promedio	Rango normal en España ⁽¹⁾	Valores en Lezo ⁽²⁾
Cr	3.5	39.0	11.1	14.3	1-8	
Ni	3.9	30.6	7.9	9.7	2-7	
Cd	0.4	2.9	0.7	1.2	0.2-0.8	
Mn	15	119	28	53	10-25	39.5
Pb	54	448	90	148	10-60	42.6
As	0.4	2.2	0.5	1.0	0.3-1.8	

Elemento	Mín.	Máx.	D.S.	Promedio	Rango normal en España ⁽¹⁾	Valores en Lezo ⁽²⁾
Fe	130	1964	438	883		<i>4155</i>
Cu	10.3	75.1	15.6	26.9	<i>20-50</i>	<i>19.8</i>

⁽¹⁾Querol y otros., 2004; ⁽²⁾Canton y otros., 2005

Tabla 6.6. – Concentraciones de metales (ng/m³) en la fracción PM₁₀ registradas en la estación de *Nautica* en octubre 2005

Los niveles promedio de metales en *Nautica* se encuentran por encima de los rangos considerados normales en España. Sin embargo, ninguno de estos metales supera los valores objetivo establecidos en la directiva 2004/107/CE (tabla 3.4), por lo que se **cumple la legislación actualmente en vigor**. Si comparamos estos resultados con los registrados en Zierbena (tabla 6.4) podemos observar que los valores de *Nautica* son mayores. Además, existe un metal, **el plomo (Pb)**, que **presenta concentraciones superiores a las características de entornos industriales**.

Por otra parte, si comparamos los datos con valores registrados en Lezo junto a la zona de carga y descarga de chatarra del Puerto de Pasajes durante la primavera-verano del año 2005, observamos que a excepción del hierro (Fe), el resto de metales muestran concentraciones mayores en *Nautica*.

Estos resultados apuntan a la **influencia de la industria del metal situada en el entorno del Portugalete** (Nervacero, ACB), que unido al arrastre de contaminantes a lo largo de la Ría, las actividades portuarias, la descarga de chatarra, las obras del Puerto Exterior de Bilbao y el tráfico urbano en el centro urbano ya comentado anteriormente, configuran los niveles de PM₁₀ en el municipio de Portugalete.

6.4.8 Fotos de algunos focos emisores más destacados de material particulado en el entorno del municipio de Portugalete



Figura F6. – Intenso tráfico de vehículos a motor en el centro urbano de Portugalete



Figura F7. - Nervacero. Situada en Trapagaran al sur (S) del núcleo urbano de Portugalete



a)



b)

Figura F8. - Vista desde la Escuela de Nautica: Central Térmica y Astillero en Santurce al NW (a);
descarga de chatarra y carbón en el Puerto al NNW (b)



Figura F9. - Acería Compacta de Bizkaia (ACB). Situada en Sestao al sureste (SE) del núcleo urbano de Portugalete

6.5 Identificación de las causas de superación de los valores límite en el MUNICIPIO DE ERANDIO

El municipio de Erandio comprende una gran superficie, de la cual una parte muy importante corresponde a terreno rural (barrio de Martiartu y SantiMami). Sin embargo, también existe una importante carga industrial actualmente centrada en el barrio de Asua. Además de la población dispersa por la zona rural de Erandio, los principales núcleos de población se centran en Alzaga y Astrabudua, ambos junto a la ría del Nervión que en el pasado sostuvo una gran actividad industrial. El barrio de Alzaga se encuentra separado del valle de Asua por desniveles entorno a los cien metros. La desembocadura de río Asua en la ría de Bilbao es el paso natural entre los valles del Bajo Nervión y Asua, por donde en situaciones anticiclónicas masas de aire estables pueden circular de un valle a otro.

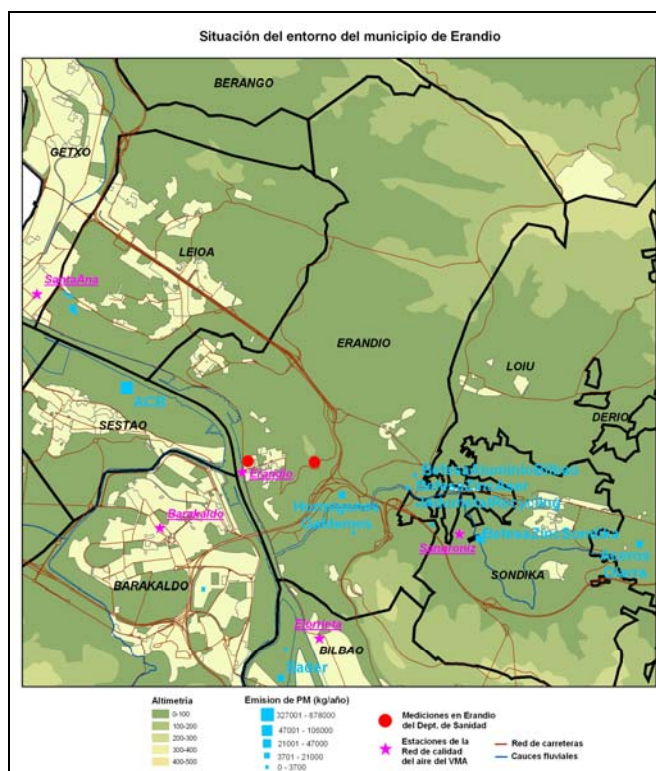


Figura 6.29. – Estaciones de calidad del aire de Erandio y principales focos industriales.

En general, la problemática de la contaminación atmosférica en Erandio ha ido mejorando desde las últimas décadas. En concreto, los niveles de partículas y plomo recogidos en los barrios de Tartanga y Arriaga han descendido en un orden de magnitud con respecto a los registrados a finales de los años ochenta. Aun así en Arriaga, todavía se siguen alcanzando valores de plomo elevados.

El tráfico de vehículos a motor que circula por el término municipal es muy grande considerando la gran circulación que existe por el puente de Rontegi y que en Erandio se juntan el corredor del Txorierri (N-637) y la carretera de la Avanzada (BI-637). Sin embargo, no hay que olvidar la carretera de la ría (BI-711) que une Bilbao con Getxo cuyos semáforos a la altura del barrio de Alzaga suelen provocar retenciones de cierta magnitud. Aunque existe una fuerte movilidad de los habitantes hacia el exterior del municipio, los desplazamientos dentro de él se realizan fundamentalmente “a pie” (71%). De los desplazamientos al exterior, el transporte público representa la mitad de los viajes motorizados. Estas son unas características a seguir fomentando en detrimento del vehículo privado.

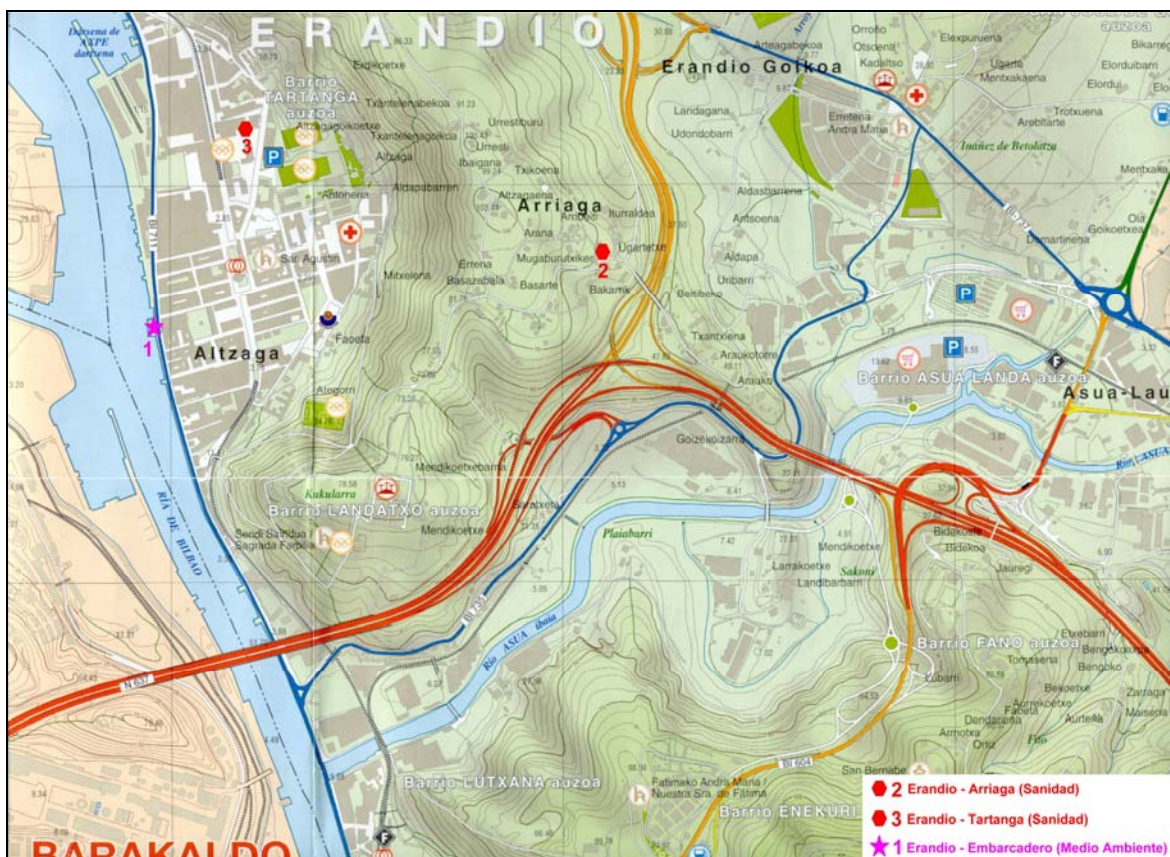


Figura 6.30. - Ubicación de las mediciones de material particulado en Erandio.

La estación de medida de contaminantes atmosféricos de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco (figura 6.29 y 6.30) se sitúa en el barrio de Alzaga en el embarcadero junto a la carretera de la ría (BI-711). Por otra parte, el Departamento de Sanidad realiza medidas de metales en el barrio de Tartanga (Alzaga) y en la zona alta de Arriaga que separa los valles de Asua y Nervión.



Figura 6.31. – Vista de la estación de calidad del aire de *Erandio* de la Viceconsejería de Medioambiente.

Un aspecto que ha influido en los niveles de partículas en suspensión y consecuentemente en su fracción PM_{10} , ha sido las obras del interceptor Udondo-Erandio desarrolladas desde mediados del año 2003 hasta el 2005.

6.5.1 Relación de concentraciones de PM_{10} con variables meteorológicas

La estación de calidad del aire de *Erandio* no dispone de mediciones meteorológicas con las que poder contrastar los datos de PM_{10} . Sin embargo, dadas las características de circulación del aire en el valle del Bajo Nervión, se han usado los datos de dirección e intensidad de viento de *Nautica*, situada a 4.5 km. de distancia para poder interpretar la relación entre la dirección de viento y la concentración de PM_{10} en *Erandio*.

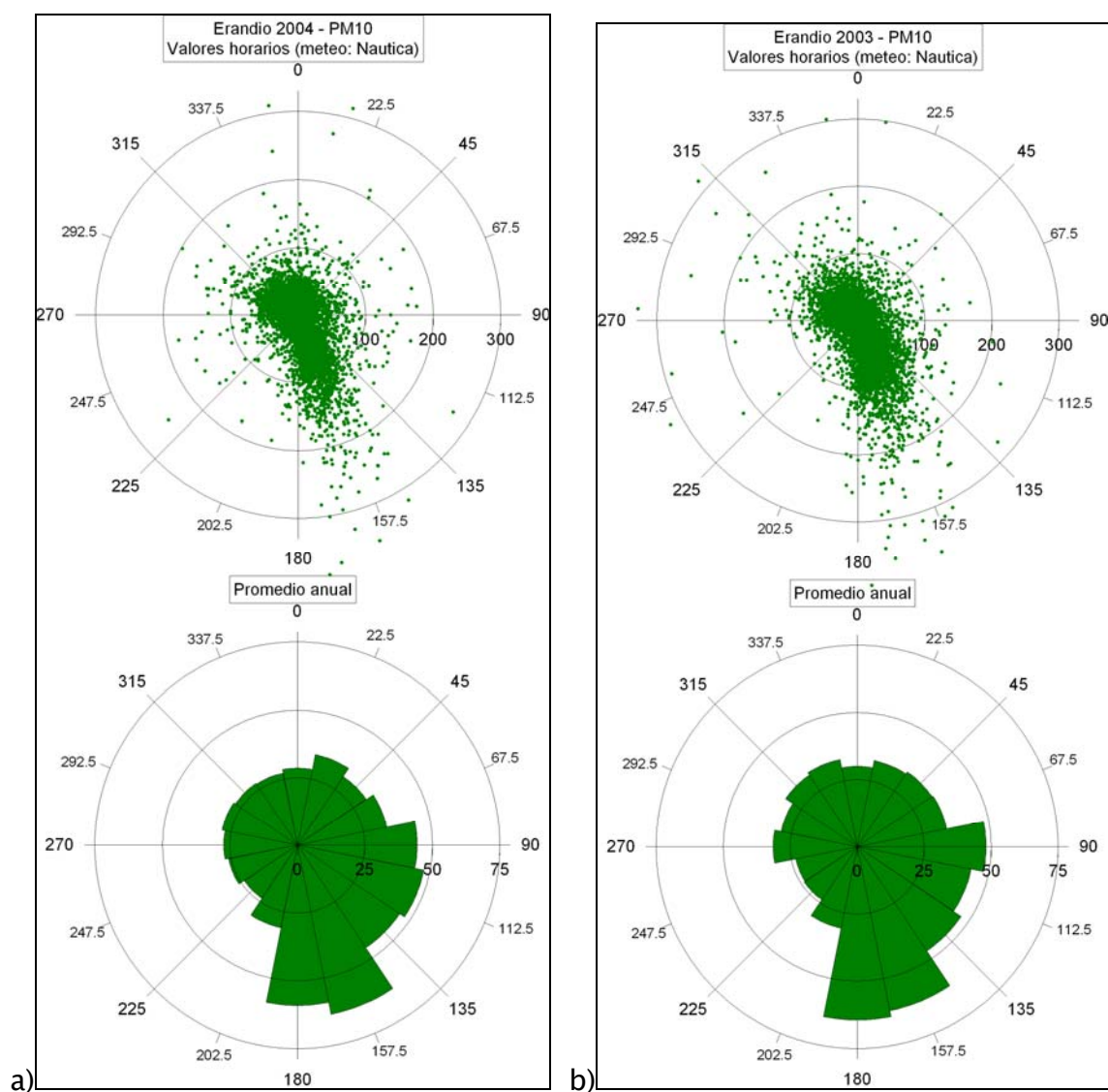


Figura 6.32. – Concentraciones promedio de PM_{10} en *Erandio* representadas por sectores dirección de viento de *Nautica* en el año 2003(a) y 2004(b).

Los resultados presentados en la figura 6.32 muestran que la dirección sur (S) y la sur-sureste (SSE) son en las que se dan los mayores niveles de PM_{10} . Hay que destacar que el resto de las direcciones del segundo cuadrante (SE, ESE, E) también registran concentraciones de PM_{10} mayores que cualquier otra dirección del primer, tercer y cuarto cuadrante. Considerando que los datos meteorológicos usados corresponden a la estación de *Nautica*, pero teniendo en cuenta las características de circulación atmosférica en el Bajo Nervión, podemos interpretar que las direcciones de

máxima concentración están asociadas a masas de aire contaminado que se mueven en dirección al mar. En situaciones de estabilidad anticlónica en el entorno del barrio de Alzaga pueden confluir tres canalizaciones de viento diferentes. Por una parte, se encuentra la masa de aire procedente de la parte más alta de la Ría del Nervión (Bilbao), pero por otra tenemos los vientos de valle del Cadagua y los provenientes del Asua, que en su conjunto arrastran una carga importante de contaminantes.

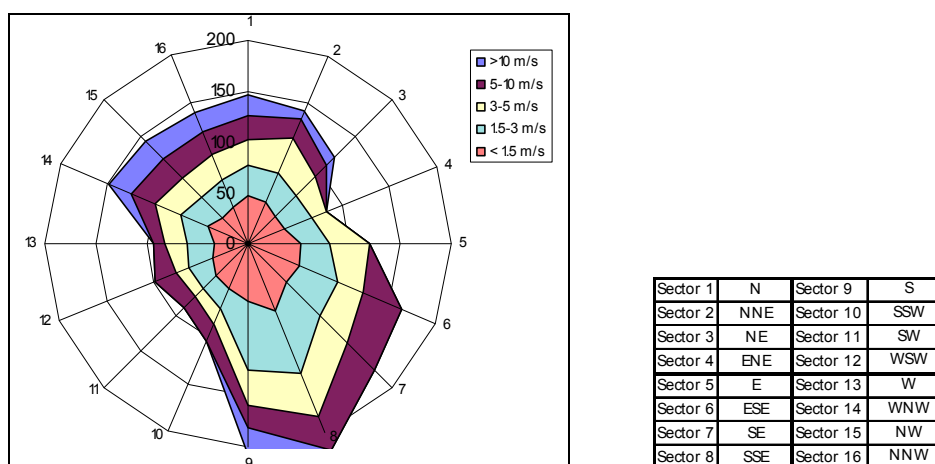


Figura 6.33. – Concentraciones promedio de PM₁₀ en *Erandio* representadas por sectores de dirección y rangos velocidad de viento de *Nautica* en el año 2004

Por velocidad de viento, tenemos que las mayores concentraciones se dan también para las direcciones sur (S) y sur-sureste (SSE) a velocidades de viento medias-bajas ($v < 3$ m/s) características de situaciones atmosféricas estables y brisas de valle. Otras direcciones del segundo cuadrante (ESE, E) también presentan concentraciones altas a velocidades bajas ($v < 1.5$ m/s). Conviene destacar que las direcciones del cuarto cuadrante (WNW, NW, NNW) presentan niveles de PM₁₀ muy similares en el rango de velocidades [1.5–10] m/s y cierta diferencia con las concentraciones a velocidades bajas ($v < 1.5$ m/s), indicando unos niveles de fondo relativamente constantes y la contribución de fuentes locales como el tráfico y las obras urbanas realizadas en las inmediaciones de la cabina en el periodo de estudio.

Por su parte, las direcciones sur-suroeste (SSW) y suroeste (SW) presentan unos niveles bajísimos para velocidades $v > 1.5$ m/s pudiendo estar asociados a situaciones meteorológicas (paso de frentes) que ‘limpian’ la atmósfera de material en suspensión bien por la entrada de aire limpio o por precipitación de lluvia.

En cualquier caso, para cada dirección de viento las mayores concentraciones siempre se dan a velocidades bajas ($v < 1.5$ m/s)

6.5.2 Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas

La estación de *Erando* presenta una distribución de concentraciones de NO_x según dirección de viento similar a la PM₁₀. Sin embargo, a diferencia de estaciones como *Nautica*, en *Erando* la diferencia de concentraciones entre cuadrantes de PM₁₀ y NO_x es muy similar. Esto puede deberse a la proximidad de una **fente local de NO_x como es el tráfico** en el entorno muy próximo.

Merece la pena señalar un par de diferencias entre los valores de NO_x y PM₁₀ cuando analizamos los resultados por velocidad de viento:

- a) En la dirección sur-suroeste (SSW) y la suroeste (SW) a velocidades bajas de viento ($v < 1.5$ m/s), se registran niveles altos de NO_x pero no de PM₁₀, lo que indica **la contribución de un foco cercano a NO_x** probablemente en el término municipal de Barakaldo.
- b) En las direcciones del cuarto cuadrante (WNW, NW, NNW), al aumentar la velocidad de viento, las concentraciones de NO_x, a diferencia de PM₁₀, disminuyen progresivamente, indicando de nuevo la clara influencia del tráfico local en este sector de viento para velocidades bajas de viento.

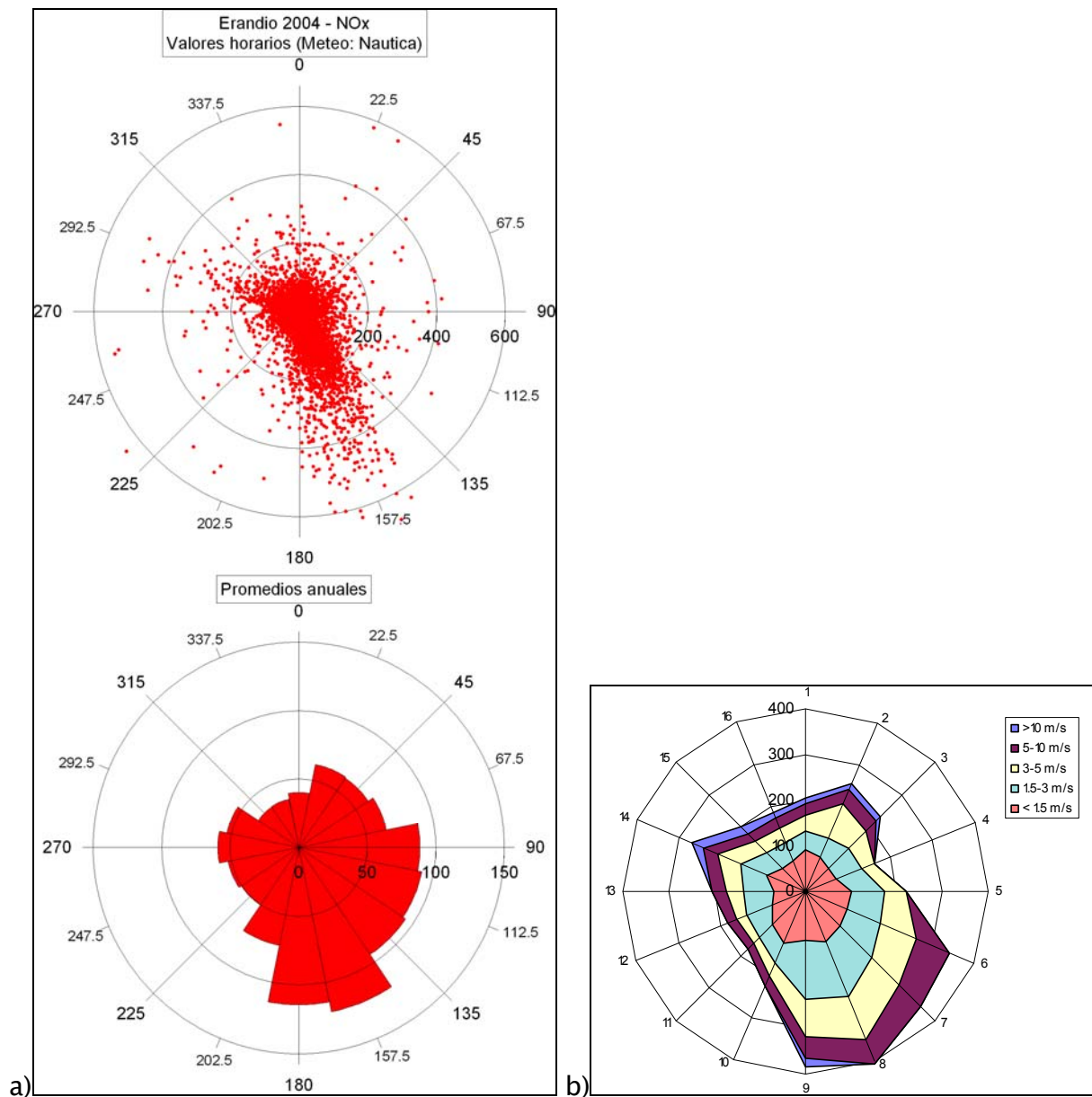


Figura 6.34. – Concentraciones promedio de NO_x en *Erandio* representadas por sectores de dirección (a) y rangos velocidad de viento (b) de Nautica en el año 2004

6.5.3 Ciclo diario de PM₁₀ y NO_x

De la media anual calculada para cada hora del día se puede observar la evolución diaria de las concentraciones de PM₁₀ y NO_x.

La figura 6.35 muestra el ciclo diario de PM₁₀ para *Erandio* en el año 2004, siendo muy similar al obtenido con los datos del año 2003. En la misma figura se muestran otros ciclos diarios de estaciones típicamente urbanas (*Indautxu* y *Txurdinaga*). *Erandio*, similar a *Nautica*, presenta unas características acordes a su ubicación dentro de la Ría del Nervión. Mientras *Txurdinaga* e *Indautxu* presentan dos picos de concentración diarios (por la mañana y por la tarde), *Erandio* solo presenta uno que ocurre por la mañana. A diferencia de *Nautica*, alejada de la influencia directa del tráfico, el pico de la mañana de *Erandio* experimenta una evolución similar al de otras estaciones urbanas influidas por el paso de vehículos (inicio del pico matinal sobre las 5 hora GMT), lo cual indica su influencia. Por otra parte, es importantísimo destacar, como las concentraciones por la noche tanto en *Nautica* como en *Erandio* son mucho más altas que las registradas en Bilbao. Esto está asociado al desplazamiento durante la noche de masas de aire estable que arrastran los contaminantes emitidos en dirección al mar mediante vientos de valle.

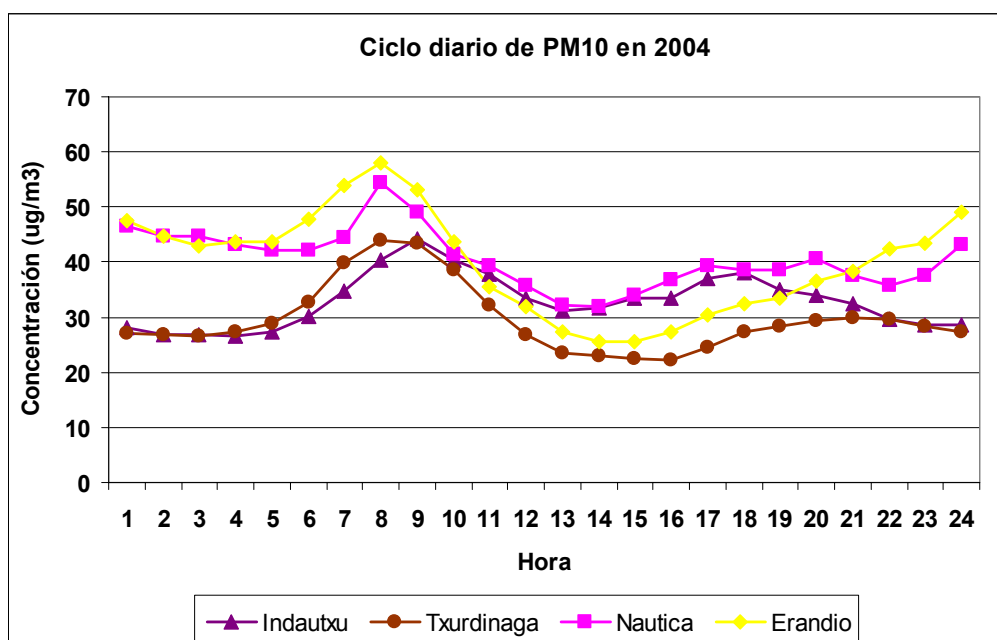


Figura 6.35. – Ciclo diario anual de PM₁₀ en la estación de *Erandio* en el año 2004

Al contrario que PM_{10} , el ciclo diario de NO_x sigue perfectamente las curvas típicas de estaciones urbanas con dos máximos. El primero se encuentra muy relacionado con la hora punta de tráfico de la mañana mientras el segundo se da un poco después del máximo de tráfico. Este retraso viene influenciado por el desarrollo, al inicio de la noche, de una situación de mayor estabilidad atmosférica en la que los contaminantes quedan atrapados en las capas más bajas de la atmósfera con menor posibilidad de dispersarse, y consecuentemente alcanzando mayores niveles de concentración.

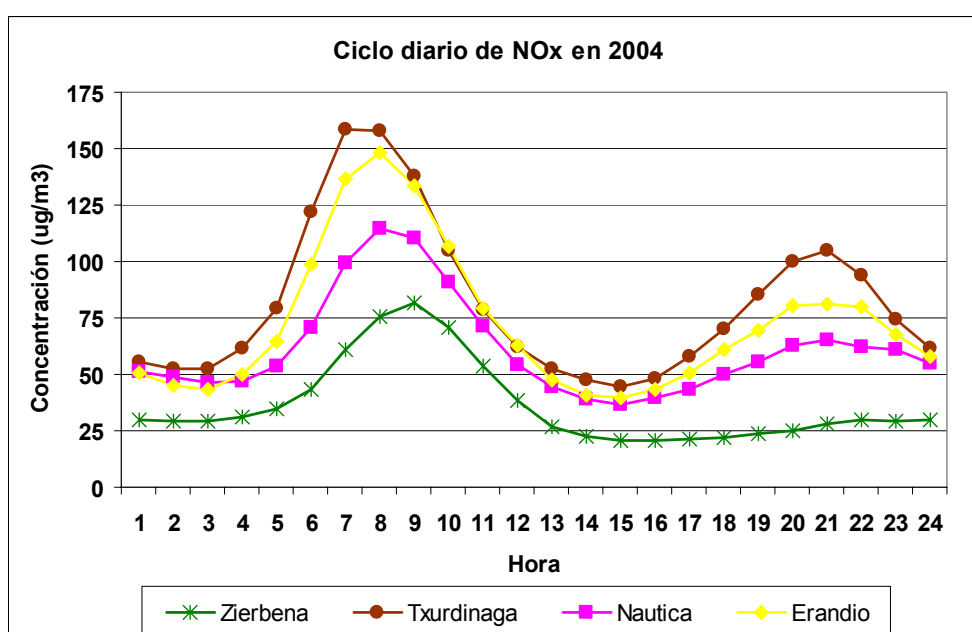


Figura 6.36. - Ciclo diario anual de NO_x en la estación de *Erandio* en el año 2004

6.5.4 Variación mensual de PM_{10} , NO y NO_2

Las variaciones mensuales de NO y NO_2 están caracterizadas por las condiciones meteorológicas predominantes. En *Erandio* la presencia de NO_2 es en general mayor que la de NO a excepción de momentos de máximos tráfico por la mañana. En cualquier caso las medias mensuales, a excepción de noviembre, dan mayores niveles de NO_2 que de NO a lo largo del año. Estaciones urbanas afectadas principalmente por

el tráfico presentan en la época otoño-invierno mayores concentraciones de NO debido a que las condiciones meteorológicas favorecen una peor dispersión y que existe una menor actividad fotoquímica. Sin embargo, en primavera-verano, las estaciones afectadas por el tráfico, como *Indautxu* en Bilbao, pueden presentar mayores concentraciones medias mensuales de NO₂ que de NO. Por ello, el hecho de que en *Erandio* las concentraciones mensuales de NO₂ sean en general mayor que las de NO, implica una **aportación externa de NO₂** diferente a lo que es emitido por el tráfico entorno a la estación de medida. Otra vez hay que pensar en una **masa de aire envejecida que transporta contaminantes a lo largo de la Ría.**

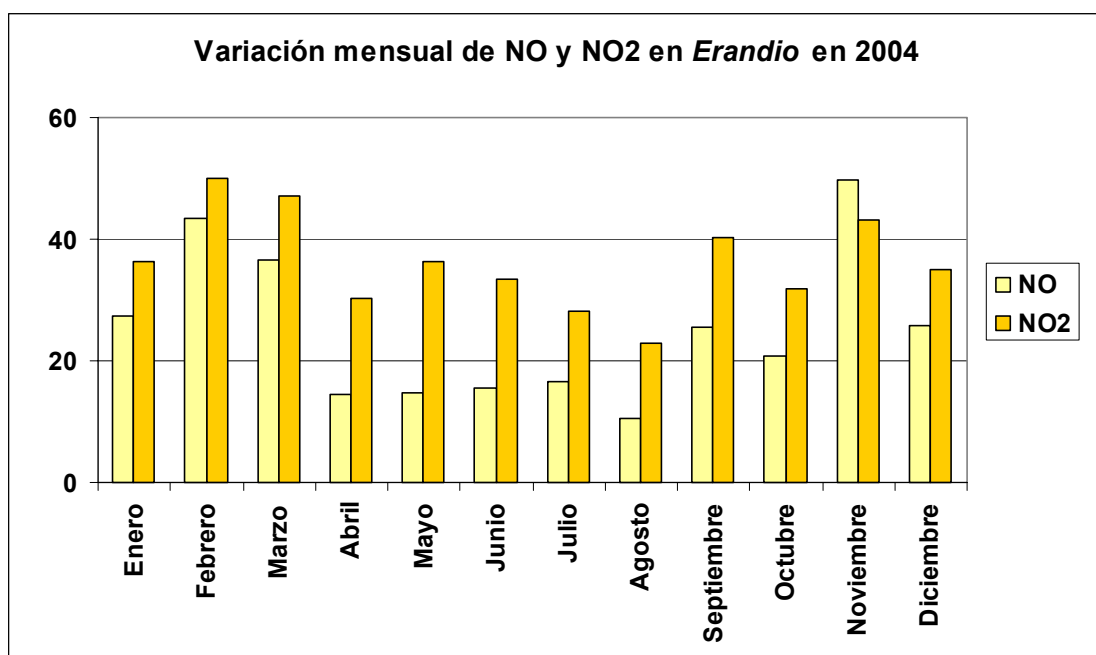


Figura 6.37. - Variación mensual de concentración de NO y NO₂ en *Erandio* en el año 2004

Al igual que otras estaciones de calidad del aire del Bajo Nervión y la CAPV, en *Erandio*, la concentración mensual de PM₁₀ no sigue ningún patrón establecido sino que depende de factores como la precipitación de lluvia y la circulación de aire por el Bajo Nervión.

