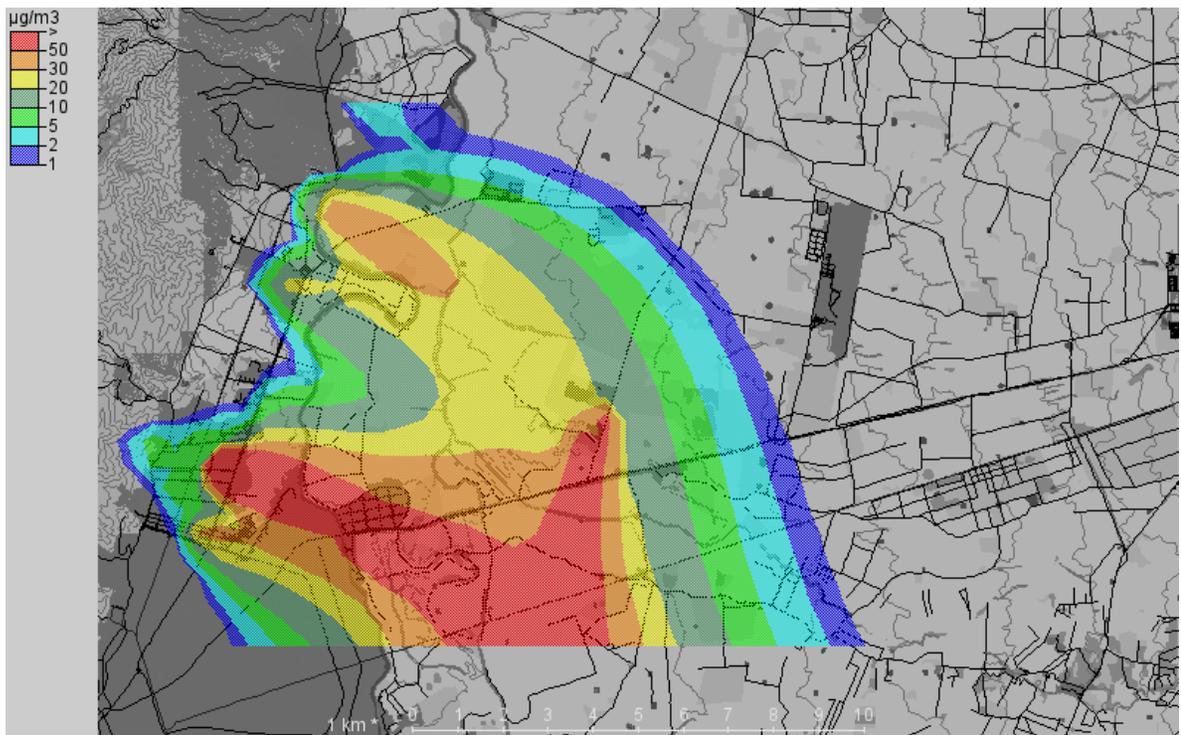




Corporación Autónoma  
Regional del Valle del Cauca

# INFORME MODELACIÓN DE EMISIONES A LA ATMOSFÉRA DEL SECTOR INDUSTRIAL DE YUMBO



**Julio de 2012**

## Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	2
2	Antecedentes .....	2
2.1	Concentraciones medidas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3	MODELACIÓN DE EMISIONES .....	4
3.1	Meteorología .....	6
3.2	Selección del modelo. ....	7
3.3	Periodo de tiempo de la modelación. ....	7
3.4	Presentación gráfica de la modelación realizada .....	8
3.5	Resultados de la modelación horaria .....	11
3.5.1	Promedios diarios .....	11
3.5.2	Máximos diarios.....	11
4	Conclusiones.....	14

# 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento presenta los resultados de la modelación de las emisiones de partículas por fuentes fijas ubicadas en el sector industrial de Yumbo. La modelación se realiza utilizando el inventario de emisiones por chimeneas levantado en el sector en el primer semestre 2012. Se utiliza el modelo de dispersión Gaussiano desarrollado por el Instituto Sueco de Hidrología y Meteorología, que hace parte del sistema de información geográfico AIRVIRO con que cuenta la CVC, con el fin de determinar el impacto causado por la totalidad de las emisiones sobre la calidad del aire en su área de influencia. Se incluyen las fuentes fijas de industrias localizadas en el sector de la Dolores y Palmaseca, municipio de Palmira, por su impacto sobre el área de estudio.

La modelación realizada se limita al Material Particulado, asimilando las emisiones por chimeneas a material particulado PM10, que corresponde a partículas con diámetro aerodinámico de 10 micrómetros. Este contaminante es clasificado como “criterio” por sus efectos en la salud, estando las concentraciones máximas permisibles reglamentadas por el MAVDT mediante la Resolución 601 de 2004, modificada por la Resolución 610 de 2010. Los valores máximos permisibles se establecen en 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio anual y 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como valor máximo diario.