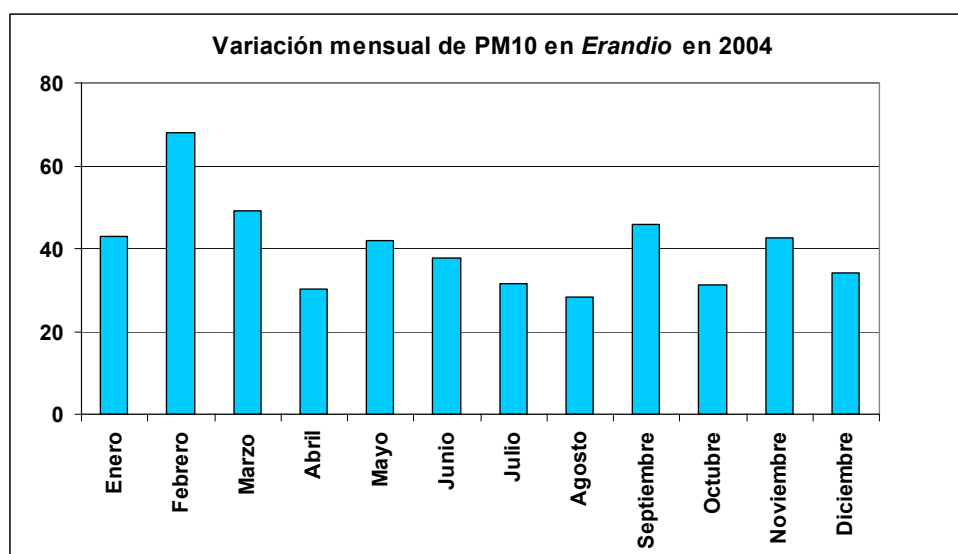


Figura 6.38. – Variación mensual de concentración de PM₁₀ en *Erandio* en el año 2004

6.5.5 Composición del material particulado en Erandio

Como ya se ha mencionado el Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco a través de la Dirección de Salud Pública lleva controles de metales en el material particulado de Erandio. Controla dos puntos situados en barrio de Tartanga y en el alto de Arriaga (figura 6.30). Los resultados se muestran en la tabla 6.7.

Elemento	Nº días	Promedio 2001 Arriaga	Nº días	Promedio 2002 Arriaga	Nº días	Promedio 2003 Arriaga	Zierbena ⁽¹⁾	Bilbao ⁽²⁾
Cr	125	79	54	94	37	132		52
Ni	126	50.3	54	52	37	67		28
Cd	124	51.1	54	15	37	73.1		4.3
Mn	126	140	34	150	37	135	59.9	135
Pb	125	564	49	460	37	1005	99.1	167
As	-	-	-	-	37	3.9		2.2

⁽¹⁾Canton y otros., 2005; ⁽²⁾Departamento de Sanidad (Gobierno Vasco), 2003

Elemento	Nº días	Promedio 2001 Tartanga	Nº días	Promedio 2002 Tartanga	Nº días	Promedio 2003 Tartanga	Zierbena ⁽¹⁾	Bilbao ⁽²⁾
Cr	-	-	15	122	29	110		52
Ni	-	-	10	49	29	61		28
Cd	-	-	15	14	29	12.2		4.3
Mn	-	-	-	-	29	143	59.9	135
Pb	-	-	13	310	29	393	99.1	167
As	-	-	-	-	29	3.1		2.2

⁽¹⁾Canton y otros., 2005; ⁽²⁾Departamento de Sanidad (Gobierno Vasco), 2003

Tabla 6.7. – Concentraciones de metales (ng/m³) en la fracción en partículas en suspensión totales (PST) registradas en el término municipal de Erandio

Actualmente no existe legislación que regule los niveles de metales en partículas en suspensión totales. Sin embargo, se puede considerar que en general los valores de metales en Erandio son altos presentando mayores concentraciones en *Arriaga* que en *Tartanga*. Si comparamos los valores registrados con otros de referencia en otras zonas de la CAPV, podemos observar que los niveles de plomo (Pb) y cadmio (Cd) son muy altos, especialmente en *Arriaga*. También destacan los niveles de cromo (Cr) y níquel (Ni).

En general, los metales en *Tartanga* presentan menos fluctuaciones a lo largo de los años que en *Arriaga*. En *Arriaga* los valores que mas fluctúan anualmente son los de cromo (Cr), cadmio (Cd) y plomo (Pb) manteniéndose en relativa constancia los valores de manganeso (Mn) y el níquel (Ni).

Estos resultados apuntan a la influencia de la industria del metal situada principalmente en el entorno del barrio de Asua (Erandio) y también en los municipios próximos del Txorierrri (Sondika, Loiu). Entre las actividades del metal realizadas en la zona de Asua destacan Befesa Zinc Aser, Befesa Aluminio Bilbao, Indumetal Recycling,

Befesa Zinc Sondika y Aceros Inoxidables Olarra, esta última con alta emisión de cromo (Cr) inventariada en el año 2002. Por otra parte, próximo a la Ría se encuentra Cables y Alambres. La proximidad del barrio de Arriaga a las empresas ubicadas en la zona de Asua justifica que los niveles de metales sean mayores en *Arriaga* que *Tartanga*. Aun así los niveles en *Tartanga* son mayores que en Bilbao (tabla 6.7) por lo que hay que esperar que la circulación de aire arrastre parte de las emisiones de Asua hacia la Ría de Nervión. Esta situación ocurre principalmente en situaciones de estabilidad anticiclónica (noche y primeras horas de la mañana) cuando vientos de valle y ladera fluyen generalmente con intensidades bajas desde el valle de Asua hasta el del Nervión.

Sin embargo, aunque hoy en día existen metales en Erandio que superan las recomendaciones de la OMS (Organización Mundial de la Salud), conviene mencionar que **la situación ha mejorado respecto dos décadas atrás**. Un estudio realizado en 1990 por Environment & Systems para la Vicenconsejería de MedioAmbiente apuntaba a que *“las medias mensuales de Pb en los sensores de Erandio-Tartanga y Erandio-Arriaga superan por lo general los 2 µg/m³”*. Estos valores suponen entre dos y cuatro veces más de los registrados hoy en día en *Arriaga* y más de siete veces lo de *Tartanga*. Así pues los niveles de *Tartanga* parecen haber mejorado bastante más que los de *Arriaga*. En el mismo informe se apuntaba que el *“problema se agrava en el periodo invernal”* y que *“la fuente o fuentes principales de emisión parecen encontrarse al E de los emplazamientos de los captadores (Erandio-Tartanga y Erandio-Arriaga)”* y *“sin descartar la posible influencia del tráfico (hoy en día despreciable por la eliminación del plomo de las gasolinas), parece indicar una influencia notable de las emisiones de plomo de los focos industriales de la zona de Asúa”*.

Es verdad que algunas de las industrias existentes en el año 1990 han cerrado su actividad en Asua y Alzaga o han mejorado sus procesos desde el punto de vista medioambiental (Ercosa, Plomos y Aleaciones, Befesa Aluminio Bilbao). Sin embargo, los niveles de metales actualmente siguen siendo demasiado altos.

6.5.6 Fotos de algunos focos emisores más destacados de material particulado en el entorno del municipio de Erandio



a)



b)

Figura F10. – a) Vista general del barrio de Alzaga (Erandio), al fondo el monte Serantes junto al mar; b) Tráfico en la carretera de la Ría Bilbao-Getxo (BI-711)



a)



b)



c)

Figura F11. – BefesaAluminioBilbao (antigua Remetal). Vista desde el barrio de Arriaga-Erandio (a); pabellones del proceso de la empresa (b, c)



a)



b)



c)

Figura F12. – BefesaZincAser (antigua Aser). a) Vista desde el barrio de Arriaga-Erandio (a); Planta de proceso (horno Waelz) (b); Almacenaje de material (c)



a)



b)

Figura F13. – Indumetal Recycling. Almacenaje de material (a); Planta de proceso (b)



Figura F14. - Aceros Inoxidables Olarra ubicada en Loiu junto a la carretera BI-637

6.6 Identificación de las causas de superación de los valores límite en el MUNICIPIO DE BARAKALDO

Barakaldo es un municipio que al igual que Portugalete y Erandio linda con la Ría del Nervión. Se sitúa más o menos a la misma distancia respecto del mar que Erandio pero en la margen izquierda de la Ría. Aunque el total del municipio tiene una superficie extensa, el núcleo urbano y el resto de suelo urbanizado (industria, vías principales de circulación, ...) se encuentran en el tercio norte del municipio siendo el resto de terreno zona rural. Sin embargo, hay que destacar que una de las actividades industriales más destacadas (Productos de Fundición; Profusa) se sitúa más hacia sur, dentro del valle del Cadagua.

El término municipal de Barakaldo y sus alrededores han albergado históricamente una alta presencia industrial que en cierta manera todavía mantiene. Además de las emisiones asociadas a la industria, y la alta densidad de habitantes que se concentran en núcleos urbanos próximos a la Ría del Nervión, hay que tener en cuenta la Red de carreteras estratégicas que discurren por Barakaldo (autovía A-8 y N-637 en su paso sobre el puente de Rontegi). Las densidades de tráfico de estos viales son de las mayores de todo Bizkaia, con un elevado tránsito de vehículos pesados (entorno al 10%). Aunque no existen estudios concluyentes sobre la emisión de contaminantes en el municipio asociadas al transporte, los datos existentes parecen evidenciar que las emisiones debidas al tráfico urbano son despreciables frente a las emisiones totales del tráfico en Barakaldo. Esta conclusión esta basada en la elevadísima emisión de contaminantes en los principales viales alrededor de Barakaldo (por lo que es difícil separar emisiones estrictamente municipales). La reciente peatonalización de algunas calles del municipio podría ser considerada un éxito si se comprueba la reducción general del uso del coche privado en las calles de Barakaldo.

Barakaldo dispone de buenas comunicaciones por transporte ferroviario que deberían ser promocionadas como alternativa al transporte privado. Aunque hubo una disminución de la demanda durante los años 2002 y 2003, esta se recuperó en el año 2004 y debería seguir aumentando como solución a la necesidad de movilidad de los ciudadanos. Por otra parte, la llegada de Metro Bilbao a Barakaldo debe ayudar a conseguir una minimización del uso del vehículo privado.

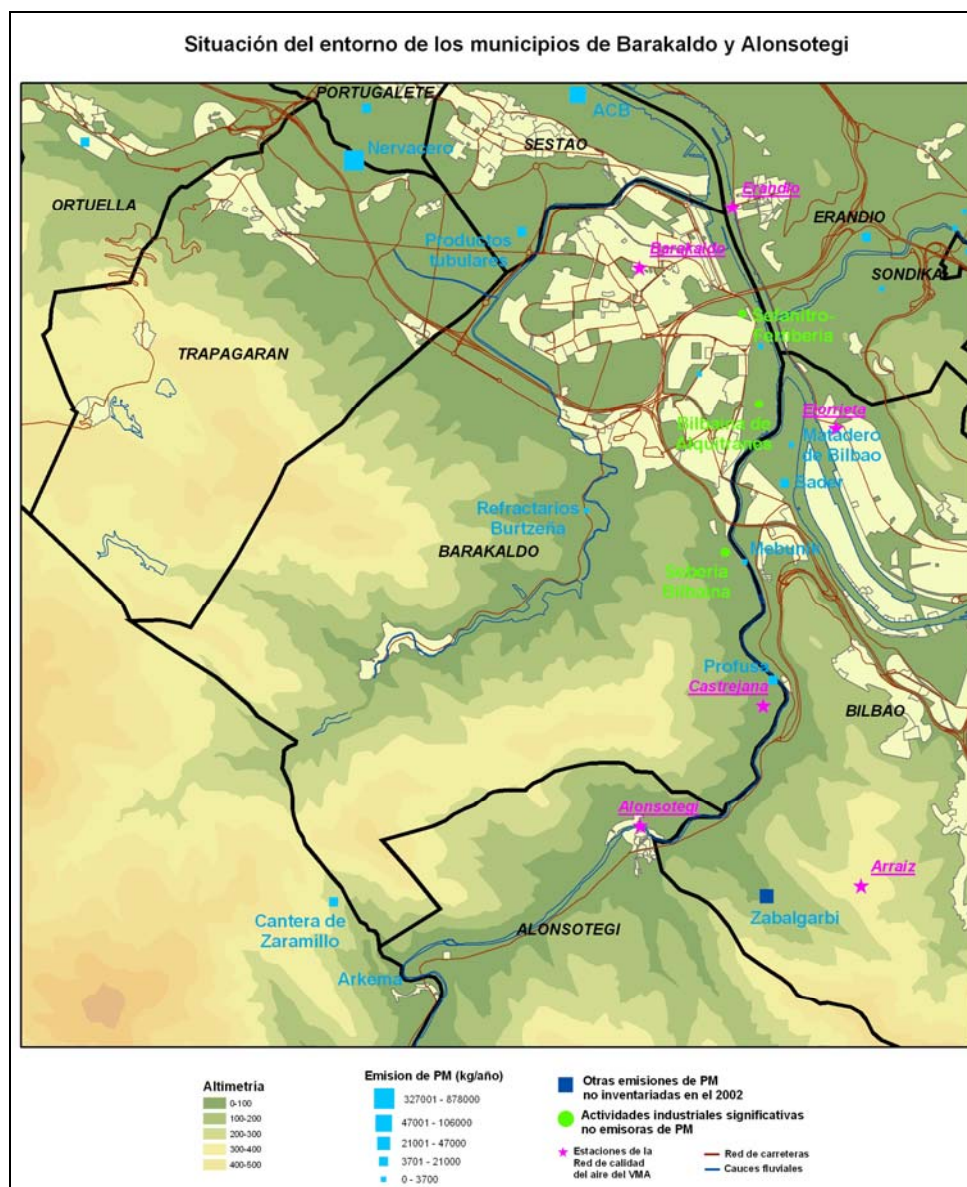


Figura 6.39. - Entorno de los municipios de Barakaldo y Alonsotegi y los principales focos industriales.

Además de las emisiones contaminantes producidas en el propio municipio, hay que tener en cuenta que Barakaldo se sitúa en la parte central del Bilbao Metropolitano. Por ello, debido a las circulaciones de aire típicas de la cuenca aérea en la que se encuentra, está fuertemente afectado por emisiones producidas en los municipios del entorno (Bilbao, Trapagaran, Sestao, Erandio).

6.6.1 Niveles de material particulado en Barakaldo: Afección de obras urbanas

Es muy importante indicar que los niveles de material particulado registrados en el municipio de Barakaldo **han estado influenciados en los últimos años por obras urbanas realizadas junto a la estación de medida** de calidad del aire ubicada en la Calle Hogar Propio. Estas obras comprendieron el periodo que va desde Marzo 2003 hasta Diciembre 2004 (datos facilitados por los responsables técnicos del Ayuntamiento de Barakaldo).

En la gráfica adjunta se puede observar la evolución de los promedios anuales desde el año 2002 hasta el 2005. En el periodo de obras los niveles son mayores que en el año anterior y posterior. Independientemente de la afección de las obras, en el año 2005, el número de superaciones diarias de PM₁₀ (50 ug/m³) ha sido más del doble de las permitidas por la legislación actual (R.D.1073/2002), aunque la media anual ha cumplido los estándares de calidad del aire.

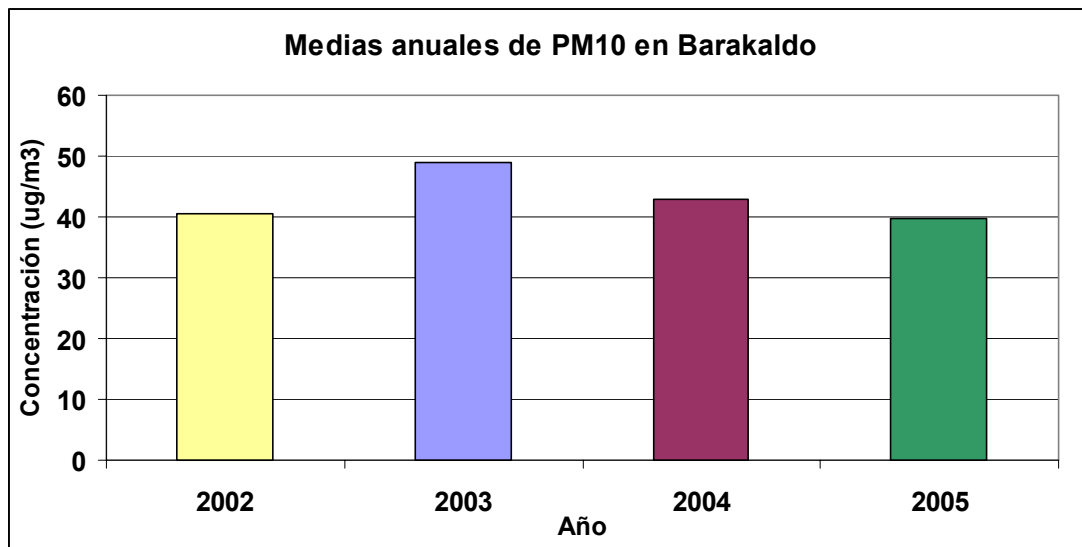


Figura 6.40. - Evolución de las concentraciones medias anuales de PM₁₀ en Barakaldo

Debido a esta afección de las obras urbanas durante los años 2003 y 2004, la valoración de la casuística de la contaminación atmosférica en Barakaldo se ha realizado con los últimos datos disponibles correspondientes al año 2005.



Figura 6.41. - Ubicación de la estación de calidad del aire de *Barakaldo*. Izquierda: Durante las obras (Julio 2003); Derecha: Posterior a las obras

6.6.2 Condiciones meteorológicas generales del municipio

Junto a un edificio próximo al emplazamiento de la estación de calidad del aire, se registran datos meteorológicos de dirección e intensidad de viento. En la figura 6.42 se puede observar una vez más como la rosa de vientos registrada durante el año 2005 tiene unas características análogas a las de otras estaciones ubicadas en el entorno del Bajo Nervión (*Náutica, Feria*), **predominando los vientos del segundo y cuarto cuadrante**. Por otra parte, destaca como las menores intensidades se dan en el segundo cuadrante asociadas en gran medida al desarrollo de vientos de valle en situaciones de estabilidad atmosférica.

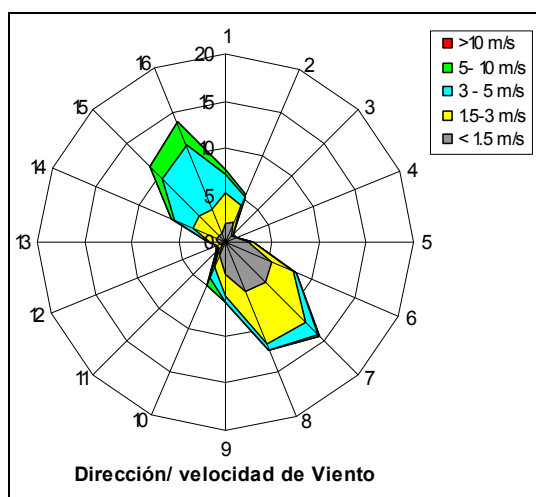


Figura 6.42. – Rosas de viento para la estación de calidad del aire de Barakaldo en 2005

Como ya se ha explicado para el caso de la estación de *Nautica* en Portugalete (capítulo 6.4.1) la figura 6.42 representa perfectamente los vientos predominantes a lo largo de la cuenca del río Nervión, si bien en invierno las brisas de mar pueden llegar de forma menos intensa a *Barakaldo* o empezar a notarse más avanzado el día de lo que ocurre en estaciones más costeras como *Nautica*.

6.6.3 Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas

Contrastando las situaciones meteorológicas con los niveles horarios de material particulado (PM₁₀) obtenemos las gráficas representadas a continuación:

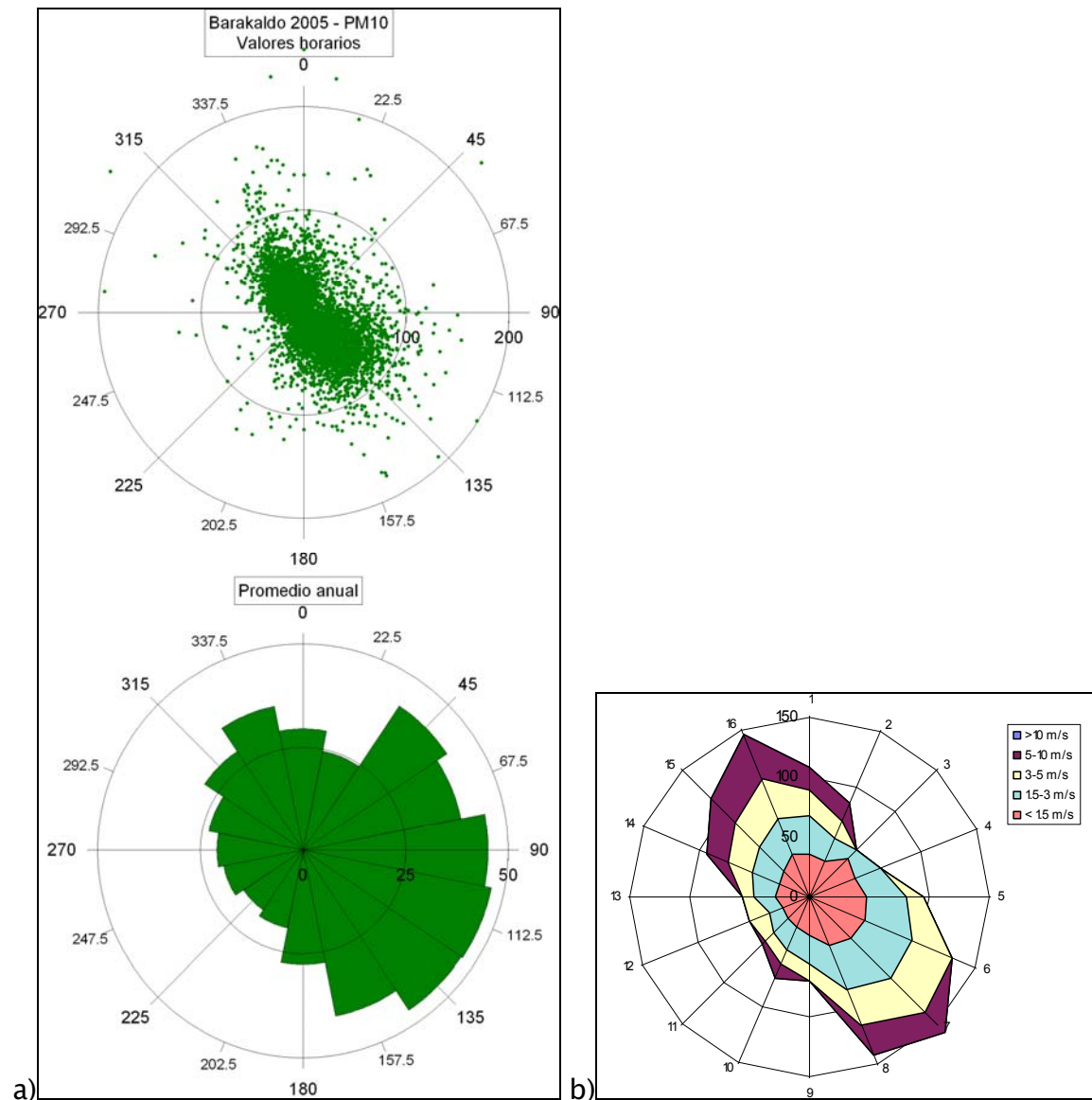


Figura 6.43. – Concentraciones promedio de PM₁₀ en *Barakaldo* representadas por sectores de dirección (a) y rangos velocidad de viento (b) en el año 2005

Los resultados muestran máximas concentraciones de PM₁₀ en el segundo cuadrante con direcciones de viento este (E) a sur-sureste (SSE). En el primer

cuadrante, las direcciones noreste (NE) y este–noreste (ENE), también presentan niveles altos, aunque la frecuencia de estas direcciones de viento es muy baja ($\approx 4\%$ del total). Por otra parte, el tercer cuadrante es el que menores concentraciones presenta.

Además, en general, para cada rango de velocidades de viento, las mayores concentraciones siempre se dan en el segundo cuadrante. Al igual que las direcciones de viento noroeste (NW) y nor–noroeste (NNW), el segundo cuadrante tampoco presenta diferencias importantes en los niveles de PM_{10} para las distintas intensidades de viento. Aun así, las mayores concentraciones en el segundo cuadrante siempre se dan a velocidades bajas de viento.

La distribución de concentraciones de PM_{10} según la dirección e intensidad del viento en *Barakaldo* muestra un grado diferente de afección de distintas fuentes de PM_{10} al mostrado en otras estaciones del Bajo Nervión. En comparación con *Nautica* o *Erandio*, en *Barakaldo*, los niveles de PM_{10} altos no se encuentran solo en un par de direcciones de viento y la diferencia con el resto no es tan grande. Esta situación puede estar relacionada con la ubicación del municipio dentro del Bajo Nervión, con importantes fuentes de contaminación en todo el entorno. Por ello, **los niveles de partículas en Barakaldo están influenciados no solo por las emisiones dentro del propio municipio sino por otras fuentes contaminantes situadas a lo largo del la ría del Nervión.**

6.6.4 Relación de concentraciones de NO y NO₂ con variables meteorológicas

En la gráfica 6.44 se muestran los niveles de NO y NO₂ según las direcciones de viento registradas. En ella queda patente la **fuerte influencia que la dirección de viento tiene sobre los niveles de NO**, lo que **no es tan patente en el caso de NO₂**. En ambos casos las mayores concentraciones se dan dentro del segundo cuadrante entorno a la

dirección sureste (SE). Sin embargo, el NO muestra una grandísima diferencia entre el segundo cuadrante y el tercer, cuarto y parte del primero.

Al igual que en el caso de PM_{10} , la dirección noreste (NE), aunque no es una dirección predominante, presenta concentraciones elevadas de NO a intensidades de viento bajas ($v < 1.5$ m/s), lo que está indicando la presencia de una fuente de combustión cercana. Para cada uno de los rangos de velocidad de viento, las concentraciones de NO siempre son mayores en el segundo cuadrante, siendo las máximas a velocidades bajas de viento ($v < 1.5$ m/s).

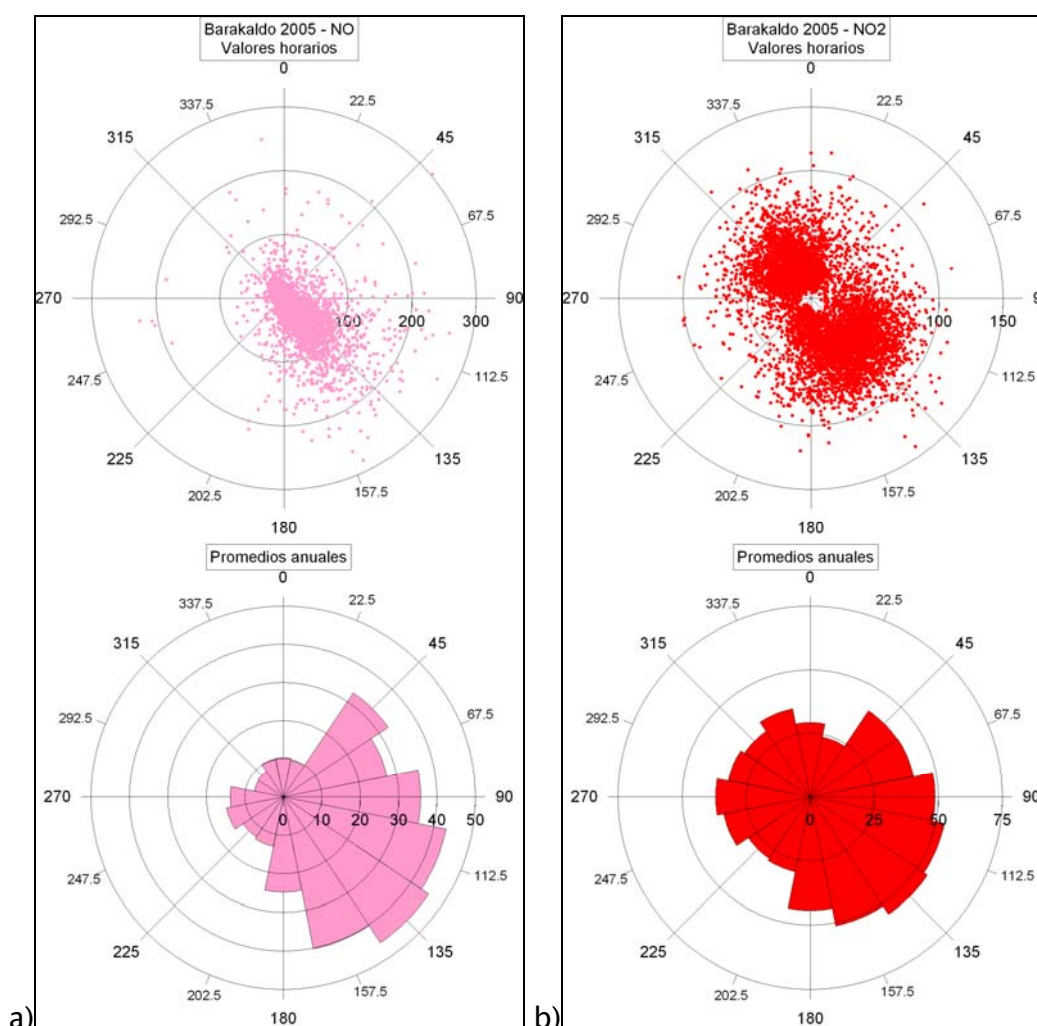
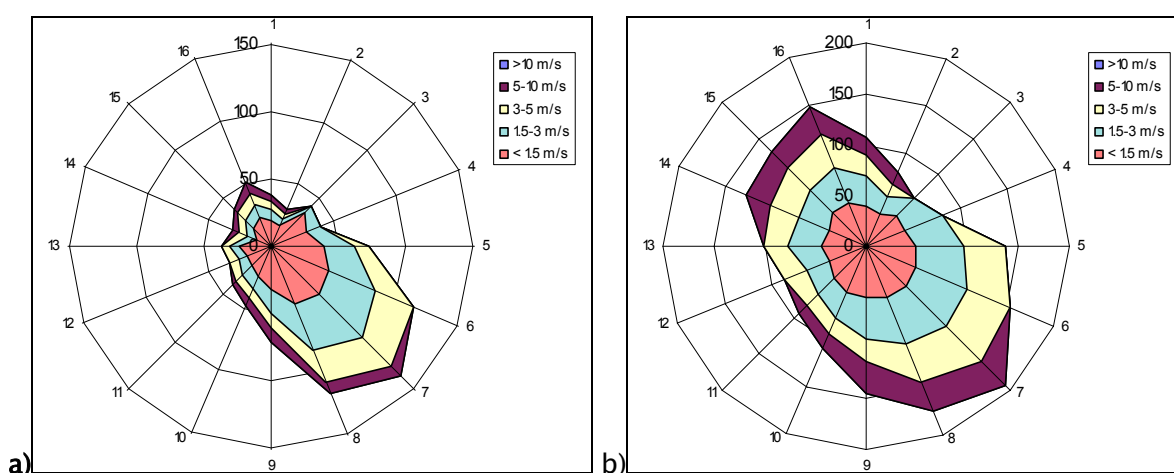


Figura 6.44. – Concentraciones promedio de NO y NO₂ en Barakaldo representadas por sectores dirección de viento en el año 2005.

El NO₂ muestra una mayor uniformidad que el NO en sus niveles para los diferentes rangos de velocidad de viento. En concreto, las concentraciones de NO₂ en las direcciones entorno a la sureste (SE) muestran valores similares para todo el rango de velocidades ($v < 5$ m/s), mientras el NO presenta una disminución para el rango [3-5] m/s. Por otra parte, también se presentan niveles similares en direcciones entorno al noroeste (NW) para todo el rango de intensidades de viento [1.5-5] m/s. Estas situaciones están asociadas a un transporte de aire contaminado envejecido (óxidos de nitrógeno presentes en estados más oxidados) proveniente de fuentes contaminantes no cercanas y/o asociada a la recirculación del aire dentro de la cuenca del Bajo Nervión.



Sector 1	N	Sector 9	S
Sector 2	NNE	Sector 10	SSW
Sector 3	NE	Sector 11	SW
Sector 4	ENE	Sector 12	WSW
Sector 5	E	Sector 13	W
Sector 6	ESE	Sector 14	WNW
Sector 7	SE	Sector 15	NW
Sector 8	SSE	Sector 16	NNW

Figura 6.45. – Concentraciones promedio de NO (a) y NO₂ (b) en Barakaldo representadas por sectores de dirección y rangos velocidad de viento en el año 2005

6.6.5 Ciclo diario de PM₁₀, NO y NO₂

Debido a las obras realizadas en los últimos años en el entorno de la estación de calidad del aire de *Barakaldo*, tomamos como referencia el año 2005, para el cálculo del ciclo diario de PM₁₀. En la figura 6.46 se pueden observar los resultados:

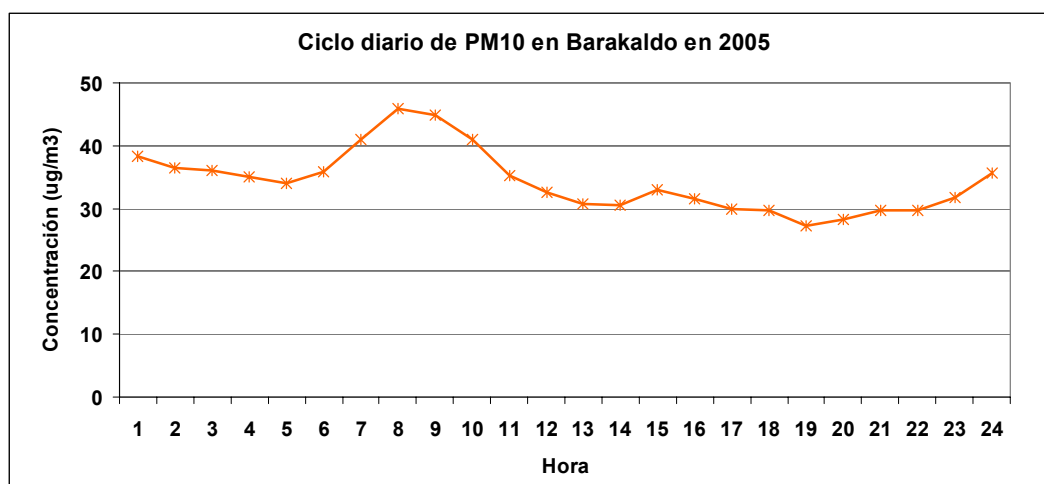


Figura 6.46. – Ciclo diario anual de PM₁₀ en la estación de *Barakaldo* en el año 2005

El ciclo diario de PM₁₀ muestra una evolución distinta a las de estaciones típicamente urbanas (mirar figuras de otras estaciones como *Indautxu* o *Txurdinaga* en figura 6.75 del capítulo 6.8.4. En el caso de *Barakaldo*, existe un pico por la mañana que coincide con otras estaciones urbanas. Sin embargo, el pico de la tarde se adelanta a las 15 horas (GMT) mientras en otras estaciones se da entre dos y cuatro horas más tarde. Esta situación justifica que **la estación de Barakaldo no está directamente influenciada por el tráfico urbano**, pero que las actividades industriales del entorno pueden influir de manera importante en los niveles de partículas. Si bien en el entorno más próximo no existen actividades con grandes emisiones de partículas (excluyendo el tráfico), hay industrias cuyas emisiones (NH₃ y NO_x) podrían participar en la formación de material particulado secundario (a partir de reacciones químicas en la atmósfera).

Por otra parte, en la figura 6.47 se presenta la evolución mensual del ciclo diario de los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂). En ella se puede observar la existencia durante el otoño e invierno de dos máximos NO y NO₂ (por la mañana y por la tarde) que durante el verano no se producen. Como se ha visto anteriormente, esto es debido a las altas concentraciones de ozono alcanzadas en esta época del año que rápidamente oxidan nuevas emisiones de NO. Además el periodo de otoño–invierno presenta en general mayores valores de NO y NO₂ asociados a situaciones de mayor estabilidad atmosférica que dificulta la dispersión de contaminantes emitidos.

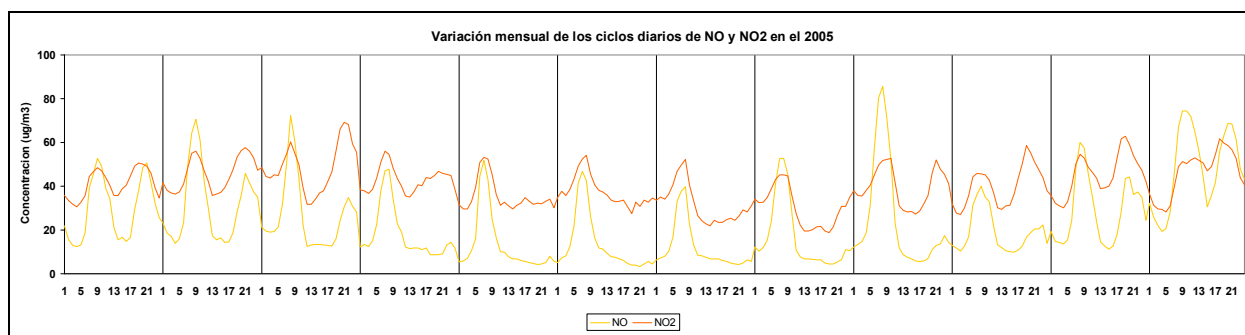


Figura 6.47. – Ciclo diario por meses de NO y NO₂ en la estación de *Barakaldo* en el año 2005

6.6.6 Variación mensual de PM₁₀, NO y NO₂

Como se explicó en el caso de Erandio (capítulo 6.5.4), las variaciones mensuales de NO y NO₂ están caracterizadas por la ubicación de Barakaldo dentro de la cuenca del Bajo Nervión, así como las condiciones meteorológicas variables durante el año y que en general provocan mayores concentraciones de NO y NO₂ en el periodo invernal debido a las peores situaciones dispersivas.

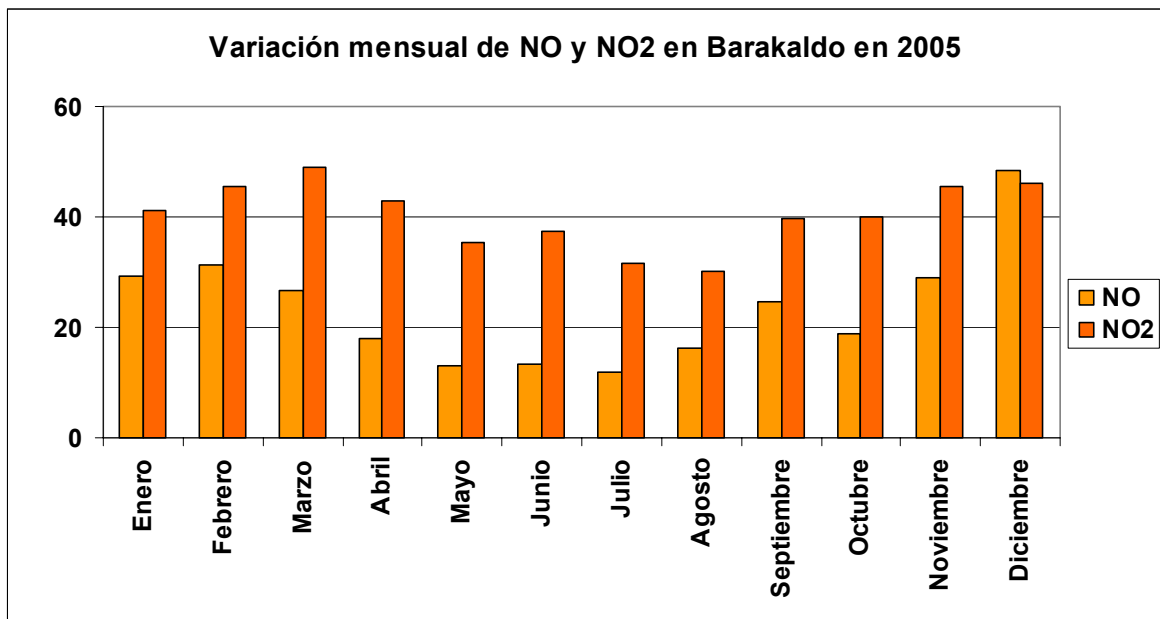


Figura 6.48. – Variación mensual de concentración de NO y NO₂ en *Barakaldo* en el año 2005

Por el contrario, las concentraciones de PM₁₀ no presentan ningún ciclo anual sino que varían según la situación atmosférica predominante en cada uno de los meses y sobre todo en relación a la precipitación de lluvia que consigue limpiar la atmósfera de material particulado. Como ya se ha comentado anteriormente, la lluvia también permite retirar el polvo depositado en el suelo evitando por lo tanto la resuspensión del mismo por el viento y por el propio tráfico de vehículos.

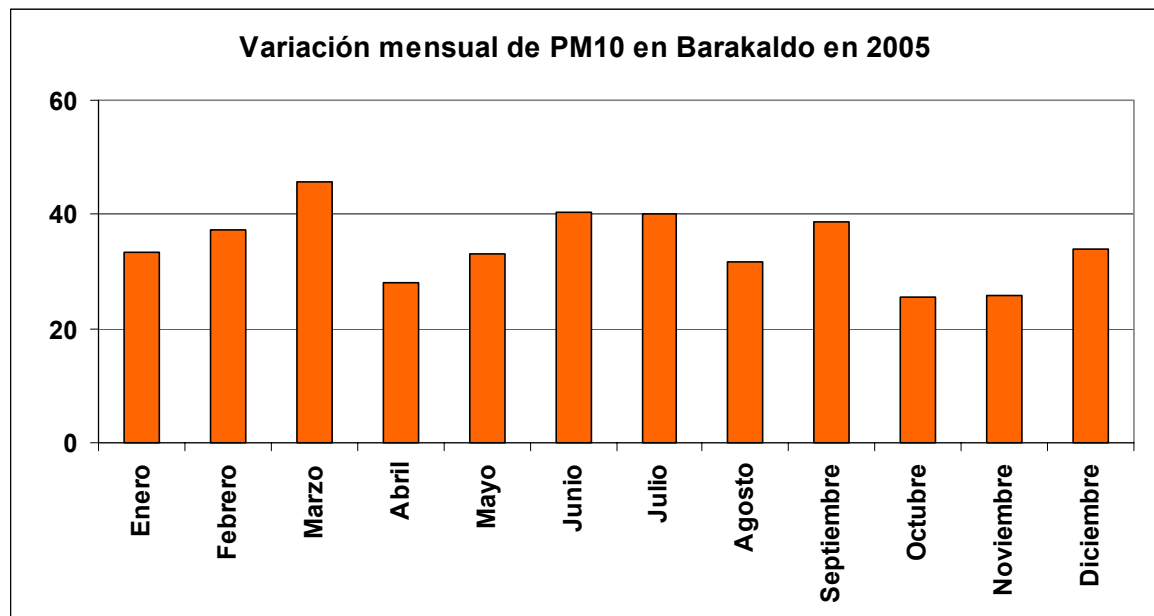


Figura 6.49. – Variación mensual de concentración de PM₁₀ en *Barakaldo* en el año 2005

6.6.7 Otras mediciones de calidad del aire realizadas en Barakaldo

En Barakaldo existen actividades industriales con importante emisión de amoníaco (NH₃). Las **direcciones de viento con mayores concentraciones de este contaminante concuerdan con la ubicación de las actividades emisoras**. Estas son Sefanitro–Fertiberia y Bilbaína de Alquitrans en dirección sureste (SE) de la cabina de medición de Barakaldo.

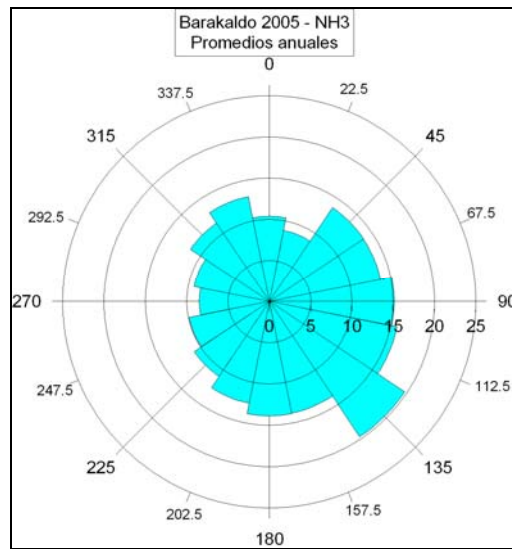


Figura 6.50. – Concentraciones promedio de NH₃ en *Barakaldo* representadas por sectores de dirección en el año 2005

Además, en Barakaldo existe otra estación de medida denominada *Castrejana* junto a la empresa Profusa dentro del valle del Cadagua. Aunque las importantes emisiones de PM₁₀ de Profusa llegan al valle del Nervión y consecuentemente al núcleo principal de población de Barakaldo junto a la ría, se ha considerado estudiar la estación de *Castrejana* dentro de la problemática del municipio de Alonsotegi debido a su ubicación dentro del citado valle del Cadagua.

6.6.8 Fotos de algunos focos emisores más destacados de contaminación atmosférica en el entorno del municipio de Barakaldo



Figura F14. - Tráfico en el casco urbano de Barakaldo



Figura F15. - Sefanitro-Fertiberia situada próximo al núcleo de población principal de Barakaldo al sureste (SE) de la estación de medida de Barakaldo



Figura F16. – Productos Tubulares situada en Sestao muy próximo a la estación de calidad del aire de Barakaldo 1200 al este (E).



Figura F17. – Productos de fundición (Profusa) situada en Castrejana al sur (S) del núcleo principal de población en la entrada al valle del Cadagua

6.7 Identificación de las causas de superación de los valores límite en el MUNICIPIO DE ALONSOTEGI

El núcleo principal de población de Alonsotegi se encuentra dentro del valle del Cadagua. Este es un valle profundo que conecta el Bajo Nervión con la parte meridional de las Encartaciones (Gordexola y Güeñes). Entre Alonsotegi y Sodupe el valle se presenta muy canalizado con fuertes desniveles topográficos (figura 6.39).



Figura 6.51. - Valle del Cadagua en su conexión (al fondo) con el valle del Nervión.

Aunque la población residente en el municipio de Alonsotegi es baja (algo más de dos mil habitantes), **el tráfico de vehículos que soporta es muy alto**. Una grandísima parte de este tráfico es ajeno al municipio. Hay que tener en cuenta que en la actualidad y hasta la entrada en servicio del Corredor del Cadagua, la única carretera que discurre por el fondo del valle (BI-636) pasa por el núcleo poblado de Alonsotegi. Así como por la calles de Alonsotegi el tráfico es generalmente fluido, la carretera BI-

636, registra frecuentes atascos que evidentemente afectan el núcleo poblado. El elevado tráfico de este vial (25.000 vehículos/día y 8-9% de vehículos pesados) esta asociado a las diferentes actividades económicas de la zona y a ser la principal vía de comunicación entre el Bajo Nervión y poblaciones importantes de las Encartaciones como Zalla y Balmaseda, así como la zona norte de Burgos.

En el entorno de Alonsotegi, además del tráfico de vehículos existen dos empresas altamente contaminantes (Arkema y Profusa) y de la cantera de Zaramillo. Durante el año 2004 entró en funcionamiento Zabalgarbi cuyo impacto en la calidad del aire de Alonsotegi no se estima importante debido a la altura de la emisión de los contaminantes. Dada la orografía del terreno los flujos de aire siguen por lo general el curso del valle por lo que cualquier contaminante emitido en su interior, tenderá a desplazarse dentro de él y generalmente hacia la desembocadura en el Bajo Nervión.



a)

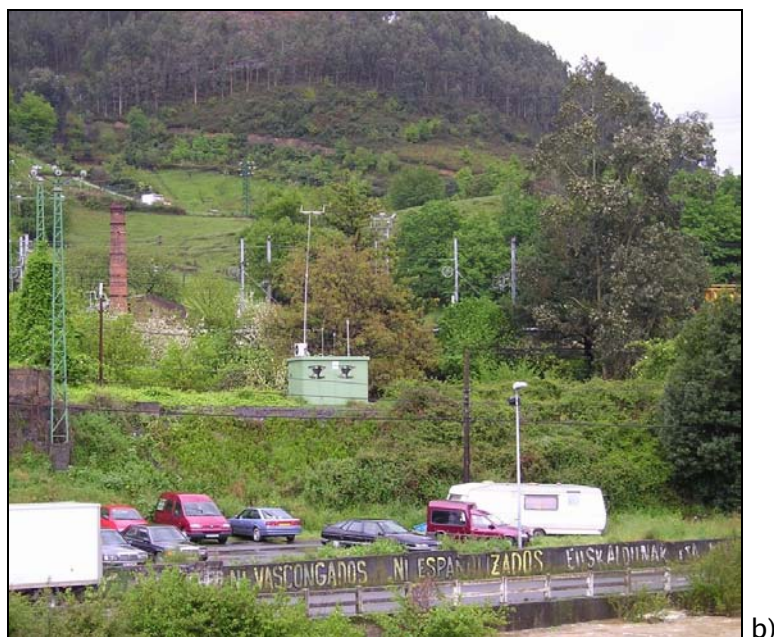


Figura 6.52. - Ubicación de la estación de calidad del aire de *Castrejana* (a) y *Alonsotegi* (b)

La Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco dispone de los datos de dos estaciones de calidad del aire situadas dentro del Valle del Cadagua. Una de ellas, la de *Castrejana*, se sitúa junto a la empresa Productos de Fundición (Profusa) próxima a la salida del valle hacia el Bajo Nervión. La otra denominada *Alonsotegi*, se sitúa en el entorno del núcleo principal de población de Alonsotegi (Figura 6.52).

6.7.1 Condiciones meteorológicas generales del municipio

Las condiciones dispersivas dentro del valle del Cadagua son diferentes a las del valle Nervión. En primer lugar los valles se encuentran orientados de diferente manera pero además el valle del Cadagua es mucho más profundo.

La estación de *Castrejana*, por la orientación que tiene el valle del Cadagua cuando sale al Bajo Nervión, presenta vientos de salida del valle que en cierta medida coinciden con los registrados en *Barakaldo*. Sin embargo, la estación de *Alonsotegi*, no recoge direcciones de viento similares a las dos anteriores. En la figura 6.53 se puede

observar como cuando en *Barakaldo* se registran direcciones de viento del sureste (SE), en *Castrejana* se registran valores similares correspondiendo con brisas de valle. Sin embargo, las brisas de mar del noroeste (NW) registradas en *Barakaldo* no tienen una dirección definida en *Castrejana*. A su vez, observamos que las direcciones predominantes del oeste (W) en *Alonsotegi* corresponden con valores próximos al sureste (SE) en *Castrejana*, asociados a vientos que en condiciones atmosféricas adecuadas siguen la dirección del valle.

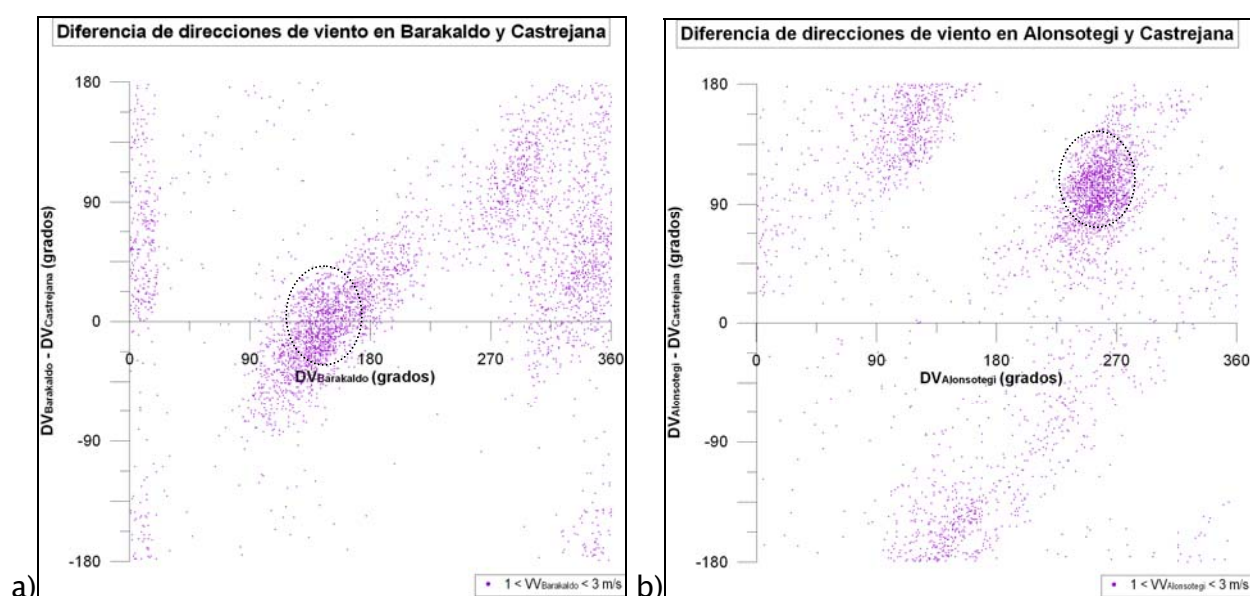


Figura 6.53. – Diferencias en las direcciones de viento en las estaciones de Barakaldo y Castrejana (a) y Alonsotegi y Castrejana (b) en el año 2004

Por lo tanto, si bien es verdad que las medidas de viento de Alonsotegi puede estar influenciadas por efectos locales, parece existir un **desacople en la dirección de los vientos registrados en el Bajo Nervión y en el valle del Cadagua**. Las brisas de mar detectadas en *Barakaldo*, en situaciones estables de la atmósfera, no penetran con facilidad por el Cadagua predominando en este valle los vientos que salen al Bajo Nervión. La época en que se registran en Alonsotegi mayores direcciones de viento del este (E), entrando desde el Bajo Nervión, es en primavera-verano cuando las brisas de mar tienen mayor intensidad. En cualquier caso, **la componente de viento claramente**

predominante en *Alonsotegi* es la oeste (W) y oeste-suroeste (WSW) en dirección al valle del Nervión.

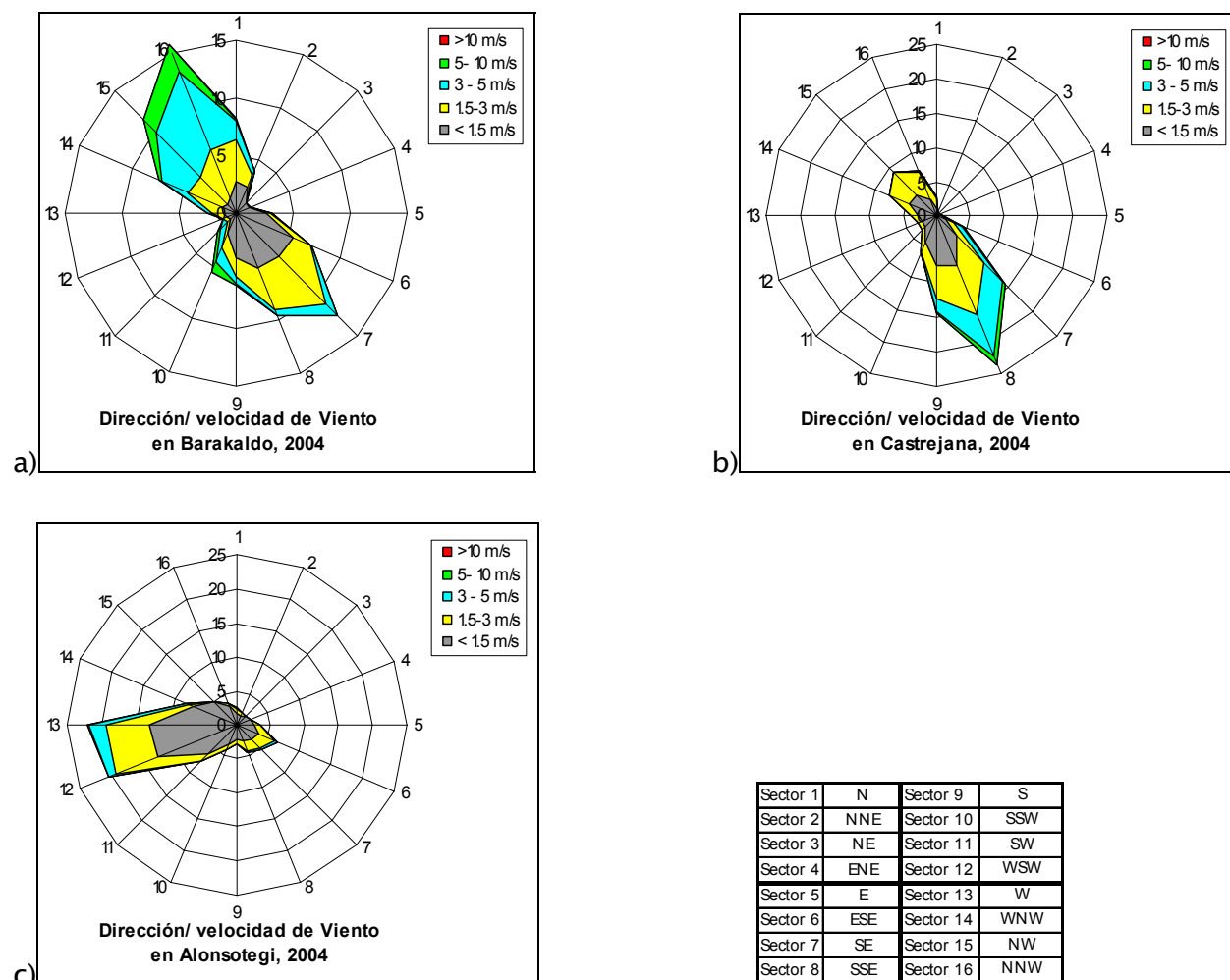


Figura 6.54. – Rosas de viento para la estación de calidad del aire de Barakaldo (a), Castrejana (b) y Alonsotegi (c) en 2004

Estas características del flujo de viento influyen de manera determinante en el transporte de los contaminantes y por lo tanto en la identificación de posibles focos influyentes en los niveles de calidad del aire.