## 2 Antecedentes

Para vigilancia de la calidad del aire en su área de jurisdicción, la CVC cuenta con una red de monitoreo gases y partículas con estaciones automáticas localizadas en las cabeceras municipales de Yumbo y Palmira, complementadas con estaciones semiautomáticas para monitoreo de material particulado en el ambiente en diferentes municipios. En el sector industrial de ACOPI se tiene en operación una estación PM10, que por las condiciones geográficas y meteorológicas del sector, es representativa para la determinación de la calidad del aire del sector industrial del municipio de Yumbo, comprendida desde la cabecera municipal hasta los límites con el municipio de Cali, y desde el pie de monte hasta el Río Cauca.

**Tabla 1.** Ubicación de la estación de muestreo

LOCALIDAD	DIRECCIÓN	COORDENADAS
Instalaciones de El País	Cra. 36 No 15-150	3° 29'46.5" N – 76° 30'25.1" W

**Gráfica 1.** Analizadores PM 10 y PM2.5 secuenciales en el sector ACOPI



Fotografía: CVC

**Gráfica 2.** Ubicación geográfica estación PM10 Sector Acopi - Yumbo



## 2.1 Resultados de los monitoreos

Los resultados del monitoreo de la calidad de aire en el sector Acopi superan los límites máximos permisibles para material particulado PM10, con una excedencia del 5% y 78,2% en el periodo comprendido entre el 8 de diciembre de 2008 y el 31 de diciembre de 2011. Las concentraciones diarias de PM10 en la zona de estudio varían entre 18,9 y 155,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la concentración promedio anual alcanza un máximo de 66,49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En cumplimiento con lo dispuesto en el Artículo 108 del Decreto 948 del 05 de junio de 1995, modificado por el Artículo 5 del Decreto 979 de abril 3 de 2006, corresponde a la

CVC clasificar como Área-Fuente Clase II- Área de contaminación media, el sector industrial del municipio de Yumbo y establecer un programa de reducción de contaminación por partículas menores de 10 micras - PM10, que podrá extenderse hasta por cinco (5) años.

La información obtenida con este proyecto será utilizada para establecer los programas de descontaminación requeridos.

### 3 MODELACIÓN DE EMISIONES

**Tabla 2.** Fuentes de emisión agrupadas por sectores

Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Dinalsa S.A	BDF	Alumina S.A.	Lloreda
Sidoc	Mac	Aseo de Suerooccidente	Comestibles Aldor
CI Cobres	Parmalat	Bimbo	Finca
Andina de Herramientas	Protecnic	Agregados Cachibi	Harinera Occidente
CI Colpads S.A.	Fabrisedas	Fanalca	Postobón
CI Océanos		Flexa	Cervecería
Aceros Diaco		García Ríos	
Centelsa		Johnsons & Johnsons	
General Metálica S.A.		Tecnoquímicas (Yumbo)	
Sinclair			
<b>Número de fuentes de emisión</b>			
<b>32</b>	<b>36</b>	<b>39</b>	<b>12</b>
<b>Carga total (Ton/año)</b>			
<b>288</b>	<b>47</b>	<b>769</b>	<b>64</b>

Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector Palmira
Roy Alpha S.A	Eternit	Momentive	Cartones del Valle
Propal	Cartón Colombia	Carnes y derivados	Empicolsa
Comergroup	Argos	Odena Colombiana	Fundimetales
Plegacol S.A.		Ceramicas LA SULTANA S.A.	Incineradores Industriales
Goodyear			Industria Licorera del Valle
<b>Número de fuentes de emisión</b>			
<b>11</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>Carga total (Ton/año)</b>			
<b>357</b>	<b>765</b>	<b>63</b>	<b>401</b>

Se evaluaron un total de 156 de fuentes de emisión de la zona industrial comprendida entre los municipios de Yumbo y Palmira. Estas fuentes generan un total de 2.754 ton/año de PM10.

**Tabla 3.** Delimitación de los sectores

Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Desde la Calle 70, nomenclatura de Cali, hasta la carrera 16 en la zona industrial de Yumbo.	Desde la carrera 16 hasta la carrera 32A	Desde la carrera 32A hasta la carrera 30	Desde la carrera 32 <sup>a</sup> hasta la carrera 25

Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector Palmira
Desde la carrera 25 hasta la diagonal 19A	Desde la diagonal 19A, carrera 19, calle 15, carrera 17 en línea recta hasta la margen derecha del río Cauca.	En el casco urbano de Yumbo desde carrera 2 hasta el barrio Pizarro.	La Dolores