6.7.2 Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas

Se han representado las concentraciones horarias de PM₁₀ de las estaciones de calidad del aire del valle del Cadagua (*Castrejana, Alonsotegi*) frente a variables meteorológicas registradas en los propios emplazamientos de las cabinas. En ambas estaciones se han estudiado los años 2003 y 2004. A continuación mostramos los resultados de cada estación:

a) Estación de *Castrejana*

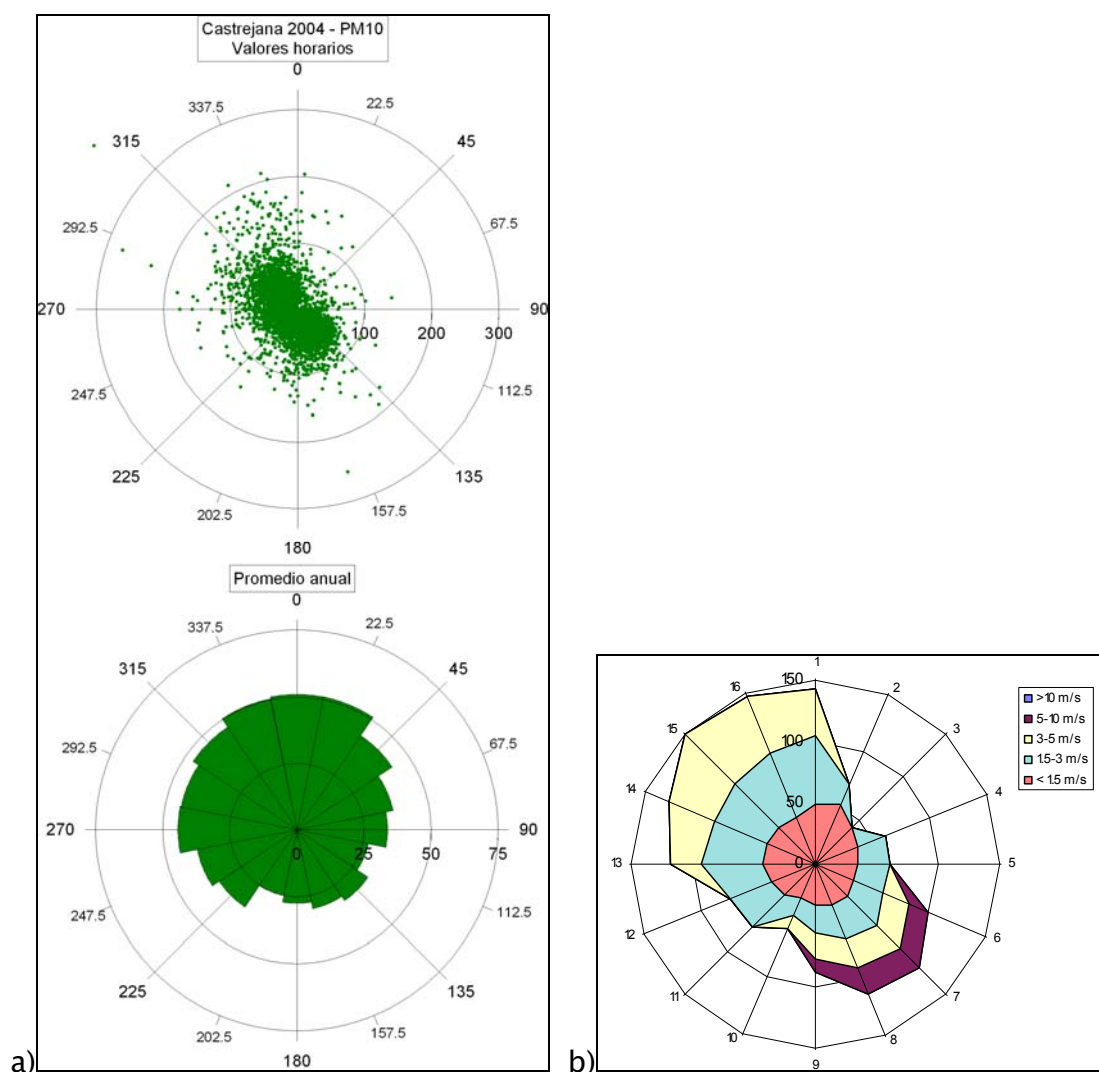


Figura 6.55. – Concentraciones promedio de PM₁₀ en *Castrejana* representadas por sectores de dirección (a) y rangos velocidad de viento (b) en el año 2004

Las concentraciones de PM_{10} muestran máximos entorno a la dirección norte (N). Los niveles también son altos en el cuarto cuadrante. Existe una diferencia significativa entre las concentraciones en estas direcciones y las del segundo cuadrante correspondiendo a vientos provenientes del interior del valle del Cadagua que en situaciones de estabilidad atmosférica siguen el curso del valle.

Por otra parte, en el rango de velocidades 1.5–3 m/s destacan las altas concentraciones en direcciones NW, NNW y N, siendo mas elevadas que las registradas a velocidades de viento bajas ($v < 1.5$ m/s). En cualquier caso, estas direcciones de viento presentan las mayores concentraciones en cualquiera de los rangos de velocidad, existiendo una diferencia notable con direcciones del segundo cuadrante para $v > 1.5$ m/s.

Estos resultados parecen indicar que **sobre la fuente próxima de material particulado (Profusa) situada al norte (N), existe un fondo o masa de aire contaminada que puede llegar a Castrejana desde el valle del Nervión.**

b) Estación de *Alonsotegi*

La figura 6.56 muestra los resultados obtenidos en *Alonsotegi* para el año 2004, los cuales son similares a los obtenidos en el año anterior (2003).

Las mayores concentraciones medias de PM_{10} en *Alonsotegi* se recogen con direcciones de viento del primer cuadrante. Sin embargo, es importante señalar que estas no son direcciones predominantes en *Alonsotegi* lo cual minimiza su impacto a lo largo del año. Por rangos de intensidad de viento, las mayores concentraciones en este mismo primer cuadrante se dan para intensidades mayores de 1.5 m/s (aunque en *Alonsotegi* su frecuencia es baja). Además, a velocidades bajas ($v < 1.5$ m/s) presenta mayores niveles de PM_{10} que el resto de direcciones viento. Estas características del material particulado se pueden interpretar como **un arrastre de**

contaminantes desde el Bajo Nervión, así como otros emitidos en la desembocadura del valle del Cadagua, pero con escasa incidencia en los niveles anuales (debido a la baja frecuencia de estas situaciones meteorológicas en *Alonsotegi*).

La dirección oeste (W) y próximas, predominantes en *Alonsotegi*, además de mostrar las menores concentraciones de PM_{10} , muestran un salto importante entre intensidades de viento bajas ($v < 1.5$ m/s) y medias-altas ($v > 1.5$ m/s), indicando **cierto origen local** en el material particulado registrado.

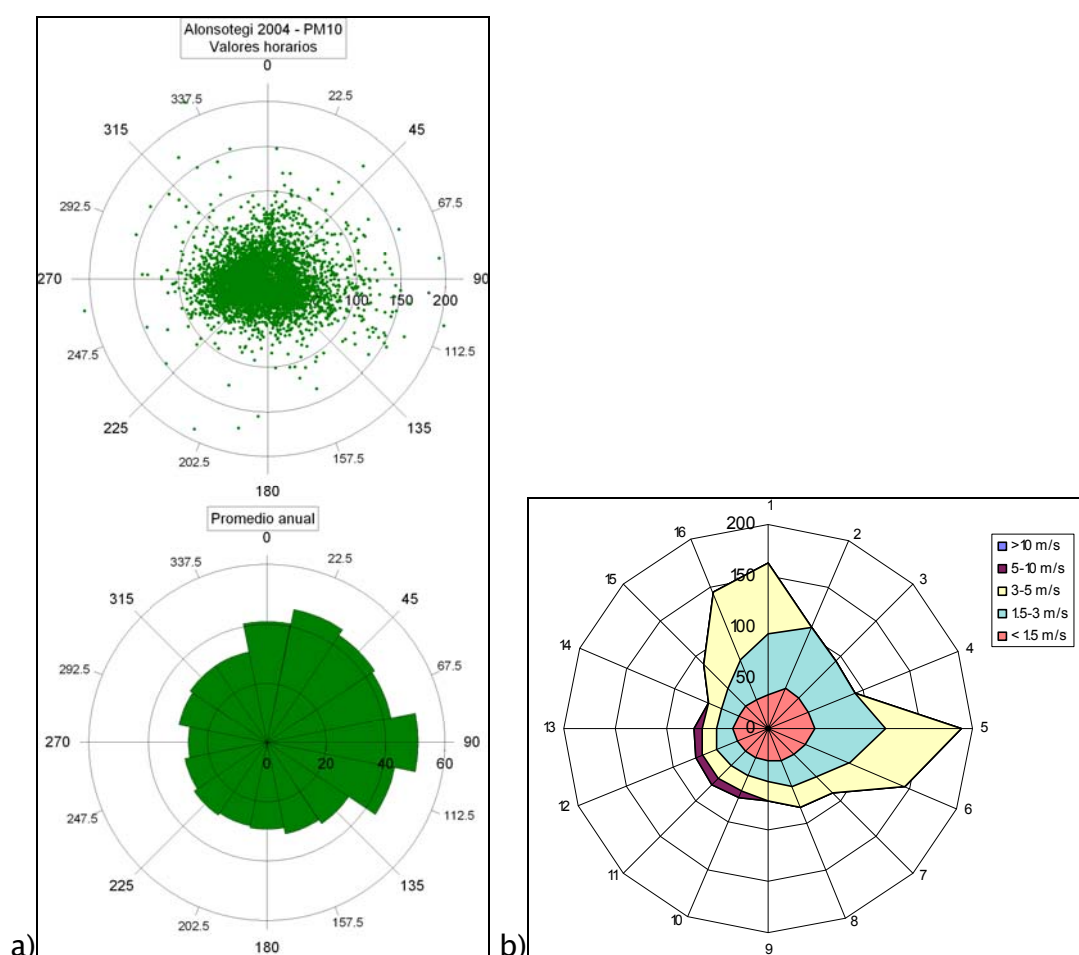


Figura 6.56. – Concentraciones promedio de PM_{10} en *Alonsotegi* representadas por sectores de dirección (a) y rangos velocidad de viento (b) en el año 2004

Los resultados de *Castrejana* y *Alonsotegi* son coherentes desde el punto de vista de su ubicación dentro del valle del Cadagua. Mientras a *Castrejana* las brisas de mar pueden arrastrar durante todo el año material particulado del Bajo Nervión con direcciones de viento entorno a nor-noroeste (NNW), en *Alonsotegi* estas aportaciones parecen menores centrándose a la primavera y verano cuando las brisas de mar son más intensas y consiguen penetrar por el valle del Cadagua. En cualquier caso, como se ha visto en el análisis meteorológico (figura 6.54) el flujo de aire predominante a lo largo del valle del Cadagua viene del oeste (W) y oeste-suroeste (WSW) en dirección al Bajo Nervión.

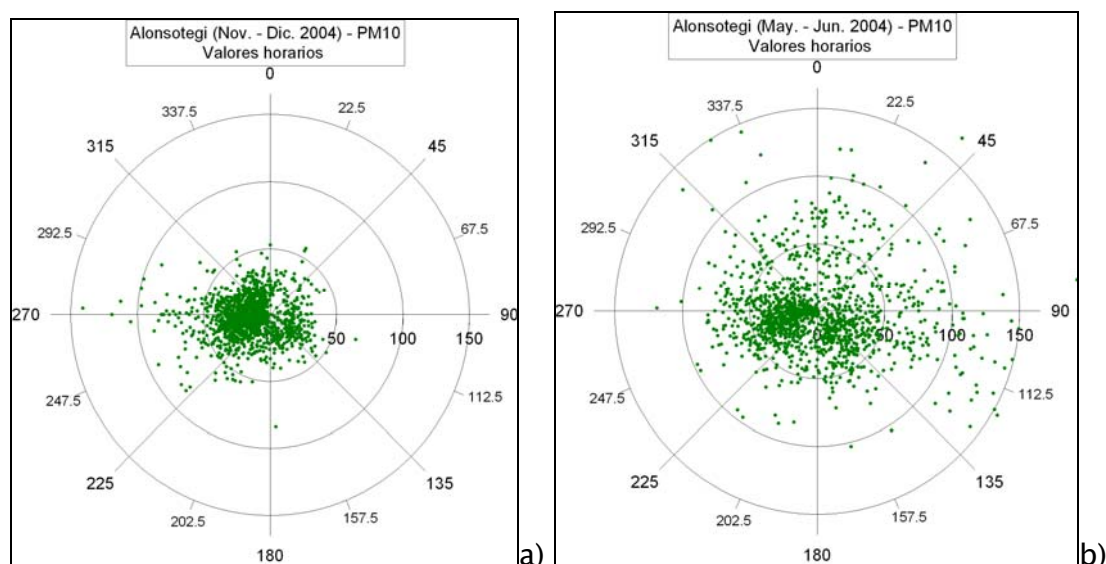


Figura 6.57. – Concentraciones horarias de PM_{10} por dirección de viento en la estación de *Alonsotegi* en noviembre-diciembre (a) y mayo-junio (b) del año 2004

A su vez los resultados que relacionan la dirección de viento con la concentración de PM_{10} van en consonancia con las causas de incumplimiento de la legislación en la estación de Alonsotegi. Es por ello que la alta frecuencia de situaciones de viento del oeste (W) con bajas concentraciones de PM_{10} permite cumplir la media anual de este contaminante. Sin embargo, **son las poco frecuentes direcciones este (E) que en situaciones de estabilidad anticiclónica arrastran contaminantes desde**

el Bajo Nervión y la desembocadura del Cadagua las que provocan que el número de superaciones diarias del valor límite no cumpla la legislación. Por lo tanto, una parte importante de las superaciones diarias se produce en primavera-verano coincidiendo con la entrada de brisas de mar en situaciones atmosféricas adecuadas.

6.7.3 Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas

De la misma forma que las concentraciones de PM₁₀, se han contrastado con variables meteorológicas los registros de NO_x de las dos estaciones de calidad del aire, *Castrejana* y *Alonsotegi*.

Los resultados se encuentran en las figuras 6.58 y 6.59.

a) Estación de *Castrejana*

Las direcciones del cuarto cuadrante muestran concentraciones similares para $v < 3$ m/s cuyos valores aumentan según nos acercamos a la dirección norte (N). A diferencia de PM₁₀ las concentraciones de NO_x en las dos direcciones predominantes (cuarto y segundo cuadrante) son similares en los rangos de velocidad $v < 3$ m/s, lo cual nos puede estar indicando que **en direcciones de viento con componente norte (cuarto cuadrante) existe una contribución extraordinaria de partículas (PM₁₀) que no se corresponde con un aumento de NO_x.**

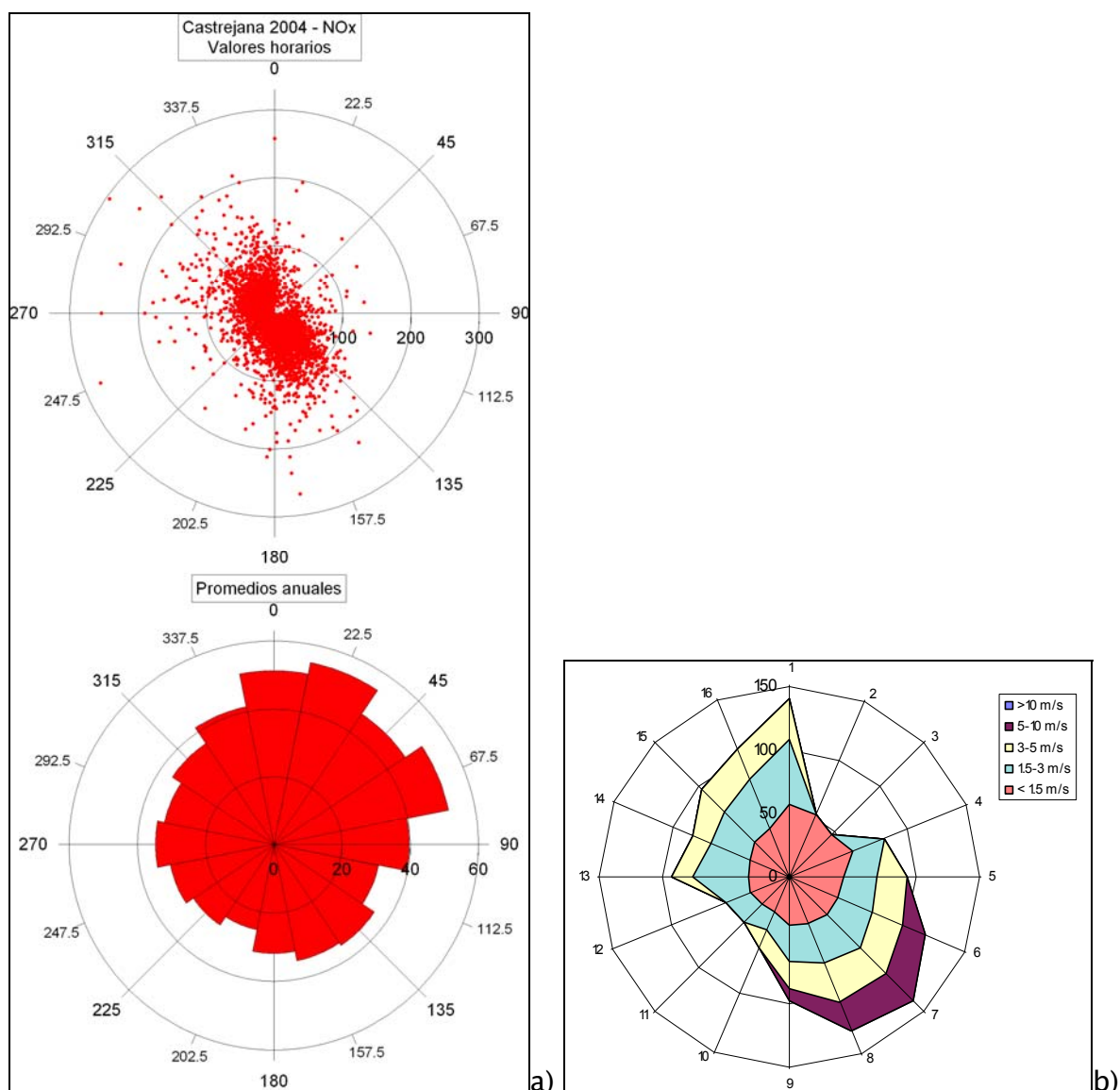


Figura 6.58. – Concentraciones promedio de NO_x en *Castrejana* representadas por sectores de dirección (a) y rangos velocidad de viento (b) en el año 2004

b) Estación de *Alonsotegi*

Las concentraciones medias de NO_x son menores que en *Castrejana*. Destacan las direcciones nor-noreste (NNE) y este (E) como máximos de concentración media. En general, en todo el primer cuadrante, aunque es un sector poco frecuente, existen concentraciones de NO_x similares en todas las intensidades de viento. Sin embargo, entorno al oeste (W) se produce una importante reducción de la concentración para

$v > 1.5$ m/s, similar a lo que ocurre con PM_{10} , pudiéndose interpretar como que con dirección de salida hacia el valle del Bajo Nervión, los niveles de NO_x tienen un origen principalmente local.

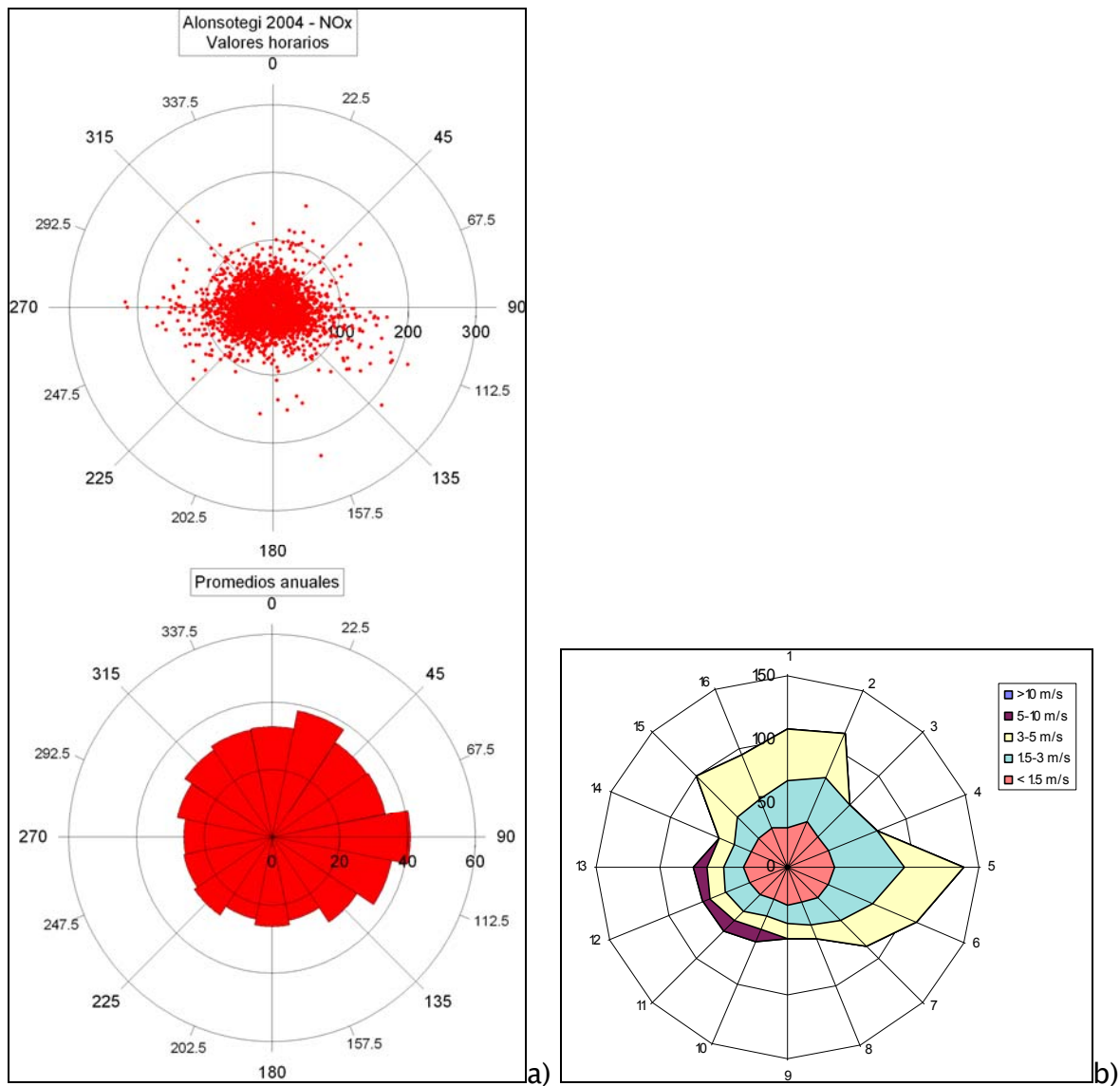


Figura 6.59. – Concentraciones promedio de NO_x en *Alonsotegi* representadas por sectores de dirección (a) y rangos velocidad de viento (b) en el año 2004

6.7.4 Ciclo diario de PM₁₀ y NO_x

De la media anual calculada para cada hora del día se puede observar la evolución diaria de las concentraciones de PM₁₀, (material particulado menor de 10 micras de diámetro aerodinámico) y NO_x.

La figura 6.60 muestra el ciclo diario de las estaciones de *Alonsotegi* y *Castrejana*. Ambas estaciones muestran un aumento progresivo desde primeras horas de la mañana hasta finales de la tarde (18–19 hora GMT). Si bien la evolución de cada una es diferente, **ninguna de las dos estaciones muestra un pico por la mañana, característico de estaciones urbanas afectadas por el tráfico cercano, como *Txurdinaga*. Así pues, se puede considerar que en las estaciones de calidad del aire del valle del Cadagua no existe la influencia directa en los niveles de PM₁₀ del tráfico urbano propio del municipio. *Castrejana*, como ya hemos visto anteriormente y debido a los niveles que alcanza durante su evolución diaria, parece estar influenciada por fuentes que en *Alonsotegi* impactan en menor grado.**

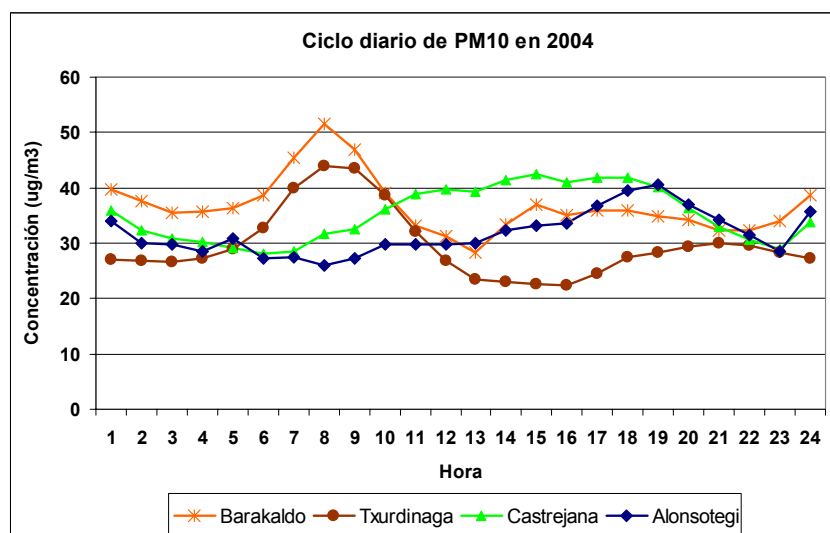


Figura 6.60. – Ciclo diario anual de PM₁₀ en las estaciones de *Castrejana* y *Alonsotegi* en el año 2004

En el análisis de la evolución del ciclo diario por meses podemos observar diferencias según la época que se considere (figura 6.61). En *Castrejana* se puede observar un pico de PM_{10} a media mañana (entre las 11 y las 15 horas GMT) que destaca sobre todo entre Mayo y Septiembre. Este pico en el periodo estival corresponde al desarrollo de brisas de mar intensas que arrastran con facilidad contaminantes del Bajo Nervión y otros emitidos en el entorno de la desembocadura del valle del Cadagua.

Sin embargo, en *Alonsotegi* este pico se presenta menos marcado reduciendo su presencia exclusivamente a los meses de primavera –verano cuando las brisas consiguen penetrar por el valle. En otoño–invierno las concentraciones son más o menos constantes durante el día hasta la tarde (entorno a las 18 horas) cuando la atmósfera desarrolla una capa estable que impide una correcta dispersión de contaminantes.

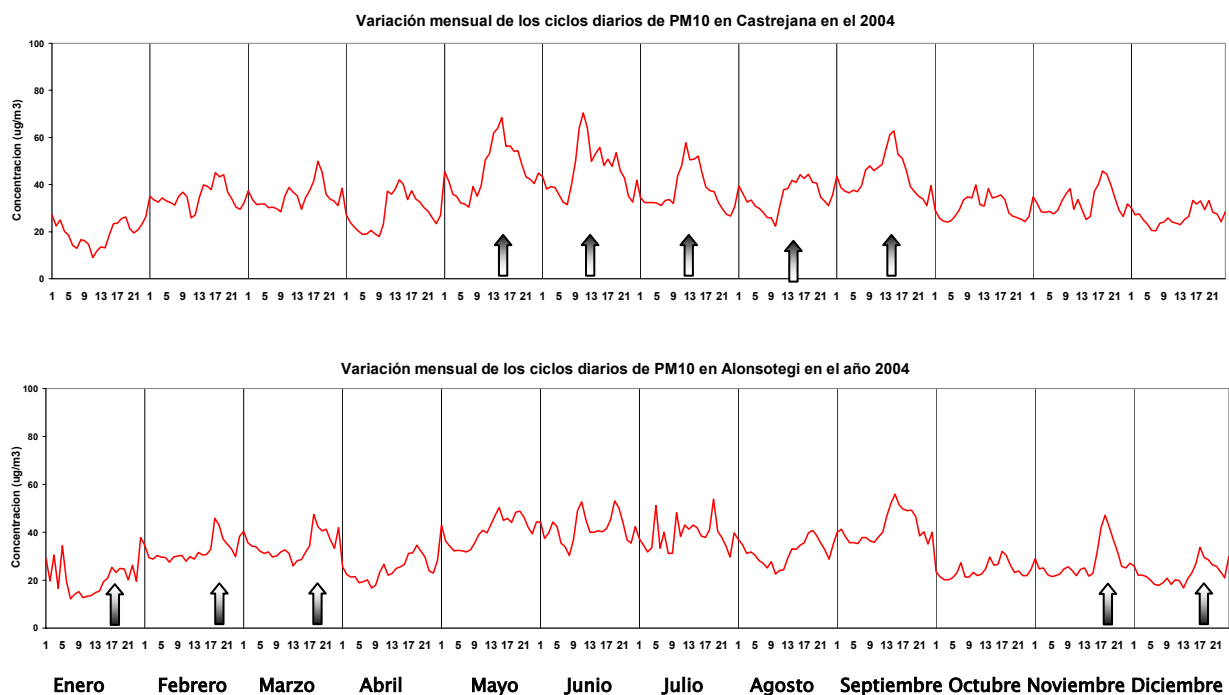


Figura 6.61. – Ciclo diario mensual de PM_{10} en la estación de *Castrejana* y *Alonsotegi* en el año 2004

Para el caso de NO_x , la evolución del ciclo diario de las dos estaciones de calidad del aire del valle del Cadagua es muy parecida como se puede observar en la figura 6.62. Los niveles son ligeramente superiores en *Castrejana* debido a que *Alonsotegi* se encuentra alejada de focos importantes de combustión, así como de la menor influencia de las masas de aire contaminado del Bajo Nervión. En cualquier caso, en comparación con estaciones urbanas, los niveles de *Castrejana* y *Alonsotegi* no alcanzan valores tan altos y los picos de la mañana y tarde se encuentran mucho menos marcados.

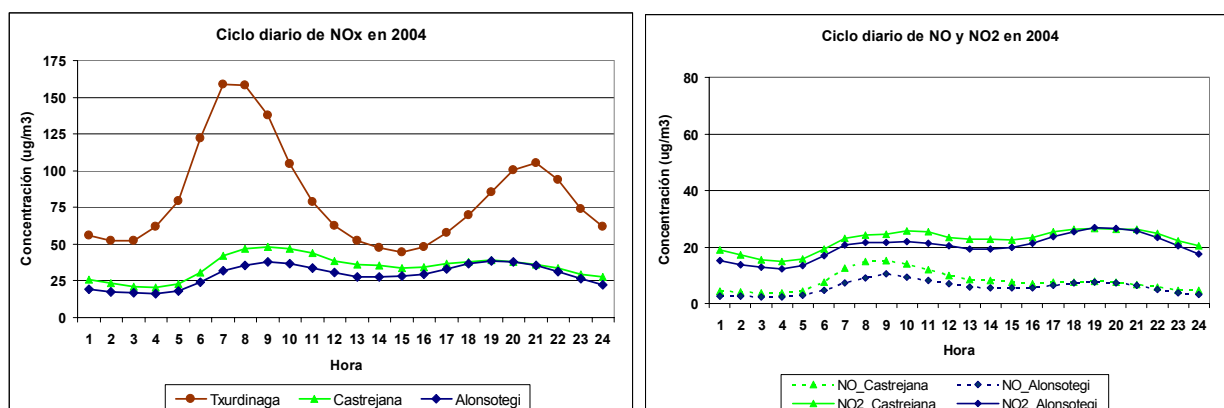


Figura 6.62. – Ciclo diario anual de NO_x , NO y NO_2 en la estación de *Castrejana* y *Alonsotegi* en el año 2004

Si distinguimos entre NO_2 y NO , los resultados muestran que en general los niveles para ambos contaminantes también son más elevados en *Castrejana*. En ambas estaciones, las concentraciones de NO_2 son siempre mayores que las de NO a diferencia de estaciones urbanas en las que la presencia cercana del tráfico (combustión) invierte en ciertos momentos del día la relación entre NO y NO_2 .

6.7.5 Variación mensual de PM_{10} y NO_x

Como se ha comentado en los capítulos de otros municipios, los óxidos de nitrógeno (NO_x) presentan generalmente en la CAPV un ciclo anual disminuyendo las

concentraciones durante la primavera-verano y alcanzándose los mayores valores durante el otoño e invierno. Sin embargo, en Alonsotegi este ciclo no se muestra de forma clara. La principal razón se basa en la variabilidad de las condiciones atmosféricas a lo largo del año en la zona. Como ya se ha comentado, una parte importante de los contaminantes registrados en *Castrejana* y *Alonsotegi* no se emiten en el entorno sino que se transportan por medio de flujos de aire que varían a lo largo año y que transportan contaminantes desde el Bajo Nervión. El mayor grado de impacto de estos contaminantes en *Castrejana* justifica que, como se observa en la figura 6.63, existan mayores variaciones de concentración entre meses en *Castrejana* que en *Alonsotegi*.

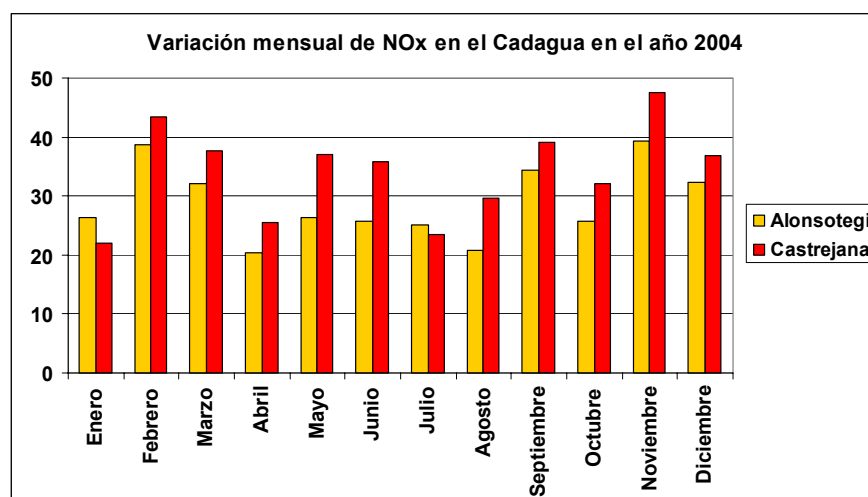


Figura 6.63. – Variación mensual de concentración de NO_x en las estaciones del valle del Cadagua en el año 2004

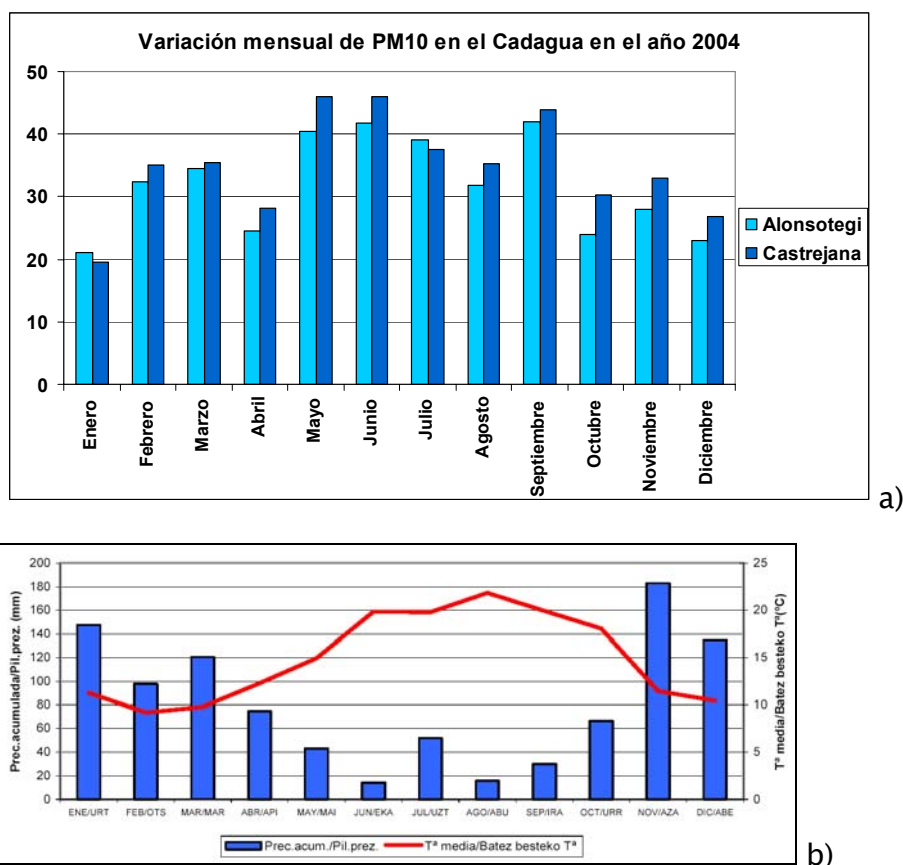


Figura 6.64. – Variación mensual de concentración de PM₁₀ en las estaciones del valle del Cadagua (a), y la precipitación y temperatura en la estación de Deusto (Euskalmet) (b) en el año 2004

Por otra parte, si comparamos entre meses contiguos, la media mensual de PM₁₀ (figura 6.64), suele estar inversamente relacionada con la precipitación de lluvia.

6.7.6 Composición del material particulado en Alonsotegi y su entorno

A continuación se muestran valores de metales registrados en las estaciones de calidad del aire de *Castrejana* y *Alonsotegi* durante el verano del año 2005. Este trabajo realizado por LBEIN (Apraiz y otros, 2005) para la planta de Valorización energética de RSU de Bizkaia 'Zabalagarbi', muestra los siguientes resultados:

Elemento	Castrejana ⁽¹⁾	Alonsotegi ⁽¹⁾	Rango normal en España ⁽²⁾	Valores referencia industria del metal ⁽²⁾
Cr	9	9	1-8	25
Ni	15	13	2-7	33
Cd	<1	<1	0.2-0.8	1.2
Mn	20	21	10-25	85
Pb	25	29	10-60	103
As	1	<1	0.3-1.8	5.4*
Cu	15	12	20-50	70*

*en zonas con industria metalúrgica del cobre

⁽¹⁾Apraiz y otros., 2005; ⁽²⁾Querol y otros, 2004

Tabla 6.8. – Concentraciones de metales (ng/m³) en la fracción PM₁₀ registradas en el entorno de Alonsotegi

Excepto el cromo (Cr) y el níquel (Ni) que se encuentran ligeramente por encima de valores habituales encontrados en España, el resto de los metales **presentan niveles de concentración normales.**

En cuanto a la legislación en vigor, el **plomo** (R.D. 1073/2002), el **cadmio**, **arsénico** y **níquel** (Directiva 2004/107/CE) **cumplen los valores establecidos para la protección de la salud.**

6.7.7 Fotos de algunos focos emisores más destacados de material particulado en el entorno del municipio de Alonsotegi



a)



b)



c)

Figura F18. - Carretera principal del valle del Cadagua (BI-636) a lo su paso por Alonsotegi; elevado tráfico de pesados (a), suciedad (material particulado) en las fachadas contiguas a la carretera (b,c)



Figura F19. – Cantera de Zaramillo (Güeñes) situada al suroeste (SW) de Alonsotegi dentro del valle del Cadagua; tratamiento del material (a), volcado de finos (b), emisiones de PM visto desde Zaramillo (c)



a)



b)

Figura F20. – Productos de fundición (Profusa) situada en Castrejana (Barakaldo) en la desembocadura del valle del Cadagua en el Bajo Nervión; Planta de producción (a), emisiones de la actividad entrando el Cadagua (b)

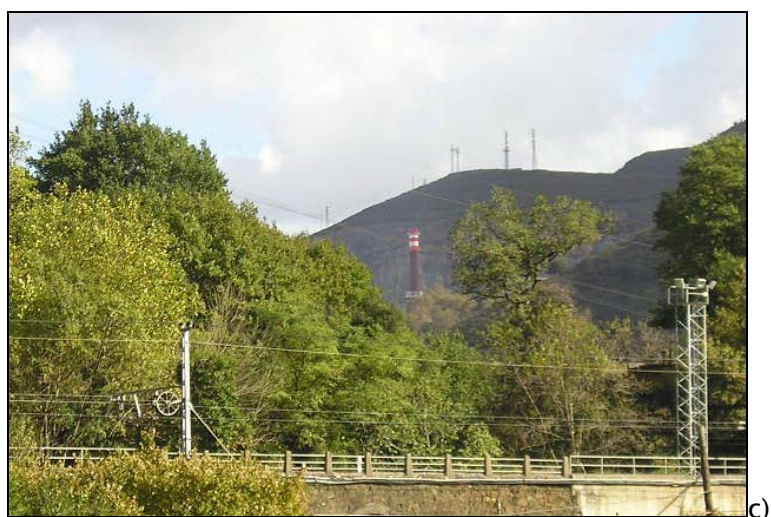


Figura F21. – Zabalgardi situada al este (E) de Alonsotegi; ubicación de la planta y entrada al valle del Cadagua (a), emisiones vistas desde *Arriaga-Erandio* (b), chimenea del proceso desde Alonsotegi (c)



Figura F22. – Arkema (Zaramillo–Güeñes), situada al suroeste (SW) de Alonsotegi dentro del valle del Cadagua (las emisiones de PM inventariadas son nulas)

6.8 Identificación de las causas de superación de los valores límite en el MUNICIPIO DE BILBAO

A diferencia del resto de términos municipales del estuario que limitan con una de las orillas de la Ría del Nervión, en el municipio de Bilbao el curso fluvial divide el casco urbano en dos. El municipio corresponde a la parte más interior de la Ría y se encuentra encajonada por los montes de la sierra de Ganguren–Artxanda y las estibaciones del Pagasarri–Ganekogorta, lo cual le configura una meteorología fuertemente influenciada por la orografía local. A estos hay que sumarle efectos típicos de grandes aglomeraciones como es el efecto “isla de calor” que podría alterar ligeramente las intensidades de las brisas desarrolladas en situaciones de estabilidad atmosférica.

Bilbao aparece como centro del área funcional del Bilbao Metropolitano siendo eje de numerosas e importantes conexiones tanto por carretera como por ferrocarril. Por otra parte, el Puerto de Bilbao y el aeropuerto que aunque no se localizan en el propio municipio, mantienen una actividad importante dentro del norte Peninsular que sin duda influye en la gran urbe de Bilbao.



Figura 6.65. – Vista de Bilbao Centro, dentro del valle del Nervión.

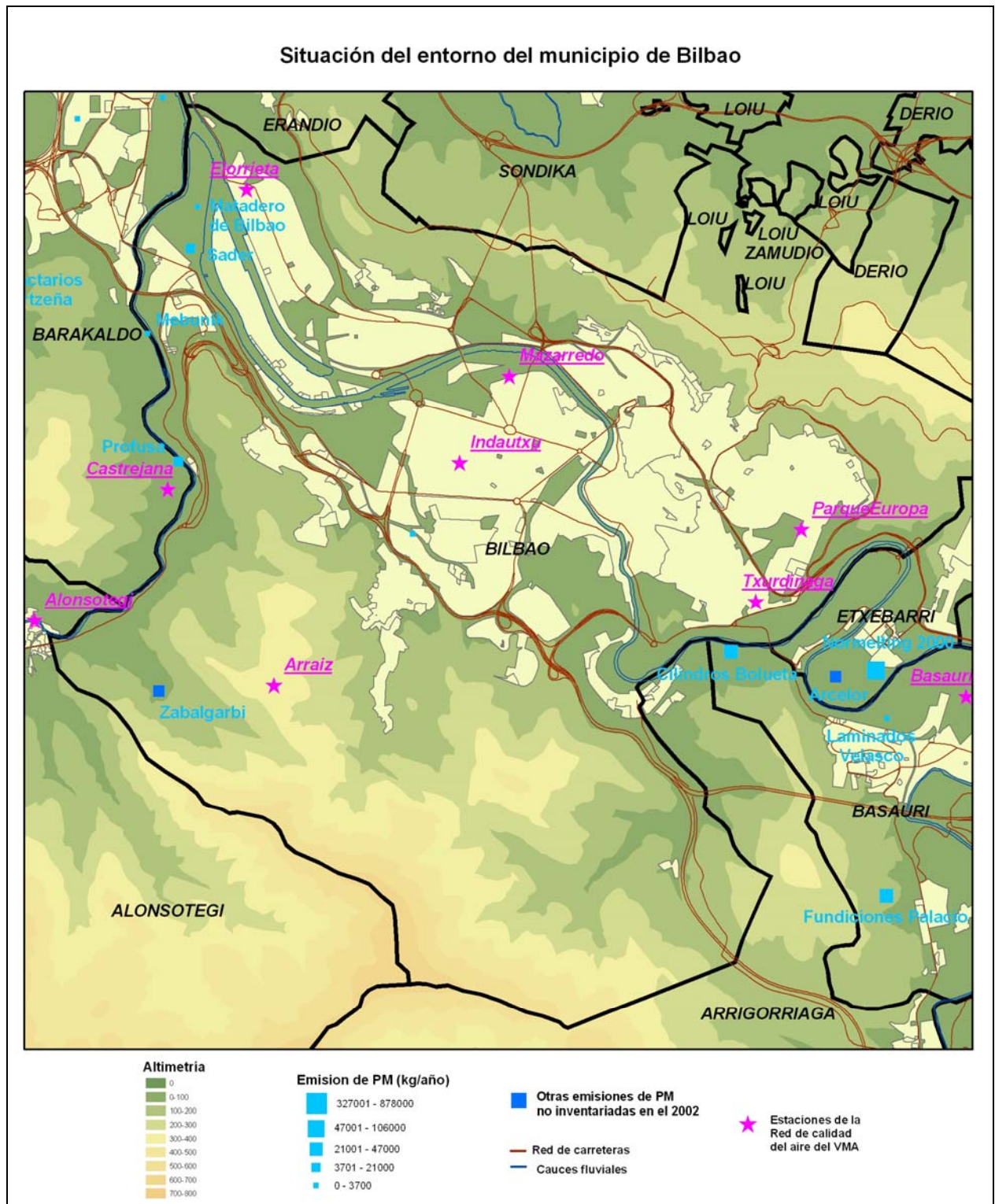


Figura 6.66. - Entorno del municipio de Bilbao y los principales focos industriales.

Ante el aumento general de la demanda de movilidad, el transporte y el **tráfico rodado se ha convertido en uno de los principales problemas medio ambientales**. En Bilbao se ha detectado un **excesivo uso del vehículo privado** puesto que los residentes utilizan el coche en el 42% de sus desplazamientos motorizados y en el 33% de sus desplazamientos dentro del territorio municipal. Sin embargo, hay que destacar que en comparación con otras capitales, los residentes en Bilbao en un 61% de los desplazamientos motorizados dentro del municipio utilizan el transporte público. Además, el transporte público esta absorbiendo una parte importante de la demanda de movilidad de los ciudadanos dentro del municipio. Aun así el tráfico de entrada-salida de Bilbao sigue aumentando con un 1.7% anual acumulativo en el periodo 1999-2004, provocando problemas de circulación dentro del municipio y consecuentemente importantes emisiones de contaminantes a la atmósfera. En este sentido, aunque los avances en el sistema de transporte público en los últimos años han sido sustanciales (ampliación de la red de Metro, recuperación del tranvía, cambios en la red ferroviaria, mejora de la intermodalidad, ...), es necesario seguir apostando y mejorando el transporte público, así como sustituyendo el vehículo privado por otros medios de transporte menos contaminantes.

En el pasado, el destacado tejido industrial que tenía el municipio era la principal fuente de contaminantes al aire. Sin embargo, en la actualidad, la transformación a una ciudad de servicios y la desaparición de estos focos, muestra una situación bien diferente en la que el tráfico rodado es la principal fuente contaminante en Bilbao. Estas emisiones a nivel del suelo, así como otras realizadas en municipios cercanos dentro de la comarca del Bajo Nervión, ocasionan niveles de calidad del aire que incumplen la legislación vigente.

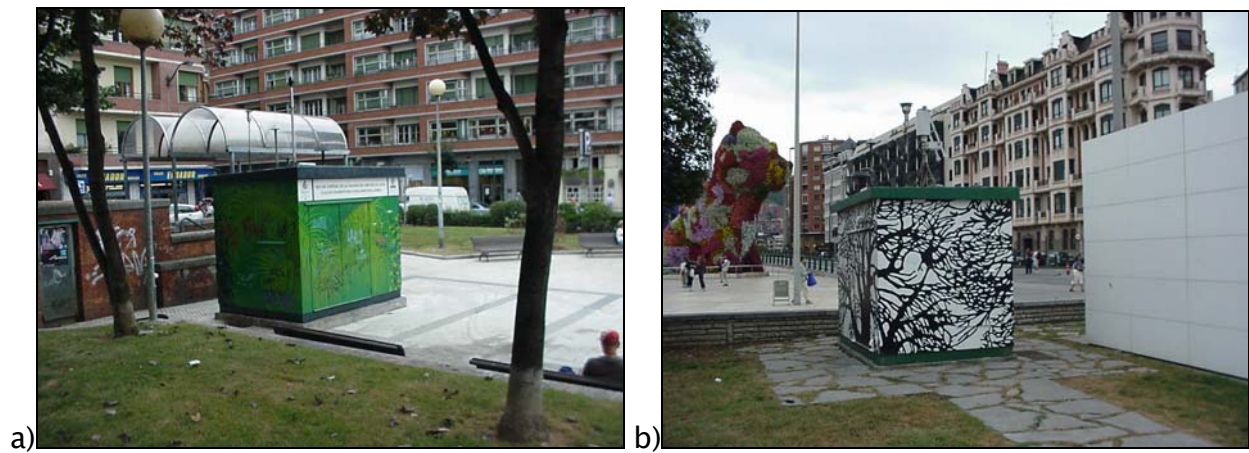


Figura 6.67.i - Ubicación de las estaciones de calidad del aire de *Indautxu* (a), *Mazarredo* (b), *SieteCampas* (c), *Txurdinaga* (d), *Elorrieta* (e) y *ParqueEuropa* (f)

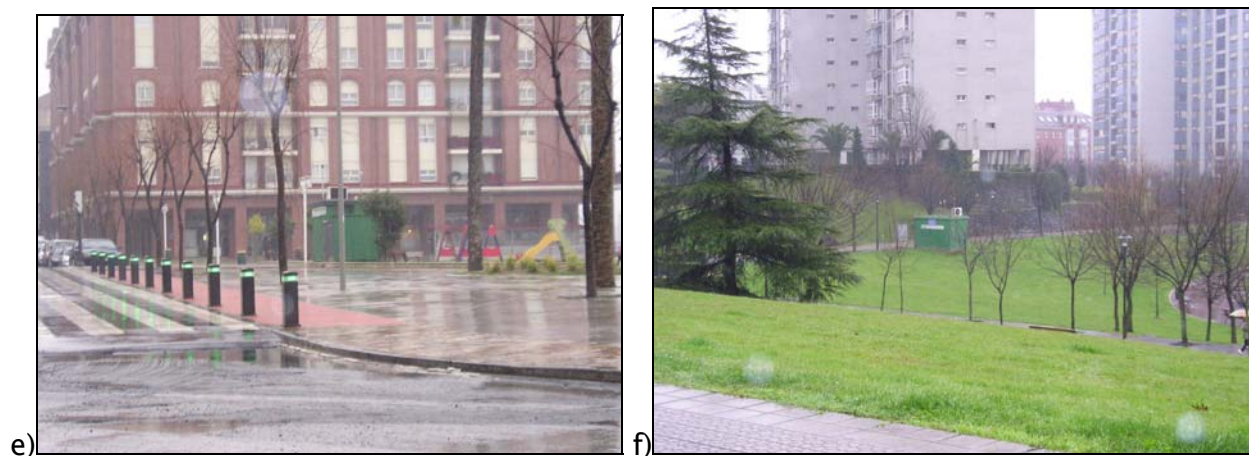


Figura 6.67.ii - Ubicación de las estaciones de calidad del aire de *Indautxu* (a), *Mazarredo* (b), *SieteCampas* (c), *Txurdinaga* (d), *Elorrieta* (e) y *ParqueEuropa* (f)

La Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco dispone de varias estaciones de calidad del aire situadas dentro del término municipal de Bilbao. Las principales situadas dentro del núcleo de población son, *Mazarredo*, *Txurdinaga*, *ParqueEuropa*, *Elorrieta*, existiendo otras como *Indautxu*, *SieteCampas* o *Arraiz* que recogen una fenomenología muy concreta (Figura 6.67).

Merece la pena destacar la labor del Ayuntamiento de Bilbao en cuanto al control de gases emitidos por los vehículos que se realiza en la Estación de Control de vehículos de Elorrieta. Así se controla de forma sistemática las emisiones de los vehículos municipales y de transporte público (Bilbobus, Bizkaibus), los vehículos pertenecientes a las contratas municipales, y otros que pudieran derivarse de denuncias o incluso de forma voluntaria por parte del propietario del vehículo. Esta es una labor muy importante a la hora de minimizar las emisiones del tráfico en Bilbao.

6.8.1 Condiciones meteorológicas generales del municipio

En el entorno del municipio de Bilbao, la circulación atmosférica en las capas próximas al suelo se ve influenciada por condiciones locales de emplazamiento. Por una parte, su localización en la parte más interior de la Ría (más alejado del mar), y por otra, la orografía que circunda la ciudad, encajonada por los montes de la sierra de Ganguren–Artxanda y las laderas del Pagasarri–Ganekogorta, configuran una meteorología con fuerte influencia local. También hay que tener en cuenta que la alta densidad de habitantes, edificaciones y actividades que se concentra en este valle originan el efecto conocido como “isla de calor”. Sus efectos pueden distorsionar la circulación natural de aire a lo largo del valle, produciendo en condiciones adecuadas un bloqueo parcial de las brisas típicas.



Figura 6.68. – Ubicación de la estación meteorológica de FERIA.

La Viceconsejería de Medio Ambiente dispone de una estación meteorológica situada próxima a la antigua Feria de Muestra de Bilbao (figura 6.68). Los datos registrados quedan representados en la rosa de vientos del año 2003 (figura 6.69), mostrando la circulación general de vientos a lo largo de la Ría del Nervión. En las direcciones de viento provenientes de valle arriba predominan intensidades más bajas que en las direcciones del cuarto cuadrante donde se aprecia la influencia de las brisas de mar y los sistemas meteorológicos característicos que afectan la Península Ibérica. Una parte importante de los vientos del segundo cuadrante, corresponde a brisas de valle o ladera que se desarrollan en situaciones de estabilidad atmosférica durante la noche y primeras horas de la mañana.

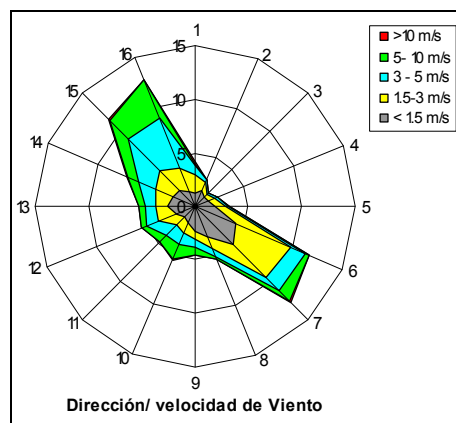


Figura 6.69. – Rosa de viento para la estación meteorológica de FERIA en el año 2003

Además de la orografía, la orientación de las cadenas montañosas, así como la distancia al mar diferencian el régimen de vientos a lo largo del año. Si comparamos los resultados de Feria en el mes de Noviembre y Julio (figura 6.70), con los obtenidos en la estación de Náutica en Portugalete (figura 6.18) podemos observar que existen ciertas diferencias sobre todo en el mes de Noviembre. Hay que tener en cuenta que durante el otoño-invierno, la intensidad de las brisas de mar es muy débil, predominando en el municipio de Bilbao vientos de valle y ladera. Sin embargo, en verano direcciones próximas a la noroeste (NW) son las predominantes en Bilbao.

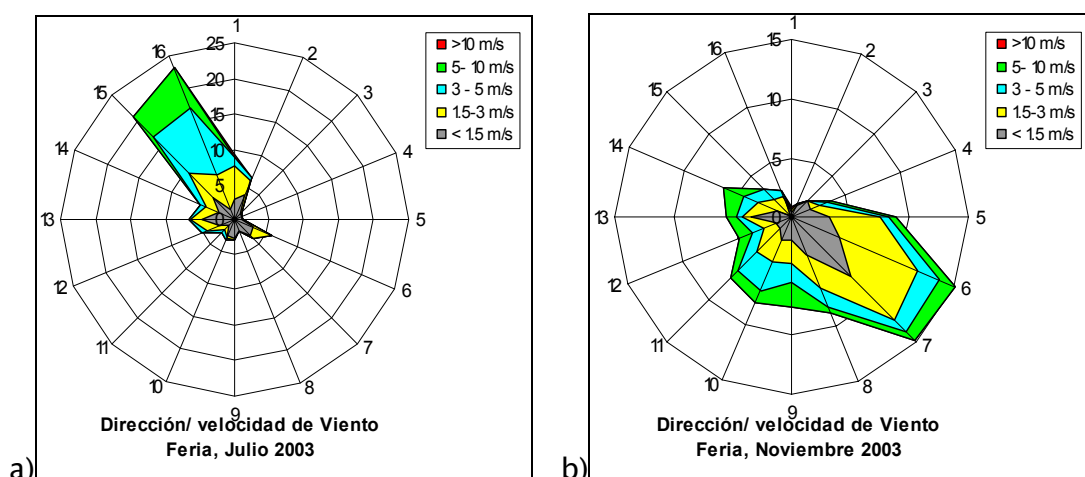


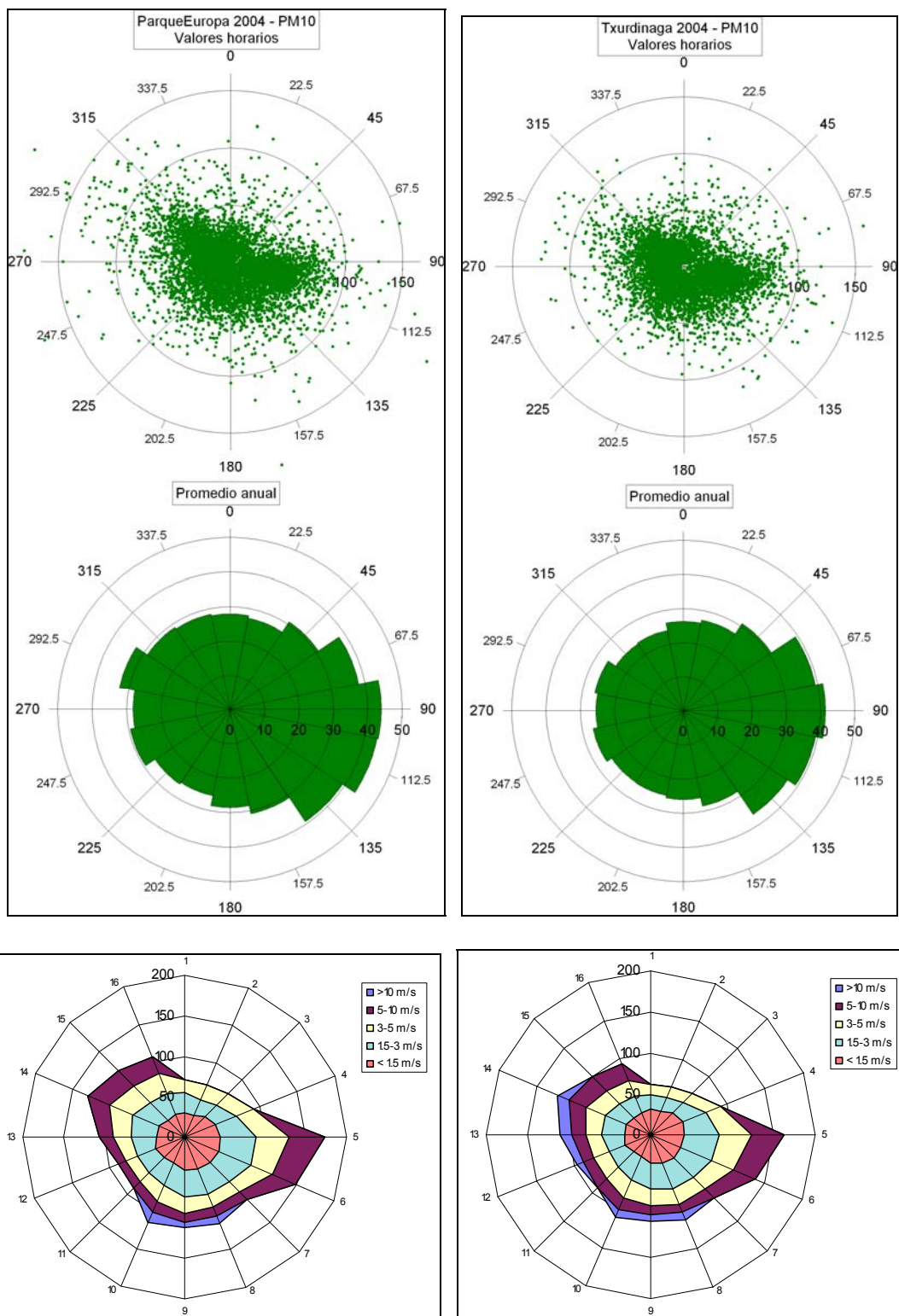
Figura 6.70. – Rosas de viento mensuales en la estación de *Feria* en julio (a) y noviembre (b) del año 2003

6.8.2 Relación de concentraciones de PM_{10} con variables meteorológicas

Para identificar la procedencia de contaminantes o relacionar las concentraciones de PM_{10} con ciertas fuentes, hemos representado estas junto con los datos de dirección e intensidad de viento horarios. Los resultados los analizamos por estaciones.

- a) Estaciones de *Txurdinaga* y *ParqueEuropa*: Se encuentran próximas una a la otra (800 metros) al sureste del centro urbano de la ciudad (figura 6.66). En ellas los

valores medios de PM_{10} (figura 6.71) muestran cierta similitud. En ambas estaciones las concentraciones medias por sector de viento son mayores en direcciones próximas a la este (E) y este-sureste (ESE). Estas direcciones corresponden a masas de aire provenientes de los valles del Alto Nervión e Ibaizabal los cuales se juntan al sureste (SE) de Bilbao, en el municipio de Basauri (donde existe fuerte actividad del metal). En estas direcciones las concentraciones son similares para $v < 3$ m/s. Además presentan las mayores concentraciones en todos los rangos de velocidad, lo cual se puede interpretar como un **aporte externo de material particulado en direcciones entorno al este (E) y sureste (ESE), al que pudieran contribuir las empresas siderometalúrgicas de la zona.** En Txurdinaga, las direcciones norte (N) a noreste (NE) muestran un importante salto en concentración para $v > 1.5$ m/s, lo que podría implicar una **contribución local del tráfico en la zona.** A su vez, ambas estaciones muestran concentración de PM_{10} constante en direcciones del 4º cuadrante para $v > 1.5$ m/s indicando **un arrastre de contaminantes a lo largo de la Ría provenientes de direcciones entorno al noroeste (NW).**

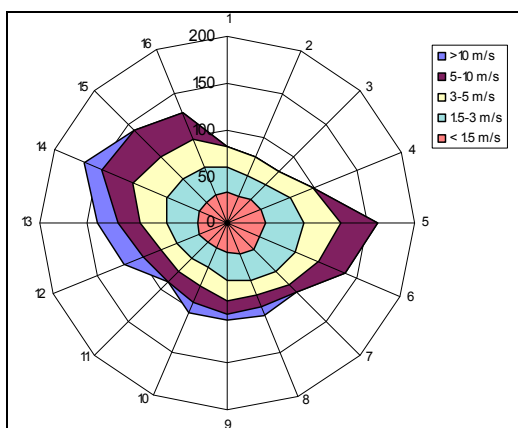
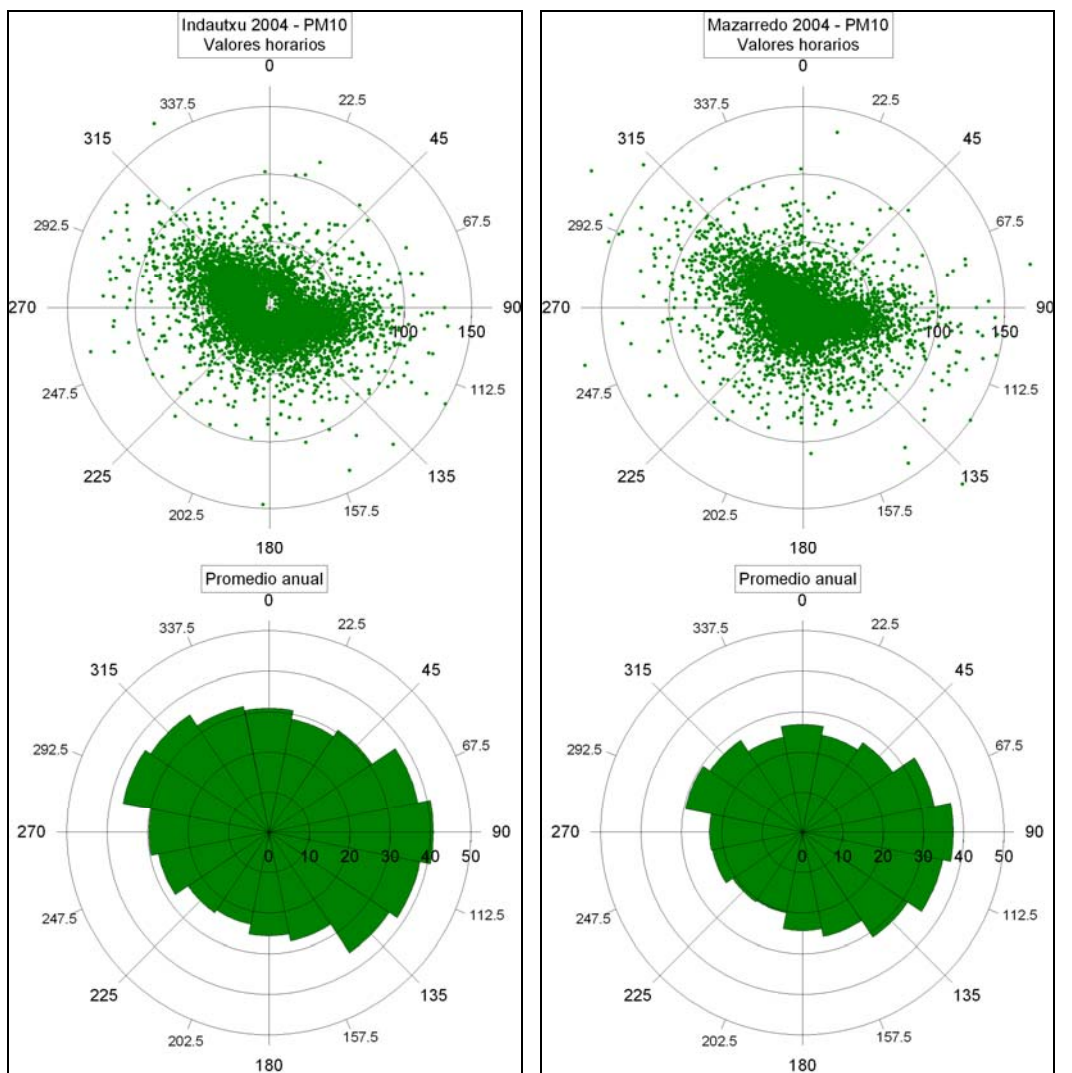


a) ParqueEuropa

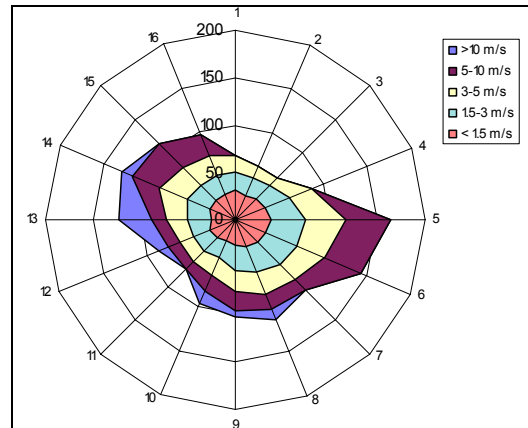
b) Txurdinaga

Figura 6.71. - Concentraciones promedio de PM₁₀ representadas por sectores de dirección de viento y rango de intensidad en *ParqueEuropa* (a) y *Txurdinaga* (b) en el año 2004

b) Estaciones de *Mazarredo* e *Indautxu*: Estas estaciones se sitúan en el centro de Bilbao influidas de forma importante por el tráfico, sobre todo *Indautxu* que además se encuentra rodeada de edificios. Es precisamente esta la causa de que los niveles de PM_{10} (figura 6.72) sean mayores en *Indautxu* donde aumenta el impacto de los contaminantes emitidos por el tráfico debido a la dificultad para dispersarse dentro de las calles. Sin embargo, las características de las concentraciones en ambas estaciones son similares. Al igual que otras estaciones de Bilbao, presentan **mayores concentraciones en direcciones este (E) y este-sureste (ESE)**. También las direcciones **oeste-noroeste (WNW) y noroeste (NW) presentan concentraciones altas**. Estas direcciones, como ya se ha mencionado anteriormente, corresponden con las direcciones predominantes de vientos en el municipio que siguen la dirección del valle en el que se encuentra. Fuera de estas direcciones preferentes, en el primer y tercer cuadrante, la concentración para cada rango de intensidad de viento es muy similar. Aunque en las direcciones de viento preferentes en la zona, las concentraciones son siempre mayores, no existe gran diferencia con el resto de direcciones en comparación con otras estaciones como *Nautica* como *Erandio*. Esto se debe atribuir a la **afección generalizada del principal foco de contaminación atmosférica de Bilbao que no es otro que el tráfico rodado**. Los mayores niveles de PM_{10} registrados con direcciones de viento del cuarto cuadrante (entorno a NW) a velocidades de viento medias corresponden al arrastre de contaminantes desde el mar a lo largo del Bajo Nervión que canalizados por la orografía pueden llegar hasta Bilbao.



a) Indautxu



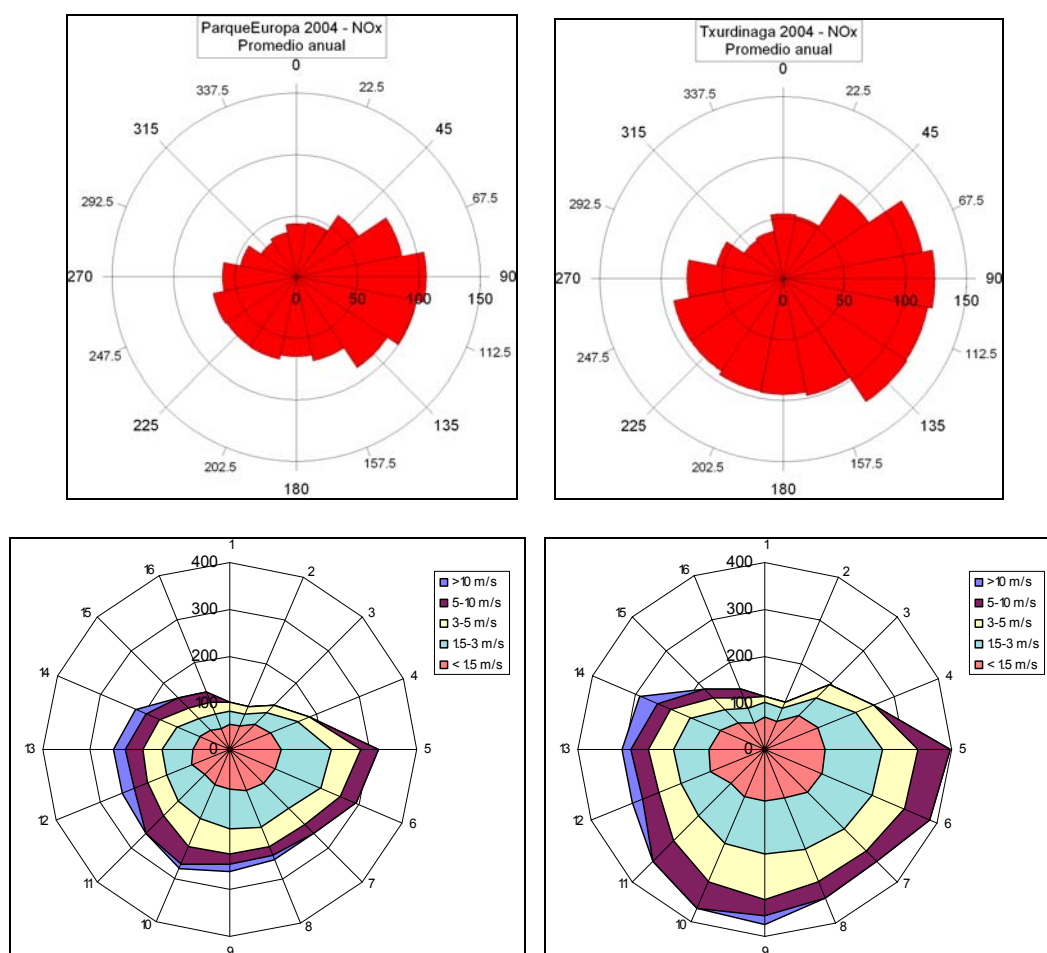
b) Mazarredo

Figura 6.72. - Concentraciones promedio de PM₁₀ representadas por sectores de dirección de viento y rango de intensidad en *Indautxu* (a) y *Mazarredo* (b) en el año 2004

6.8.3 Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas

Los resultados de NO_x muestran el diferente grado de afección del tráfico según la ubicación de la estación de calidad del aire considerada.

Los valores medios por sector de viento en *Txurdinaga* y *ParqueEuropa* muestran características similares. Las menores concentraciones de NO_x se dan en direcciones del cuarto cuadrante y parte del primero. Así como PM₁₀ en el cuarto cuadrante mostraba una concentración similar en todo el rango de intensidades de viento, NO_x disminuye progresivamente, indicando pues una **contribución local de esta contaminante**, así como confirmando el transporte de una masa de aire contaminada de material particulado (PM₁₀) entre otros, a lo largo de la Ría.



a) ParqueEuropa

b) Txurdinaga

Figura 6.73. – Concentraciones promedio de NO_x representadas por sectores de dirección de viento y rango de intensidad en *ParqueEuropa* (a) y *Txurdinaga* (b) en el año 2004

Por su parte, *Indautxu* y *Mazarredo* muestran distribuciones completamente diferentes. En *Indautxu* existe distribución más homogénea de concentraciones de NO_x debido a su ubicación entre calles de tráfico intenso donde la meteorología puede tener menos influencia. Por su parte *Mazarredo* muestra los mayores valores en el segundo cuadrante para intensidades de viento menores de 3 m/s. Estas direcciones coinciden con el centro urbano y el intenso tráfico en la calle Alameda de Mazarredo. A su vez, direcciones entorno al noroeste (NW) y norte (N) muestran en Mazarredo las

menores concentraciones de NO_x para velocidades medias de viento evitando el impacto directo del tráfico.

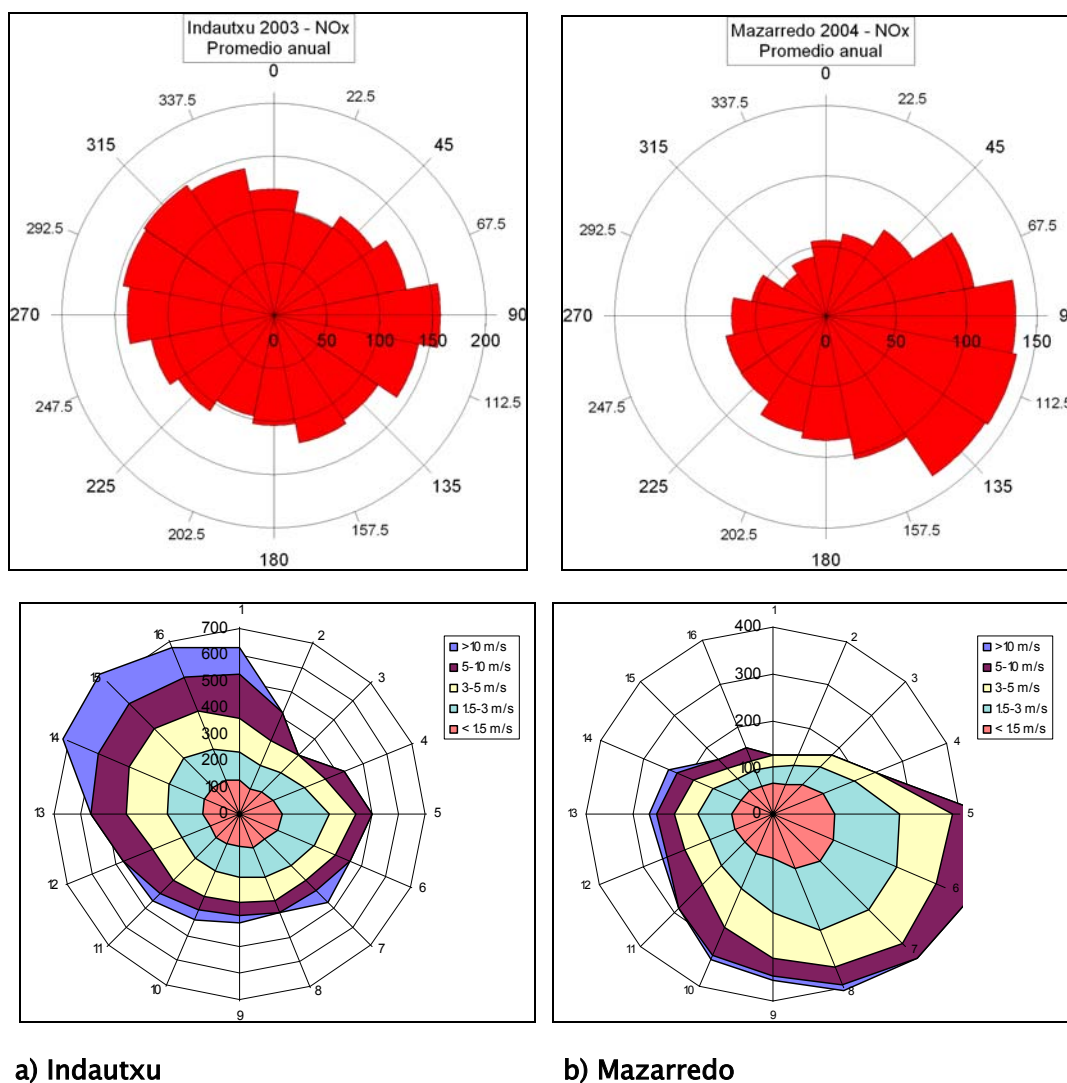


Figura 6.74. – Concentraciones promedio de NO_x representadas por sectores de dirección de viento y rango de intensidad en *Indautxu* en el año 2003 (a) y *Mazarredo* en el año 2004 (b)

6.8.4 Ciclo diario de PM_{10} y NO y NO_2

En la variación del ciclo diario de PM_{10} y NO_x en las estaciones de Bilbao se puede apreciar la influencia del tráfico. En las figuras 6.75 y 6.76 se presentan los resultados. En ellas, de una manera más o menos marcada aparecen dos picos diarios tanto para PM_{10} como para NO_x .

En las estaciones de *Txurdinaga* y *ParqueEuropa* el pico de PM₁₀ de la mañana alcanza su máximo a las 8 (hora GMT), mientras en *Indautxu* y *Mazarredo* se produce a las 9. Por la tarde, el máximo se presenta con varias horas de diferencia entre cada estación. Por la noche destacan los altos niveles de PM₁₀ de *ParqueEuropa*, mayores que durante la parte central del día cuando la actividad turbulenta y convectiva de la atmósfera permite una mayor dispersión del material particulado y consecuentemente disminuye la concentración. Sin embargo, en *Indautxu* este efecto solo ocurre parcialmente debido a los altos niveles de tráfico que se dan durante todo el día y que son claramente menores durante la noche.

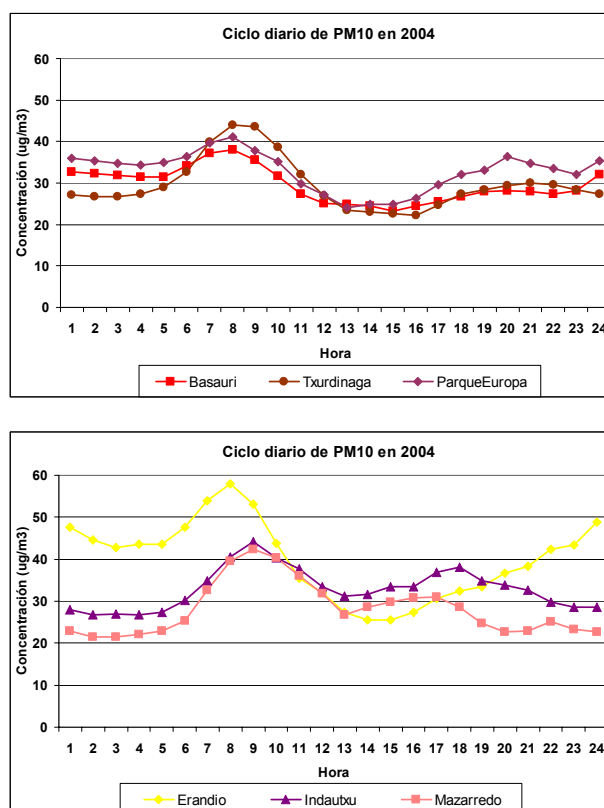


Figura 6.75. – Ciclo diario anual de PM₁₀ en las estaciones de *Txurdinaga*, *ParqueEuropa*, *Indautxu* y *Mazarredo* en el año 2004

El ciclo anual de NO_x mostrado en las estaciones de Bilbao corresponde al **típico de estaciones urbanas afectadas por la influencia del tráfico**. Si nos fijamos en la

evolución mensual del ciclo diario de cada uno de los componentes de NO_x (figura 6.77), es decir, el NO y NO₂, encontramos particularidades que de nuevo apuntan a la influencia del tráfico cercano. Durante el año 2003, *Indautxu* superó los niveles de NO₂ establecidos por la legislación para la protección de la salud humana. En las gráficas adjuntas se puede observar como en esta estación el NO presenta picos de concentración mucho mayores que en *ParqueEuropa*, más alejada del tráfico. Durante la primavera-verano el NO permanece por debajo del NO₂ debido a reacciones fotoquímicas en la atmósfera. En esta época del año, la presencia de ozono en la atmósfera oxida las emisiones de NO a NO₂ solo apareciendo el pico de la tarde NO en lugares muy influenciados por la emisión directa del tráfico, como es el caso de *Indautxu*. Así pues sin duda alguna los niveles de NO₂ registrados en *Indautxu* provienen en su mayoría del fuerte tráfico rodado en el entorno de la estación.

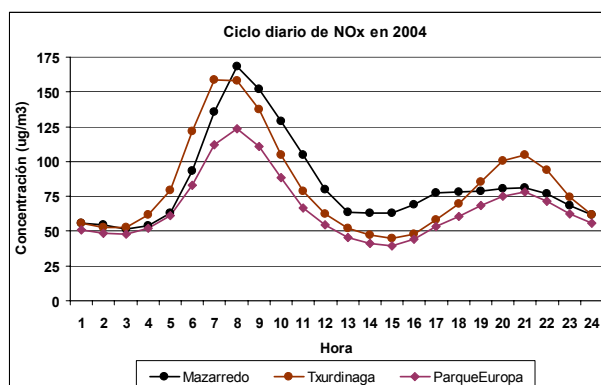


Figura 6.76. – Ciclo diario anual de NO_x en las estaciones de *Txurdinaga*, *ParqueEuropa* y *Mazarredo* en el año 2004

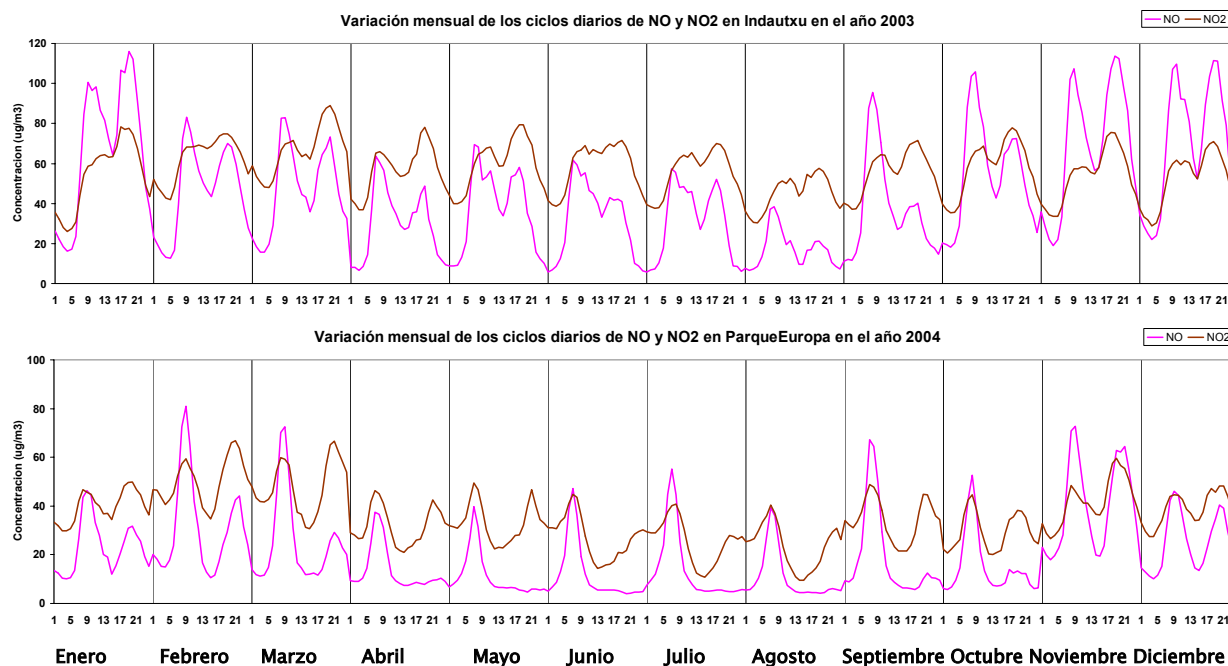


Figura 6.77. – Ciclo diario por meses de NO y NO₂ en la estación de *Indautxtu* en el año 2003 y *ParqueEuropa* en el año 2004

6.8.5 Relación entre concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}

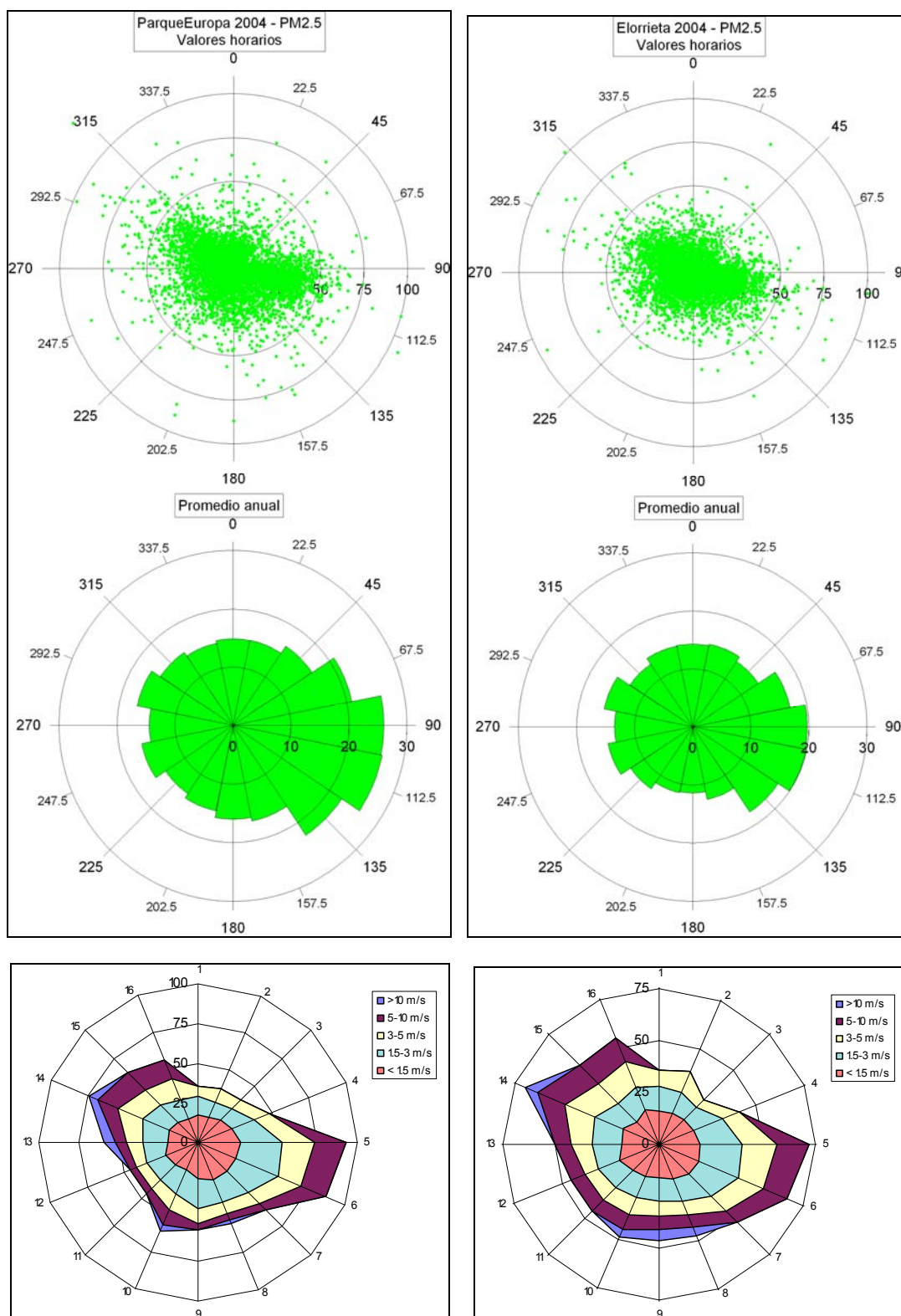
La fracción del material particulado más pequeña viene representada por PM_{2.5}. En el municipio de Bilbao existen varias estaciones de medida de esta fracción.

En la estación *ParqueEuropa*, los resultados de las concentraciones medias de PM_{2.5} durante el año 2004 muestran unas características muy parecidas a las de PM₁₀. Así pues las **mayores concentraciones de PM_{2.5} se dan entorno a las direcciones predominantes de velocidad de viento, es decir, la dirección este (E) y este-sureste (ESE)**. Cabe destacar que en *ParqueEuropa* el ratio PM_{2.5}/PM₁₀ en el año 2004 es 0.54, similar al de *Ategorrieta* en San Sebastian (0.49) o *TresdeMarzo* en Vitoria (0.53) donde también el tráfico es el principal agente emisor. Otros emplazamientos con carácter más industrial como Beasain presentan un ratio mayor o lo que es lo mismo, mayor

proporción de material particulado fino. La fracción más gruesa $PM_{10-2.5}$ es frecuentemente resuspendida por el tráfico.

Las características de $PM_{2.5}$ en *Elorrieta* son similares a las de *ParqueEuropa* si bien los niveles generales en la primera son menores. Teniendo en cuenta que las emisiones directas de material particulado por el tubo de escape se asocian a la fracción más pequeña, la diferencia en las concentraciones de $PM_{2.5}$ entre Elorrieta y ParqueEuropa puede estar debida a un mayor tráfico en el entorno de esta última estación, sin descartar la contribución de emisiones industriales.

Una vez más se pone de manifiesto que son **las condiciones meteorológicas y el transporte de masas de aire contaminado lo que condiciona los niveles de calidad del aire en Bilbao**. Dos estaciones situadas en los dos extremos del municipio presentan variaciones similares de concentración de $PM_{2.5}$ para diferentes condiciones meteorológicas. Sin embargo, la diferencia entre niveles de concentración indica la **contribución de focos locales como es el tráfico**.



a) ParqueEuropa

b) Elorrieta

Figura 6.78. – Concentraciones promedio de PM_{2.5} representadas por sectores de dirección de viento y rango de intensidad en *ParqueEuropa* (a) y *Elorrieta* (b) en el año 2004

6.8.6 Composición del material particulado en Bilbao

Desde el Ayuntamiento de Bilbao se llevan a cabo medidas de plomo en diferentes puntos de la ciudad. Los resultados presentados en la tabla 6.9 no muestran una evolución definida. En cualquier caso se cumplen el **valor límite de Pb** para la protección de la salud humana establecido en la legislación actualmente vigente.

Elemento	<i>Promedio 2001</i>	<i>Promedio 2002</i>	<i>Promedio 2003</i>	<i>Promedio 2004</i>
Indautxu	150	140	230	200
Mazarredo	170	160	270	230
Talleres	-	150	-	170

Tabla 6.9. – Concentraciones de plomo (ng/m³) medido en diferentes puntos del núcleo urbano de Bilbao (Ayto. de Bilbao)

Por otra parte, el Departamento de Sanidad del Gobierno también mide diferentes metales en M^a Diaz de Haro. Los resultados (tabla 6.10) en general muestran **una disminución importante y progresiva de la concentración de los metales medidos en los últimos años**. En cuanto al plomo (Pb), los resultados medidos en M^a Diaz de Haro tampoco superan el valor límite (0,5 µg/m³) como media anual. En cuanto al **cadmio (Cd), arsénico (As) y níquel (Ni) tampoco se han superado los valores objetivo** (5 ng/m³, 6 ng/m³, 20 ng/m³) establecidos en la Directiva 2004/107/CE. Sin embargo, hay que destacar que durante el año 2004 el **chromo (Cr), el níquel (Ni), Cadmio (Cd), manganeso (Mn) y plomo (Pb)** superaron los valores típicos encontrados en entornos urbanos en otras zonas de España.

Elemento	Promedio 2001	Promedio 2002	Promedio 2003	Promedio 2004	Rango normal en España ⁽¹⁾	Valores referencia industria del metal
Cr	26.1	21.1	22	15	1-8	25
Ni	20.6	15.9	14	10	2-7	33
Cd	3.14	2.3	3.3	1.6	0.2-0.8	1.2
Mn	113	102	76	56	10-25	85
Pb	110	106	89	85	10-60	103
As	-	-	1.7	1.5	0.3-1.8	5.4*
Fe	-	-		795		
Cu	-	-		42	20-50	70*

⁽¹⁾Querol y otros., 2004; *en zonas con industria metalúrgica del cobre

Tabla 6.10. – Concentraciones de metales (ng/m³) medidos en PM₁₀ en M^a Diaz de Haro (Bilbao) por el Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco

Los resultados de metales muestran unos niveles, que si bien cumplen la legislación, son en algunos casos mayores de lo esperado para una ciudad como Bilbao. La progresiva desaparición de industrias relacionada con actividades del metal, en Bolueta por ejemplo, podrían relacionarse con la destacada disminución de los valores encontrada a lo largo de los años.

6.9 Identificación de las causas de superación de los valores límite en el MUNICIPIO DE BASAURI

La estación de calidad del aire de *Basauri* se encuentra ubicada sobre la terraza del Instituto Uribarri en el parque Bizkotxaldeko, próximo al centro urbano del municipio. Este municipio, y los colindantes se caracterizan por una alta actividad industrial. La geomorfología de la zona condiciona de manera importante los niveles de calidad del aire. El municipio de Basauri no comprende una superficie grande pero si una alta densidad de población. Esta situación, unida a la industria del entorno y un fuerte tránsito de vehículos en los alrededores del núcleo urbano pueden provocar en ciertos días niveles altos de contaminación en el aire.



Figura 6.79. - Ubicación de los monitores en la estación de calidad del aire de Basauri.

En la figura 6.80 se puede ver la ubicación de los principales focos industriales del municipio incluidos en el Inventario de Emisiones de la CAPV 2002. Además también se representan otros focos no incluidos en él (Arcelor Packaging Internacional y Bridgestone). Hay que destacar que durante el 2004, dos de las empresas inventariadas en el 2002 dejaron su actividad (Cilindros Bolueta y Normelting 2000).

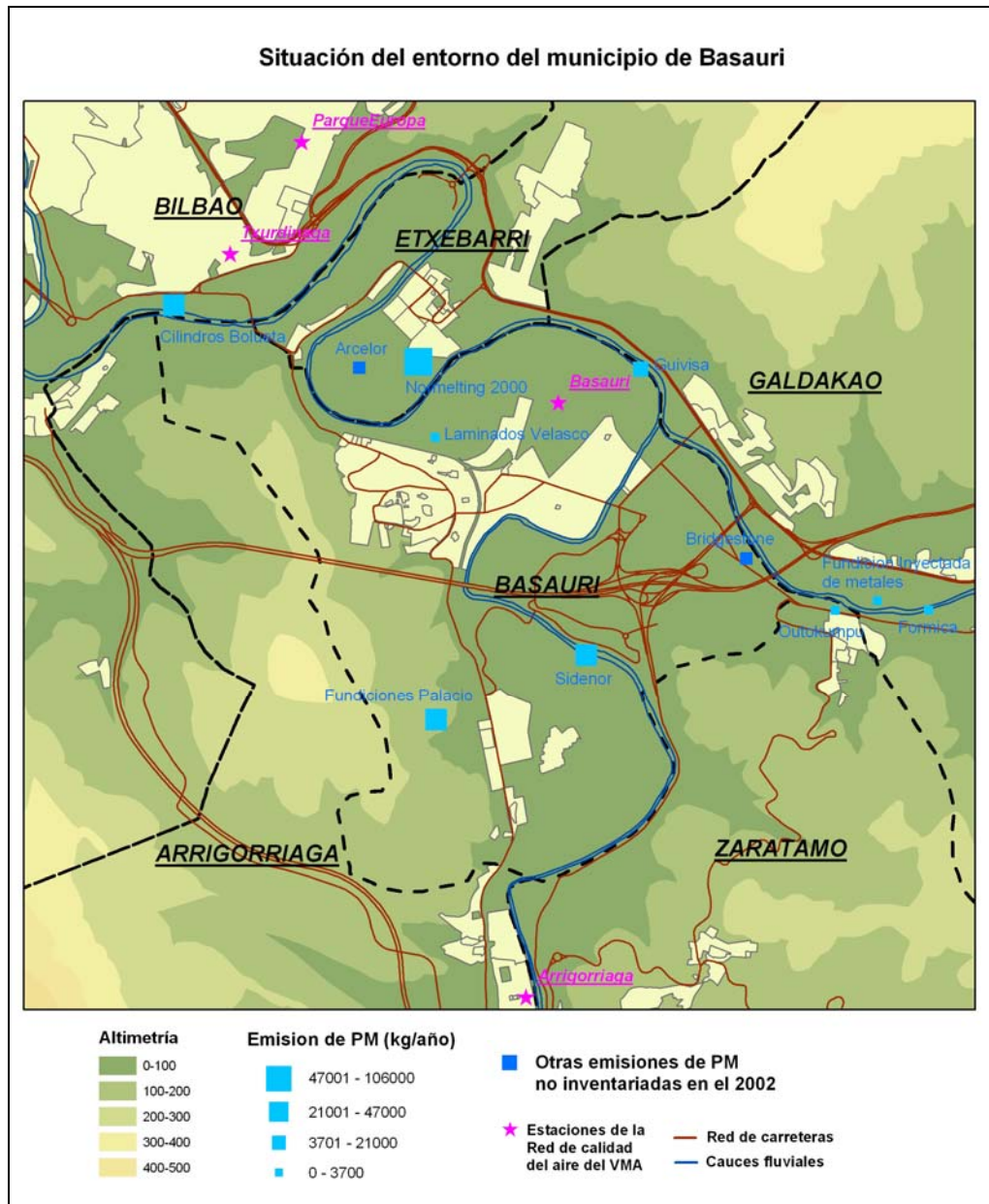


Figura 6.80. - Ubicación de la estación de calidad del aire de *Basauri* y los principales focos industriales en el entorno del municipio de Basauri.

6.9.1 Condiciones meteorológicas generales del municipio

Las direcciones de viento predominantes en Basauri están influenciadas por la orografía que circunda el núcleo urbano. Las direcciones y velocidades de viento representadas en la figura 6.81 corresponden a las registradas en la misma ubicación que las medidas de contaminantes de *Basauri* durante el año 2003. Prácticamente la totalidad de las direcciones de viento se dan en dos cuadrantes, el segundo y el cuarto. El segundo cuadrante presenta altas frecuencias en las direcciones sur-sureste (SSE) y sureste (SE), mientras el cuarto lo hace en las direcciones nor-noroeste (NNW) y contiguas (N y NW). Las **direcciones predominantes son las del segundo cuadrante** donde se presentan gran parte de las velocidades de viento bajas ($v < 1.5$ m/s). Sin embargo, hay que destacar que del total de datos meteorológicos anuales, solo una pequeña parte (4% en el año 2003) corresponden a situaciones calmas ($v < 0.5$ m/s). Es por ello que se puede considerar una zona bien ventilada destacando altas frecuencias de vientos entre 1.5 y 3 m/s para las direcciones del segundo cuadrante.

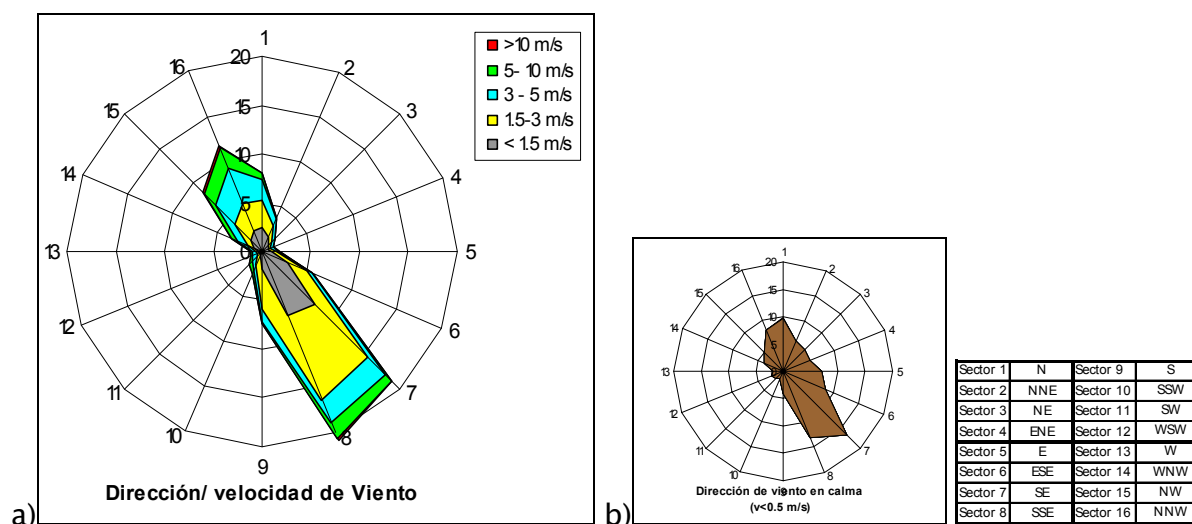


Figura 6.81. – Rosas de viento para la estación de calidad del aire de *Basauri* en 2003

Las direcciones de viento en Basauri, confirman la canalización del flujo atmosférico a lo largo de los valles que circundan el núcleo poblado. En concreto, en

Basauri confluyen dos ríos (Ibaizabal y Nervión) provenientes de dos valles diferentes en dirección este-sureste (ESE) y sur (S) respectivamente. A partir de Basauri, el cauce del río, una vez unido, discurre hacia el mar en dirección noroeste (NW). Así pues, la ubicación de la estación de medida justifica los dos sectores principales de viento que se registran en Basauri.

El municipio situado a unos veinte kilómetros en dirección noroeste (NW) de la línea de costa se ve afectado en primavera y verano por las brisas de mar entrantes a lo largo de la ría de Bilbao. Sin embargo, en otoño e invierno, cuando las brisas de mar son más débiles y tienen menor capacidad de penetrar tierra adentro, son las brisas de valle de componente sureste (SE) las predominantes.

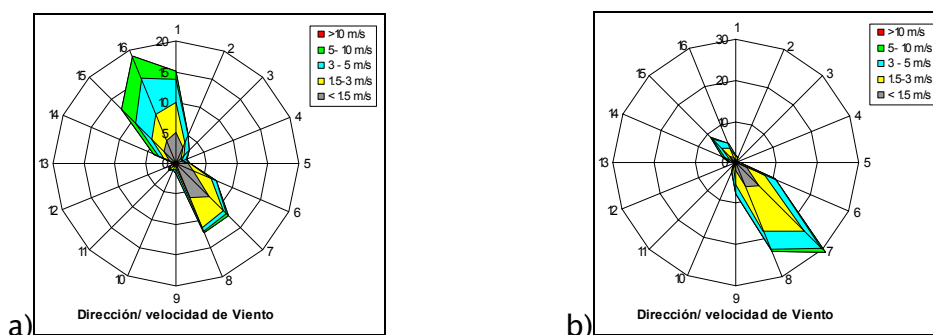


Figura 6.82. – Rosas de viento mensuales en la estación de calidad del aire de *Basauri* en junio (a) y diciembre (b) del año 2003

Por lo tanto, las condiciones meteorológicas de Basauri favorecen una dispersión activa de los contaminantes emitidos por las fuentes locales. Sin embargo, esta dispersión es limitada debido a la canalización de flujos de aire a través de los valles circundantes. Además hay que tener en cuenta que a lo largo de estos valles (especialmente la Ría de Bilbao), se producen importantes emisiones de contaminantes que pueden ser arrastrados hasta Basauri ocasionando un empeoramiento de los niveles de calidad del aire en el municipio.

6.9.2 Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas

Con la finalidad de poder discernir la procedencia de concentraciones altas de PM₁₀ en Basauri, los datos de contaminación se han contrastado con direcciones y velocidades de viento registrados junto a la propia cabina de medida de contaminantes.

Se han estudiado los años 2002, 2003 y 2004 obteniendo resultados similares y pudiendo apreciar la influencia de diferentes focos según la situación meteorológica existente. En la figura 6.83 se representan los resultados del análisis de concentraciones de PM₁₀ por direcciones de viento. Se puede apreciar como **destacan las altas concentraciones de PM₁₀ en direcciones del segundo cuadrante (entre ESE y S)**. Conviene señalar que en los años 2002 y 2003, las direcciones oeste (W) y oeste-noroeste (WNW) presentan concentraciones muy altas. Sin embargo, debido a la bajísima frecuencia de los vientos en estas direcciones, no es de esperar que el impacto global en Basauri sea importante. Las diferencias entre años de las concentraciones del segundo cuadrante son debidas principalmente a particularidades meteorológicas.

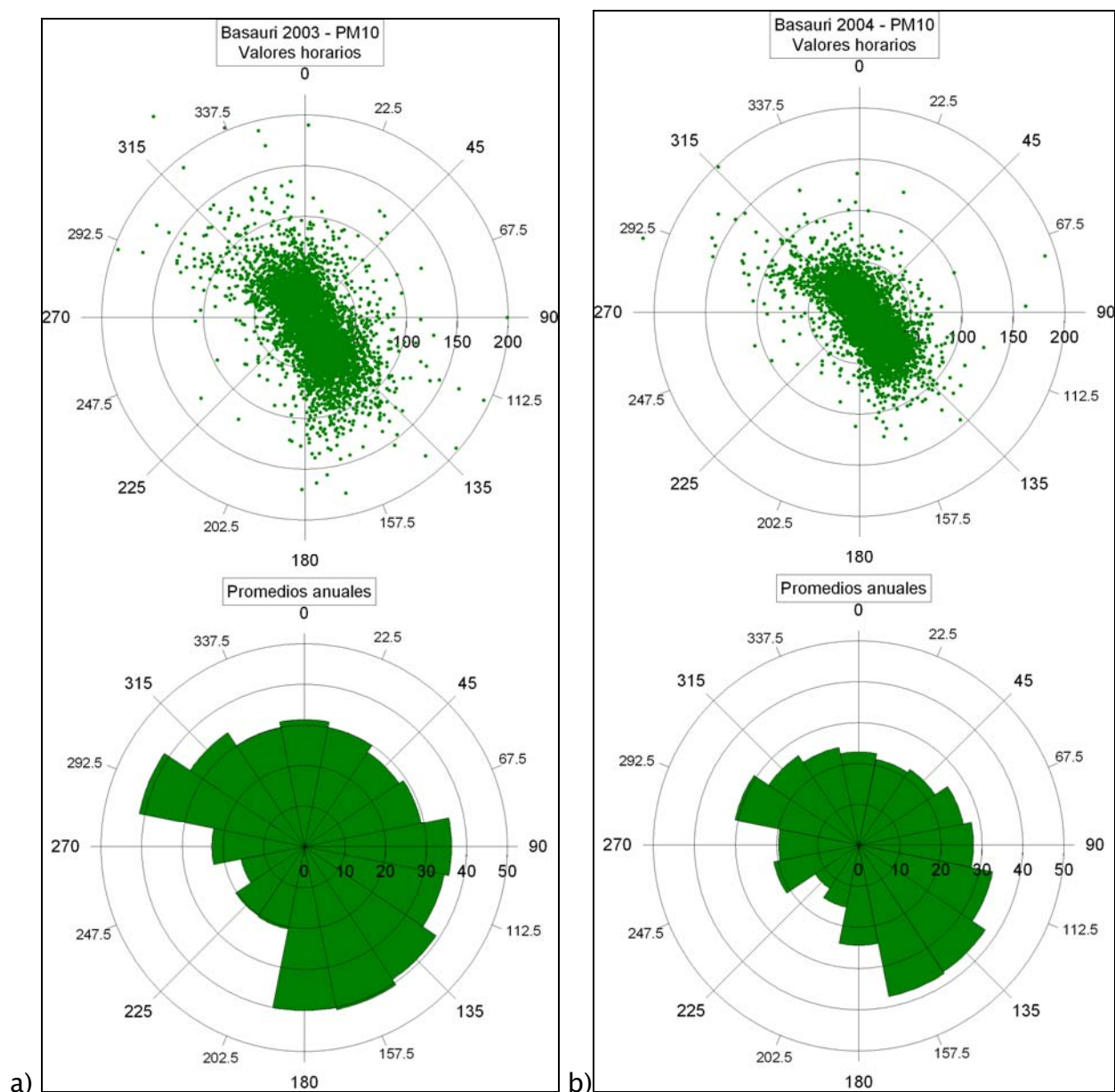


Figura 6.83. – Concentraciones promedio de PM_{10} por sectores de dirección de viento en la estación de *Basauri* en el año 2003 (a) y 2004 (b)

Si distinguimos por velocidades de viento encontramos que las mayores concentraciones se producen a velocidades medias-bajas ($v < 3$ m/s) en direcciones del segundo cuadrante (ESE a S), indicando la contribución de focos relativamente cercanos. Hay que destacar que las concentraciones registradas en estas condiciones meteorológicas han ido disminuyendo progresivamente entre el año 2002 y el 2004.

A su vez destacan las direcciones del **cuarto cuadrante (WNW, NW, NNW)** por presentar las mayores concentraciones a velocidades medias-altas ($v > 3$ m/s). En estas direcciones las concentraciones son bastante uniformes en todos los rangos de velocidades de viento lo cual puede indicar un **arrastre de contaminantes emitidos por focos a diferentes distancias**. Esta situación se da principalmente en primavera y verano cuando el efecto de las brisas de mar, que arrastra material particulado emitido a lo largo de la ría del Nervión, incide de manera más clara en Basauri (figura 6.85).

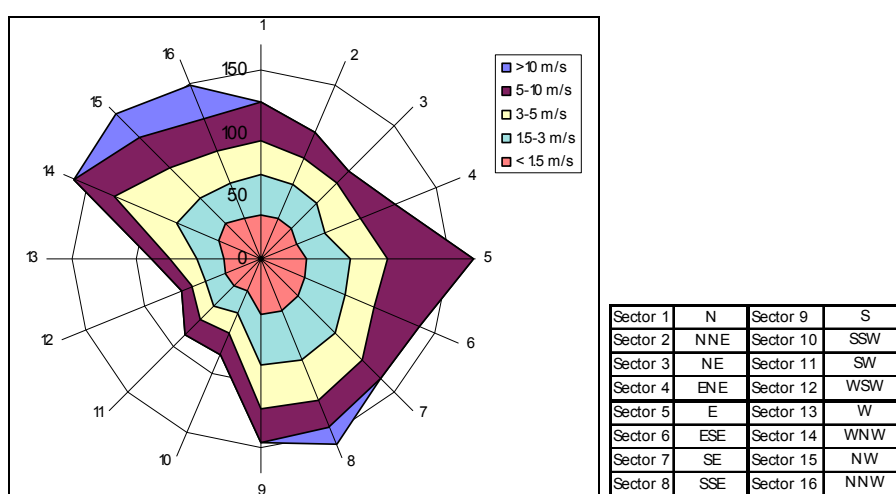


Figura 6.84. – Concentraciones promedio de PM_{10} por sectores de dirección de viento y rangos de velocidad en *Basauri* en el año 2003

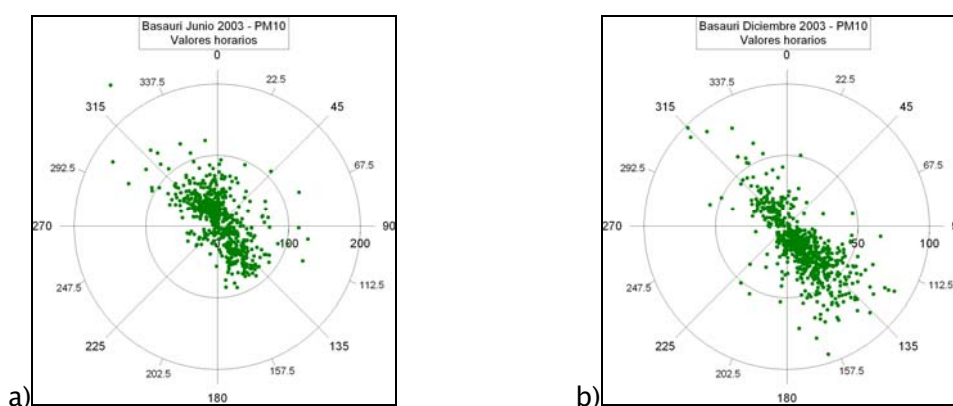


Figura 6.85. – Concentraciones mensuales horarias de PM_{10} por dirección de viento en la estación de *Basauri* en junio (a) y diciembre (b) del año 2003

6.9.3 Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas

En la figura 6.86 podemos apreciar que **las mayores concentraciones de NO_x se dan claramente dentro del segundo cuadrante** con ligeras variaciones anuales igual que en el caso de PM₁₀. Hay que señalar que al contrario que PM₁₀ la dirección de viento esta condicionando de manera importante los niveles de NO_x registrados debido a la amplia diferencia en concentraciones entre segundo y resto de cuadrantes.

Dentro del segundo cuadrante, se puede apreciar que las variaciones anuales producidas en NO_x entre los años 2003 y 2004 son iguales a las que ocurren en PM₁₀. Esta situación hace intuir que **los focos contribuyentes a los niveles de NO_x y PM₁₀ en el segundo cuadrante podrían ser los mismos.**

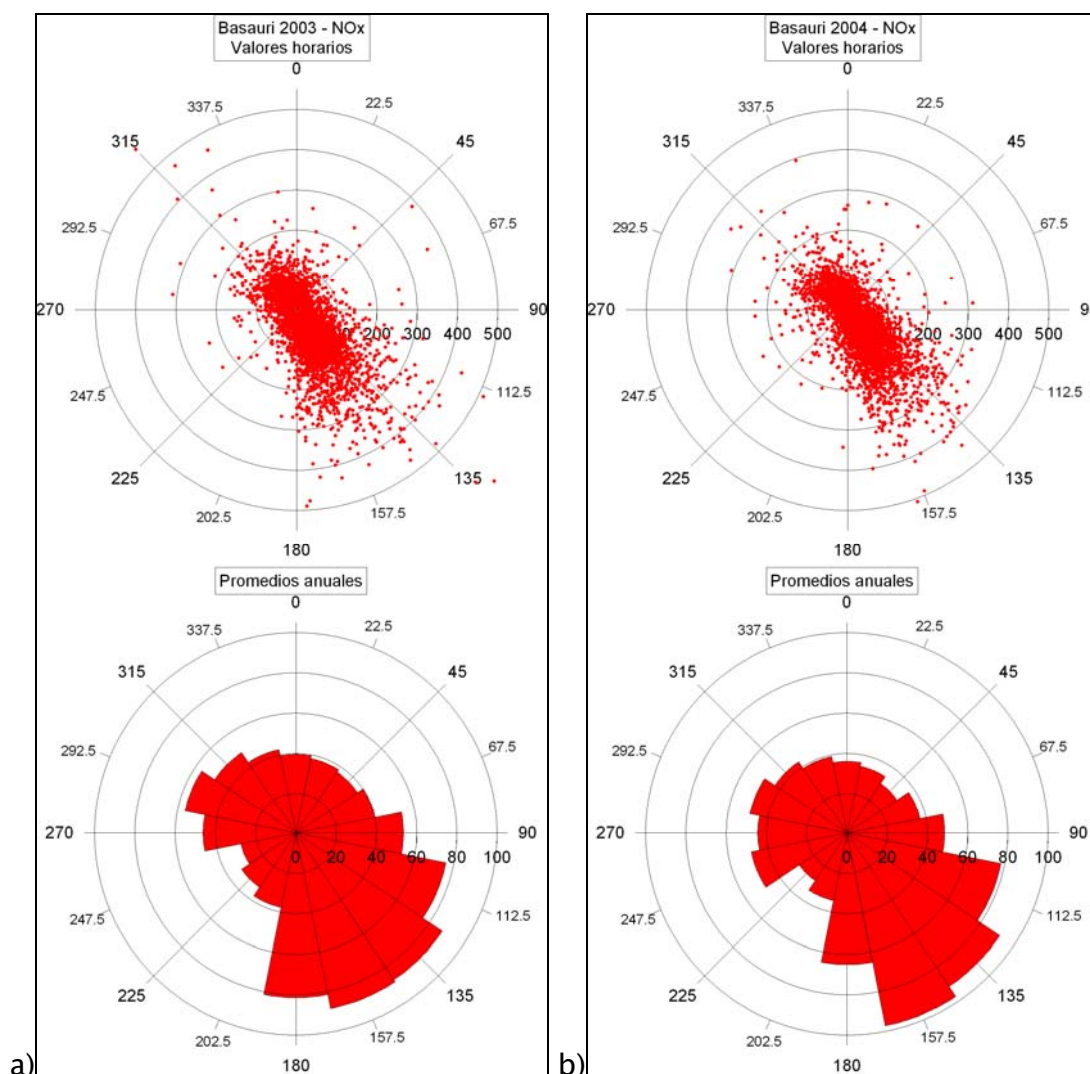


Figura 6.86. – Concentraciones promedio de NO_x por sectores de dirección de viento en la estación de *Basauri* en el año 2003 (a) y 2004 (b)

Por velocidad de viento, las mayores concentraciones se dan entre las direcciones este-sureste (ESE) y sur (S) a velocidades de viento bajas ($v < 1.5$ m/s). Conviene que señalar que en general, en esas mismas direcciones, no existe mucha diferencia de concentración de NO_x en todo el rango de velocidades medias-bajas ($v < 3$ m/s), aunque si se produce una disminución importante para $v > 3$ m/s.

Por otra parte, la direcciones próximas al noroeste (NW) presentan a velocidades altas ($v > 3$ m/s) concentraciones elevadas en comparación con el resto de direcciones.

Los resultados muestran que existen **focos cercanos de NO_x que contribuye de manera importante a los niveles registrados en el segundo cuadrante**. Además de las actividades siderometalúrgicas desarrolladas en esa dirección, también se encuentra el tráfico urbano de Basauri y la autopista A-8 con un elevado tránsito de vehículos.

Por otra parte, parece existir un arrastre de NO_x a lo largo de la Ría de Bilbao asociado a las emisiones urbanas principalmente de tráfico pero también del sector residencial e industrial.

6.9.4 Ciclo diario de PM₁₀ y NO_x

De la media anual calculada para cada hora del día se puede observar la evolución diaria de las concentraciones de PM₁₀, (material particulado menor de 10 micras de diámetro aerodinámico) y NO_x.

La figura 6.87 muestra el ciclo diario de la estación de *Basauri*. Destaca un pico por la mañana que alcanza su máximo a las 8 (hora GMT). Las estaciones típicamente urbanas presentan dos picos, uno por la mañana y otro por la tarde, asociados al tráfico. Sin embargo, en Basauri **apenas se distingue el pico de la tarde debido a la afección de otros focos distintos al tráfico urbano**. La estación urbana de *Txurdinaga*, situada próximo al municipio (figura 6.80), junto a la carretera N-634 con importante tráfico de entrada-salida de Bilbao, muestra una evolución similar a la de la estación de *Basauri*. Aunque *Txurdinaga* muestra un pico matinal mayor, la concentración durante la noche es mayor en *Basauri*, probablemente debido a la actividad nocturna de las industrias siderometalúrgicas próximas.

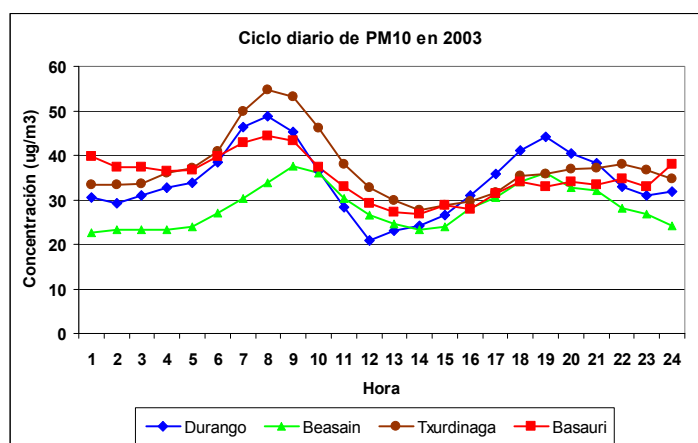


Figura 6.87. – Ciclo diario anual de PM₁₀ en la estación de *Basauri* en el año 2003

Durante la tarde los resultados promedio anual no presentan ningún pico en *Basauri* debido entre otras cosas a la influencia de la meteorología local y en concreto el desarrollo de brisas de mar y de valle, como se ha explicado en el capítulo anterior. Las condiciones meteorológicas en *Basauri* presentan diferentes escenarios de dispersión durante el año y consecuentemente diferente evolución de los niveles de calidad del aire. Es por ello que los ciclos diarios de PM₁₀ varían a lo largo del año. El pico de mañana asociado al tráfico se presenta durante todo el año aunque con diferente amplitud. Sin embargo, el pico de tarde aparece con menos regularidad. Además, entre Junio y Agosto aparece un incremento de la concentración de PM₁₀ entre las 13 y 15 (hora GMT) asociado a las brisas de mar que llegan hasta Basauri recogiendo las emisiones de material particulado a lo largo de la Ría del Nervión (figura 6.88).

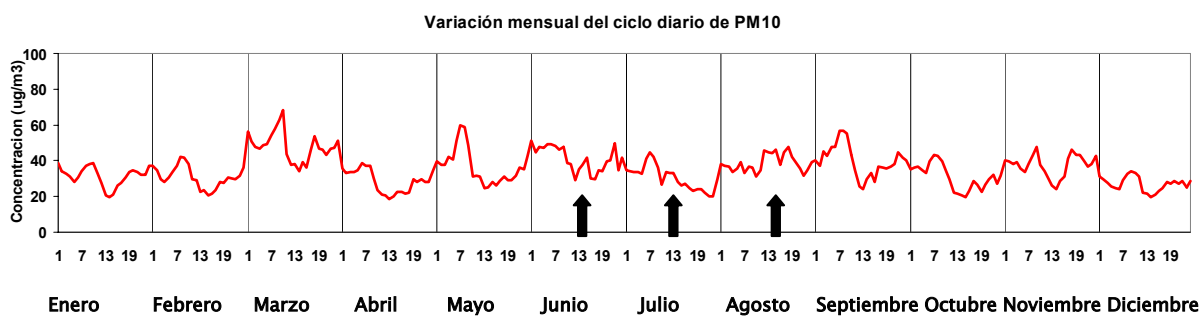


Figura 6.88. – Ciclo diario mensual de PM₁₀ en la estación de *Basauri* en el año 2003

Para el caso de NO_x , la evolución del ciclo diario de *Basauri* es similar al de otras estaciones urbanas incluso a las que tienen influencia industrial (*Beasain* y *Durango*). Sin embargo, hay que destacar que los niveles no alcanzan valores tan altos como los de *Txurdinaga* y que el pico de la tarde se presenta menos marcado.

Es interesante recalcar como los máximos de la mañana de PM_{10} y NO_x se producen a la misma hora lo que puede indicar la contribución de los mismos focos o simplemente que el origen del material particulado en aire es primario, es decir, no se forma a partir de ningún proceso sino que se emite directamente por los diferentes focos.

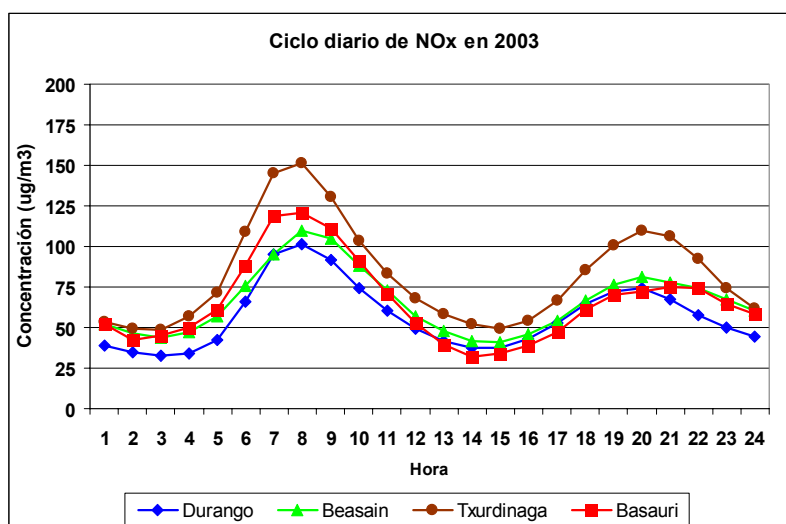


Figura 6.89. – Ciclo diario anual de NO_x en la estación de *Basauri* en el año 2003

6.9.5 Variación mensual de PM_{10} y NO_x

En *Basauri* los óxidos de nitrógeno (NO_x) presentan un ciclo anual relativamente marcado en el que se puede apreciar como las menores concentraciones se dan durante la primavera-verano y las mayores concentraciones durante el otoño e invierno. No hay que olvidar la importancia que la meteorología local/regional tiene en

los niveles de contaminación de *Basauri* pudiendo ser esta la razón de fluctuaciones dentro de cada época del año.

Como ya se ha comentado anteriormente, la media mensual de PM₁₀ no parece seguir un patrón claro a lo largo del año en ninguna estación de medida del Bajo Nervión. Existe una fuerte influencia de la precipitación sobre los niveles de PM₁₀. Es por ello que meses en que se producen mayores precipitaciones de lluvia, presentan concentraciones de PM₁₀ más bajas respecto a meses contiguos. Este efecto está asociado a la ‘limpieza’ que la lluvia ejerce sobre el material particulado en suspensión en el aire, así como el depositado en el suelo, evitando su resuspensión.

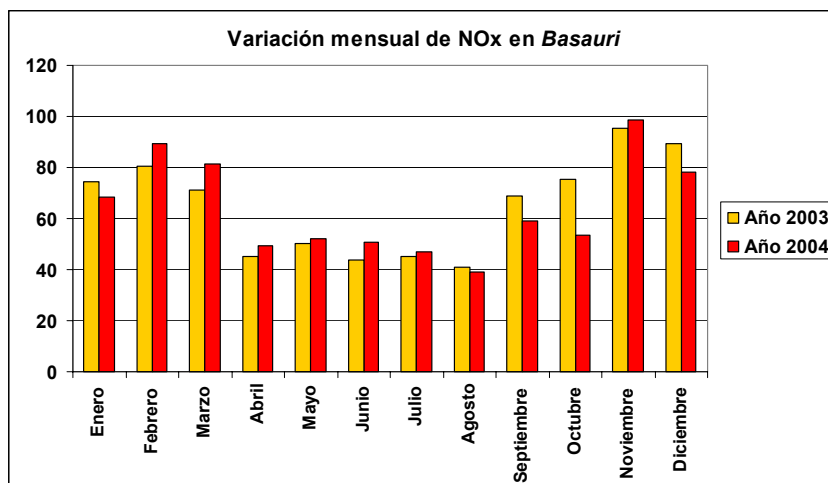
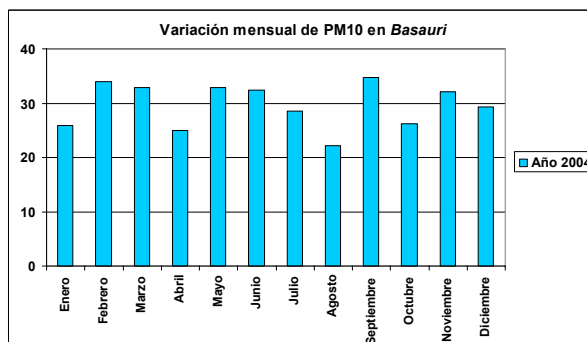
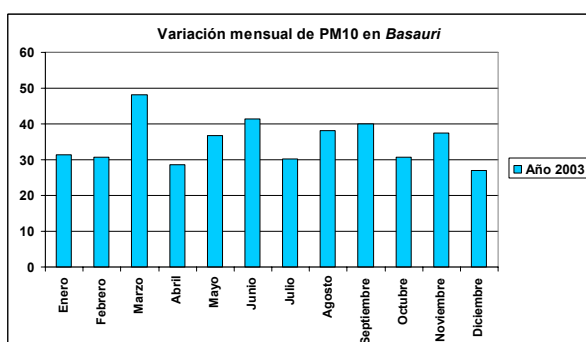


Figura 6.90. – Variación mensual de concentración de NO_x en *Basauri*



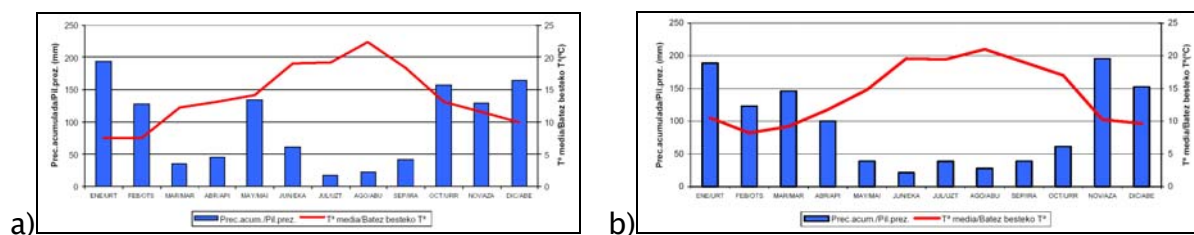


Figura 6.91. - Variación mensual de concentración de PM_{10} en la estación de *Basauri* y de precipitación y temperatura en la estación de LaPeña (Euskalmet) en el año 2003 (a) y 2004 (b)

6.9.6 Composición del material particulado (PM) en Basauri

El Gobierno Vasco a través de la Facultad de Ciencias de la UPV (Ibarguchi y otros) realizó durante el año 2003 y 2004 una campaña para el análisis de los elementos del material particulado (PM). El captador de alto volumen se ubicó junto a los monitores en continuo de la estación de medida de calidad del aire de *Basauri*, tomándose el siguiente número de muestras:

Año	PM_{10}	$PM_{2.5}$
2003	17 (de junio a octubre)	21 (de junio a diciembre)
2004	15 (de enero a junio)	12 (de enero a junio)

Tabla 6.11. - Número de muestras de PM_{10} y $PM_{2.5}$ y periodos en los que se realizaron

En la tabla 6.12 se muestran algunos de los elementos analizados, representativos de actividades industriales relacionadas con el tratamiento de metales.

Elemento	Promedio 2003	Promedio 2004	Promedio 2003/04	D.S. 2003/04	Max. 2003/04	Min. 2003/04	Valores referencia industria del metal	Rango normal en España
Cr	17.7	20.4	19.0	14.9	56.5	2.2	25	1-8
Mn	100.7	98.3	99.5	75.3	266.1	14.2	85	10-25
Ni	9.0	10.5	9.7	7.4	32.8	1.2	33	2-7
Cu	113.3	110.6	112.1	61.3	292.8	22.8	70*	20-50

Elemento	Promedio 2003	Promedio 2004	Promedio 2003/04	D.S. 2003/04	Max. 2003/04	Min. 2003/04	Valores referencia industria del metal	Rango normal en España
Zn	348.1	474.3	407.3	297.9	1137.0	41.6	420	20-100
As	1.6	2.5	2.0	1.6	7.4	0.3	5.4*	0.3-1.8
Mo	15.2	9.2	13.1	9.1	32.7	2.9	16	2-5
Cd	3.6	2.2	3.0	4.1	23.7	0.4	1.2	0.2-0.8
Pb	92.5	104.0	97.9	69.3	298.1	9.3	103	10-60
Bi	1.3	3.7	2.4	3.4	16.0	0.1	1.7*	0.1-0.5

* en zonas con industria de metalurgia del cobre

Tabla 6.12. – Concentraciones promedio (ng/m³) de algunos de los metales analizados en la fracción PM₁₀ en Basauri en los años 2003 y 2004

Los resultados promedio de Pb, Ni, As y Cd no superan sus respectivos valores limite/objetivo (tabla 3.3 y 3.4), por lo que aunque la representatividad de los datos pueda no ser suficiente, **se esta cumpliendo la normativa**. Sin embargo, cabe destacar que tanto el Ni, como As y Cd presentan alguna muestra con concentraciones por encima del valor objetivo.

En comparación con niveles referencia en otras zonas con actividades industriales siderometalúrgicas, se observa que una parte importante de los metales medidos en Basauri presentan valores similares (Zn, Mo y Pb) o incluso mayores (Mn, Cu, Bi, Cd). El resto, Cr, Ni, y As no presenta valores demasiado altos aunque se encuentran por encima del rango normal.

En la tabla 6.13 presentamos la matriz de correlación de los metales más relevantes muestreados en PM₁₀ en Basauri. En ella se puede observar **coeficientes de correlación altos en gran parte de los metales en PM₁₀**. Los que están mejor relacionados entre si son el Cr, Mn, Ni, Zn y As ($p < 0.01$). El Pb también muestra valores altos de correlación con estos metales especialmente con el Zn y As. Por otra

parte, el Bi solo muestra cierta correlación positiva con el As y el Cu, mientras el Mo no alcanza valores significativos con ninguno de los otros metales.

PM ₁₀		Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Pb	Bi
Cr	r n	1 31									
Mn	r n	0.785(**) 31	1 32								
Ni	r n	0.874(**) 31	0.524(**) 32	1 32							
Cu	r n	0.693(**) 31	0.474(**) 32	0.703(**) 32	1 32						
Zn	r n	0.607(**) 31	0.697(**) 32	0.498(**) 32	0.515(**) 32	1 32					
As	r n	0.768(**) 31	0.687(**) 32	0.693(**) 32	0.565(**) 32	0.724(**) 32	1 32				
Mo	r n	0.319 25	0.287 26	0.423(*) 26	0.115 26	0.022 26	0.022 26	1 26			
Cd	r n	0.506(**) 31	0.184 32	0.629(**) 32	0.783(**) 32	0.217 32	0.185 32	0.319 26	1 32		
Pb	r n	0.589(**) 31	0.619(**) 32	0.509(**) 32	0.557(**) 32	0.830(**) 32	0.781(**) 32	-0.009 26	0.208 32	1 32	
Bi	r n	0.419(*) 31	0.324 32	0.322 32	0.492(**) 32	0.383(*) 32	0.633(**) 32	-0.146 26	0.207 32	0.384(*) 32	1 32

(*) La correlación es significativa al nivel 0.05 ($p < 0.05$)

(**) La correlación es significativa al nivel 0.01 ($p < 0.01$)

Tabla 6.13. – Matriz de correlación de los metales traza medidos en la fracción PM₁₀ en *Basauri* en los años 2003 y 2004 (r: coef. correlación; n=muestras)

Para el caso de los metales más relevantes muestreados en PM_{2.5}, la matriz de correlación (tabla 6.14) no muestra demasiadas diferencias con respecto a la de PM₁₀. Quizás destaca el Zn por mostrar peores correlaciones con algunos metales aunque sigue manteniendo un valor alto con el Pb. También Ni y Cr mantienen una alta correlación.

PM _{2.5}		Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Pb	Bi
Cr	r n	1									
Mn	r n	0.796(**) 33	1								
Ni	r n	0.918(**) 33	0.590(**) 33	1							
Cu	r n	0.671(**) 33	0.447(**) 33	0.628(**) 33	1						
Zn	r n	0.380(*) 33	0.694(**) 33	0.242 33	0.359(*) 33	1					
As	r n	0.587(**) 33	0.632(**) 33	0.549(**) 33	0.493(**) 33	0.564(**) 33	1				
Mo	r n	0.652(**) 31	0.570(**) 31	0.489(**) 31	0.354 31	0.11 31	0.362(*) 31	1			
Cd	r n	0.294 33	0.195 33	0.18 33	0.666(**) 33	0.171 33	0.126 33	0.255 31	1		
Pb	r n	0.486(**) 33	0.701(**) 33	0.394(*) 33	0.388(*) 33	0.860(**) 33	0.670(**) 33	0.219 31	0.141 33	1	
Bi	r n	0.593(**) 33	0.567(**) 33	0.495(**) 33	0.608(**) 33	0.355(*) 33	0.543(**) 33	0.446(*) 31	0.377(*) 33	0.418(*) 33	1

(*) La correlación es significativa al nivel 0.05 ($p < 0.05$)

(**) La correlación es significativa al nivel 0.01 ($p < 0.01$)

Tabla 6.14. – Matriz de correlación de los metales traza medidos en la fracción PM_{2.5} en *Basauri* en los años 2003 y 2004 (r: coef. correlación; n=muestras)

Los niveles medios de Zn, Pb, Ni y Cr presentes en las dos fracciones de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) son muy similares por lo que se considera que existe poca presencia de estos metales en la fracción más gruesa (PM_{10-2.5}). Por otra parte, las mayores correlaciones se dan entre Zn y Pb, y entre Ni y Cr tanto en PM₁₀ como en PM_{2.5}.

Así pues, las características del material particulado (niveles de metales, tamaño de las partículas metálicas y correlación entre dichos metales) apuntan a una **fuerte**

influencia de las actividades industriales siderometalúrgicas situadas en el entorno del municipio de Basauri sobre los niveles generales de PM₁₀.

6.9.7 Fotos de algunos de los focos emisores más destacados de material particulado en el entorno del municipio de Basauri



Figura F23. – Arcelor Arcelor Packaging Internacional situada al noroeste (NW) en Etxebarri



a)



b)



c)



d)



e)

Figura F24. - Tráfico en el municipio de Basauri. Autopista A-8 (a), Carreteras N-634 (b) y BI-625 (c). Entrada - salida a la N-634 desde Basauri (d,e)

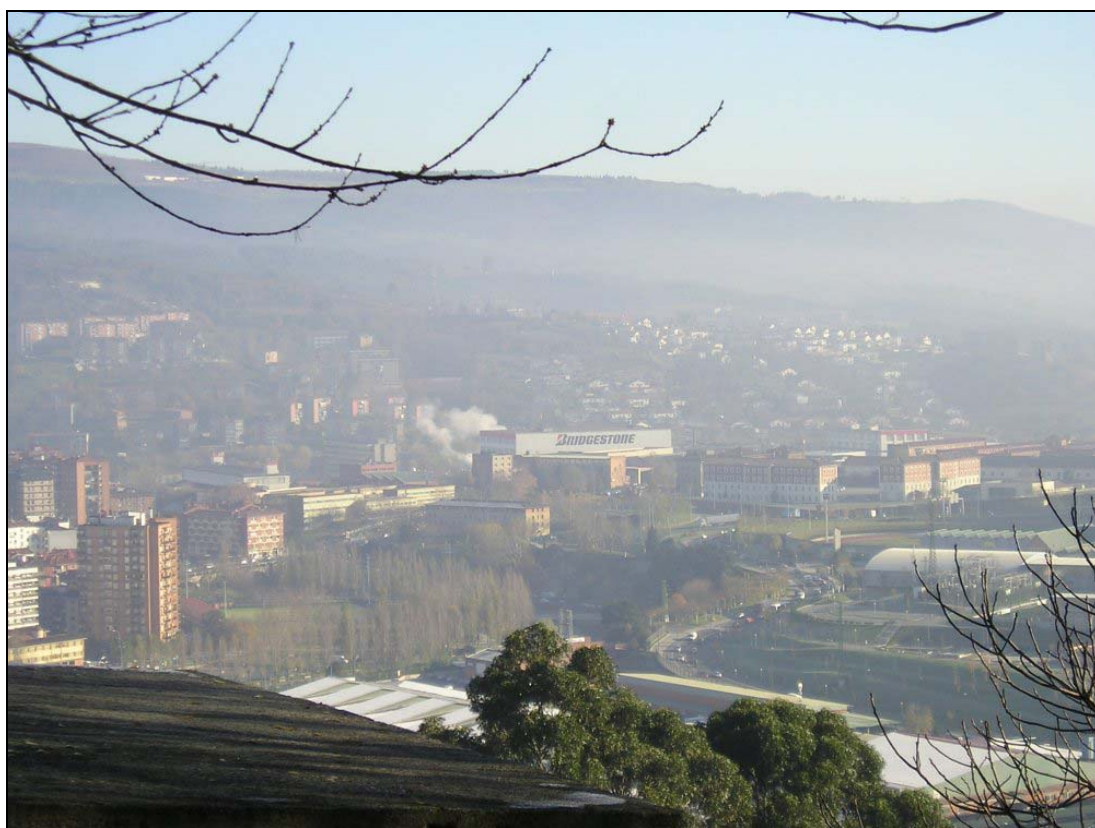


Figura F25. – Bridgestone, situada al este (E) del núcleo de población de Basauri



Figura F26. - Fundiciones Palacio, situada al sur (S) del núcleo de población de Basauri



Figura F27. – Laminados Velasco, situada en la parte norte (N), próximo al núcleo de población de Basauri



Figura F28. - Outokumpu, situada al este (E) del núcleo de población de Basauri



Figura F28. – Sidenor, situada en al sureste (SE) del núcleo de población de Basauri



Figura F29. – Formica, situada en al este (E) del núcleo de población de Basauri



Figura F30. – Guivisa, situada en al norte (N) del núcleo de población de Basauri

7. CONCLUSIONES

La comarca del Bajo Nervión se caracteriza por una alta densidad de población que se concentra entorno a la Ría del Nervión. La comarca soporta una importante **actividad económica e industrial**. Esta última, aunque ha disminuido de forma sustancial en las últimas décadas, **todavía tiene un importante peso dentro de la comarca**. Destacan industrias como una refinería de petróleo, acerías, plantas de recuperación/tratamiento de metal, centrales térmicas, plantas de fertilizantes, ...

La contaminación atmosférica en el Bajo Nervión ha mejorado con respecto a la situación de hace varias décadas, cuando en diciembre de 1977 se declaró el Gran Bilbao como zona de atmósfera contaminada. En aquella época la fuerte carga industrial existente causaba altos niveles de SO₂. Estas actividades han ido disminuyendo o se han ido adaptando a nuevas tecnologías menos contaminantes consiguiendo una mejora sustancial en los niveles de calidad del aire de la comarca de manera que en marzo del año 2000 el Gobierno Vasco mediante Decreto cesó la declaración de zona de atmósfera contaminada.

En la actualidad, el creciente aumento del **tráfico se está revelando como el principal agente de contaminación atmosférica**. A las emisiones de gases de escape, NO_x y material particulado (PM), más significativos en los motores diesel, hay que sumar la continua resuspensión de polvo que se produce en el entorno mas próximo de las carreteras y calles por donde circulan los vehículos. Aunque existe una continua mejora de la tecnología de los motores para reducir la emisión de los mismos, también existe mayor demanda de movilidad de los ciudadanos. Esta se traduce en un número demasiado alto de desplazamientos en vehículo privado lo que en la actualidad nos esta impidiendo alcanzar los niveles de calidad del aire en el parámetro de PM₁₀ (material particulado menor de 10 micras de diámetro aerodinámico). Este enorme

volumen de tráfico se da tanto en la mayor parte de los núcleos urbanos como en las vías de comunicación entre municipios de la comarca. La solución pasa exclusivamente por la minimización del coche privado y una apuesta clara por el transporte colectivo.

La comarca se localiza entorno a la desembocadura de la Ría del Nervión al mar formando un valle orientado en la dirección sureste(SE)–noroeste(NW) y limitado por alturas de varios cientos de metros a cada lado. Así pues, la dinámica atmosférica se encuentra muy afectada por los condicionantes locales de manera que en muchas ocasiones vientos en altura pueden quedar desacoplados de los vientos en superficie. Por ello, las direcciones de viento predominantes en el valle de la Ría del Nervión siguen la dirección sureste(SE)–noroeste(NW). La ubicación junto al mar y la orientación de las montañas desencadenan en condiciones estables de la atmósfera brisas de carácter local/regional que, como hemos visto a lo largo del estudio, varían en intensidad según la época del año. Aunque dependiendo de la ubicación concreta dentro del valle, en época invernal predominan las direcciones de viento del segundo cuadrante, mientras en primavera–verano las brisas de mar penetran tierra adentro apareciendo mayor número de direcciones de viento de componente noroeste (NW). Estas características configuran de manera importante los niveles de calidad del aire en el Bajo Nervión de manera que contaminantes emitidos dentro de la comarca en condiciones atmosféricas adecuadas pueden quedar ‘atrapados’ dentro del valle.

Los resultados del diagnóstico de la situación actual de la calidad del aire en la comarca del Bajo Nervión muestran un **incumplimiento de la normativa** actualmente en vigor (R.D. 1073/2002) **asociado al material particulado en aire ambiente (PM₁₀)**. Además en el municipio de Bilbao, en el año 2003 la estación de calidad del aire de ***Indautxu*** también incumplió los niveles de dióxido de nitrógeno (NO₂) debido al intenso tráfico que soporta su entorno más próximo.

De los niveles de contaminantes registrados en la comarca se desprende que existe una **problemática generalizada de concentraciones altas de PM₁₀ en todos los municipios**. En cuanto a la evolución en los últimos años, los niveles de PM₁₀ **no parecen mostrar una tendencia clara** en la comarca, pudiendo en parte depender ligeramente de las condiciones meteorológicas del año considerado y otros factores como obras urbanas.

Por lo tanto hay que recalcar que **la problemática de la contaminación atmosférica** en el Bajo Nervión no se circunscribe a un municipio, sino que **afecta de manera global** al conjunto de la comarca. Aunque no hay que olvidar las actividades industriales existentes, en general, el **principal problema desde el punto de vista de la calidad del aire que la comarca debe afrontar es el tráfico**. Sin embargo, a continuación se resumen las conclusiones particulares para cada uno de los municipios estudiados.

Zierbena

A diferencia de otros municipios en el valle del Bajo Nervión, los datos meteorológicos registrados en Zierbena muestran una importante influencia de su ubicación junto al mar y la cadena montañosa de Serantes-PuntaLucero. Las direcciones predominantes en este municipio se centran entorno al noreste (NE) y el suroeste (SW) siguiendo una vaguada en la cadena montañosa. Así pues Zierbena presenta una meteorología de carácter muy local influenciada por brisas de ladera cuya intensidad y dirección varía según la época del año.

Los niveles de PM₁₀ registrados en Zierbena están influenciados por varias fuentes entre las que **destaca la actividad asociada al Puerto Exterior de Bilbao**. La afección del tráfico urbano del propio municipio es despreciable. Las **mayores concentraciones de PM₁₀ se dan en direcciones del segundo cuadrante (entre ESE y S)** coincidiendo con la dirección de la desembocadura de la Ría en el Abra y el **arrastre de**

contaminantes provenientes de las actividades urbanas e industriales desarrolladas en la parte baja de la Ría del Nervión y el Abra. Sin embargo, no hay que olvidar las **importantes obras de infraestructuras** que en los últimos años se han llevado a cabo y que aún continúan en la zona portuaria de Zierbena.

Por otra parte, hay que destacar que aunque los **niveles de metales** cumplen la normativa, **la fracción de PM₁₀ muestra concentraciones inusualmente altas** cuyo origen podría estar asociado tanto a actividades siderometalúrgicas, como la carga-descarga de chatarra y otras actividades en el Puerto, o incluso la resuspensión de material con alto contenido metálico (lodos) usados en las obras.

Portugalete

El municipio de Portugalete se encuentra **fuertemente influenciado por la llegada de masas de aire contaminado** que en situaciones de estabilidad atmosférica se mueven a lo largo de la Ría en dirección al mar recogiendo las emisiones efectuadas a lo largo de buena parte del valle. También hay que mencionar que aunque la estación de medida de *Nautica* por su ubicación no muestra claramente el impacto del **tráfico del centro urbano de Portugalete**, este representa una importante afección a la calidad del aire en gran parte de las calles del municipio.

Por otra parte, aunque cumplen los límites legales, **los niveles de metales medidos sobrepasan los valores considerados “normales”** en España. El plomo (Pb) incluso supera los valores referencia de entornos con industria del metal. Esta situación podría justificarse por la proximidad de dos importantes actividades siderometalúrgicas (Nervacero, ACB) y/o las actividades de carga y descarga de chatarra que ocurren en el Puerto de Bilbao.

Erandio

Los niveles de PM₁₀ registrados en Erandio se encuentran relacionados con la ubicación del municipio dentro de la Ría del Nervión registrando las mayores concentraciones con vientos del segundo cuadrante a lo largo del valle en dirección al mar. Destacan las elevadas concentraciones de PM₁₀ alcanzadas durante la noche (mayores que en Bilbao) y que están asociadas a una situación de estabilidad atmosférica y **el arrastre de contaminantes** con las brisas de valle.

No hay que olvidar el importante tráfico de vehículos que en su mayor parte es ajeno al propio municipio y que afecta la calidad del aire principalmente en las horas punta.

Por otra parte, el barrio de Asua alberga una importante actividad industrial relacionada con el tratamiento de metales. **Las concentraciones de metales registrados en Erandio son en general altas** destacando las del barrio de Arriaga próximo a las actividades industriales anteriormente citadas. Aun así en Tartanga, junto a la Ría, también se registran niveles anormalmente elevados. Aunque son necesarias acciones concretas para la mejora de esta situación, también hay que señalar que se han producido grandes mejoras en los niveles de metales con respecto a los años ochenta – noventa.

Barakaldo

El municipio de Barakaldo y su entorno más próximo del Bajo Nervión albergan importantes fuentes de contaminación de las cuales algunas son destacadas emisoras de PM₁₀. Además, existen actividades (alguna tiene prevista su cierre a corto plazo) con importantes emisiones de amoniaco que es uno de los precursores de material particulado secundario. Por otra parte, el municipio soporta algunos de los viales con

mayor intensidad de tráfico de la CAPV. Estos son estratégicos en la comunicación por carretera a nivel autonómico y del Estado. Frente a este tráfico regional y de media-larga distancia, el tráfico exclusivamente urbano de Barakaldo es despreciable y consecuentemente su contribución a la calidad del aire.

Al igual que otros municipios del Bajo Nervión, **las mayores concentraciones se dan con direcciones de viento del segundo cuadrante** (entorno al sureste) recibiendo la contribución parcial de otras fuentes contaminantes a lo largo de la Ría.

Alonsotegi

Alonsotegi se encuentra ubicado dentro del valle del Cadagua. La orientación y características de este valle configuran unas condiciones meteorológicas diferentes a las que se registran en el valle del Bajo Nervión. En el valle del Cadagua predomina la dirección oeste (W) influenciada por la orografía local.

Las mayores concentraciones de PM₁₀ se dan cuando se produce una penetración de aire contaminado del Bajo Nervión arrastrando otras emisiones producidas en la desembocadura del Cadagua. Estas situaciones se suelen dar con más frecuencia en primavera-verano. Cuando las direcciones de viento son opuestas, del oeste (W), las concentraciones son menores y su procedencia parecer tener un carácter más local estando asociada a la propia actividad del pueblo y el tráfico de la carretera general. El tráfico urbano propio del municipio no tiene influencia directa sobre los niveles de PM₁₀.

Por otra parte, los metales registrados en la zona, en general presentan concentraciones dentro de los rangos normales encontrados en otros centros urbanos.

Bilbao

En el municipio de Bilbao, sin duda alguna el agente más problemático para los niveles de calidad del aire y en concreto el PM₁₀ y NO₂, es el **tráfico**. Esto no significa que debido a los movimientos de las masas de aire en el valle del Bajo Nervión, otros focos ubicados en otros municipios no puedan influir en los niveles medios registrados.

Las mayores concentraciones, en general, se dan en el segundo cuadrante entorno a la dirección de viento sur-sureste (SSE). Hay que destacar que en comparación con otras estaciones del Bajo Nervión las concentraciones de PM₁₀ se encuentran mucho menos influenciadas por la dirección de viento.

Aun sin alcanzar valores típicos de entornos siderometalúrgicos y cumpliendo la legislación en vigor, los niveles de algunos de los metales registrados en Bilbao, superan los valores referencia encontrados en otros centros urbanos del Estado. Sin embargo, la tendencia en general muestra una disminución de las concentraciones de metales pudiendo estar relacionada con la desaparición de ciertas actividades industriales en el entorno.

Además de la **importantísima contribución local del tráfico rodado**, la industria situada al sureste (SE) de la ciudad y el arrastre de contaminantes emitidos en todo el Bajo Nervión configuran los niveles totales de PM₁₀ en Bilbao.

Basauri

Una fuente importante que contribuye al material particulado (PM₁₀) registrado en Basauri es **la industria siderometalúrgica** del entorno del municipio. Esta conclusión se desprende de los análisis químicos del material particulado (PM₁₀, PM_{2.5}) registrado en la zona, que muestran **alta presencia de metales** en su composición. Por ello se

considera que una parte importante del material particulado antropogénico registrado es debido a este sector. Sin embargo, el análisis de los resultados no descarta la influencia de otros sectores u focos. Así pues se ha comprobado que las condiciones meteorológicas regionales, que varían a lo largo del año, condicionan el grado de afección de los diferentes focos contaminantes. Mientras en invierno son las fuentes locales las que principalmente contribuyen produciendo **concentraciones altas de PM₁₀ con direcciones de viento del segundo cuadrante** (entorno al sureste), en primavera-verano, existe un **arrastre del PM₁₀ emitido a lo largo de la Ría**, produciendo un empeoramiento de la calidad del aire.

Por otra parte, no hay que olvidar, el gran número de vehículos principalmente asociados a tráfico interurbano ajeno al municipio que circulan por la autopista A-8 y N-634. Aunque los resultados de este estudio parecen mostrar una contribución menor del tráfico frente al sector siderometalúrgico, no hay que olvidar que además de las emisiones propias de PM₁₀ de los vehículos, siempre existe una resuspensión de material particulado previamente depositado en el suelo y 'levantado' de nuevo por el tráfico.