Las fuentes de emisión que emiten el mismo contaminante y están ubicadas a menos de 100 metros de distancia se integran en una sola fuente para el análisis, es decir, se suman las emisiones de ductos similares utilizando los datos de la chimenea más representativa. La metodología para integrar emisiones de chimeneas similares es la siguiente<sup>1</sup>:

Se calcula el parámetro adimensional M para cada ducto:

Donde,

- M**= Parámetro adimensional
- H<sub>s</sub>**= Altura de la chimenea por encima del suelo (m)
- V<sub>ff</sub>**= Caudal volumétrico (m<sup>3</sup>/s)
- d**= Diámetro interno de la chimenea (m)
- v**= Velocidad de salida de los gases (m/s)
- T<sub>s</sub>**= Temperatura salida de los gases (°K)
- Q**= Tasa de emisión del contaminante (g/s)

La chimenea representativa corresponde a la de menor valor de **M**. Antes de proceder a sumar se verificó que las alturas de las chimeneas y caudales volumétricos de las chimeneas que se querían sumar no difirieran en más de 20%. Luego de aplicar este procedimiento la base de datos quedo reducida a 115 fuentes de emisión.

La modelación se realizó aplicando el modelo de dispersión con la totalidad de las fuentes inventariadas en una sola corrida de simulación. Adicionalmente, con el fin de establecer

<sup>1</sup> AIR QUALITY MODELING GUIDELINES. SOUTH CAROLINA DEPT. OF HEALTH & ENVIRONMENTAL CONTROL BUREAU OF AIR QUALITY

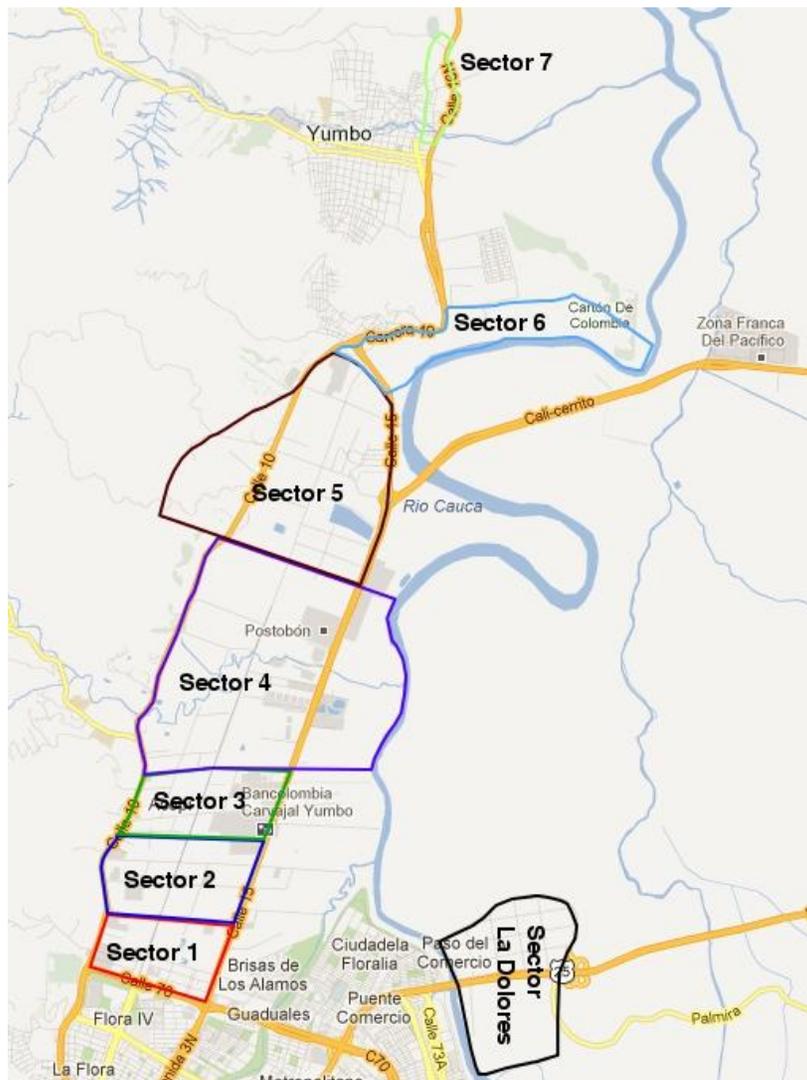
la influencia de las emisiones por áreas del sector industrial, se integraron las emisiones por bloques, como se indica en la tabla anterior.

### 3.1 Meteorología

Para la modelación se utiliza la información meteorológica suministrada por CENICAÑA. En la Figura 1 se presenta la ubicación de las estaciones que hacen parte de la red de meteorología de esta entidad, cuyos registros son representativos para los municipios de Yumbo, Palmira y Candelaria.

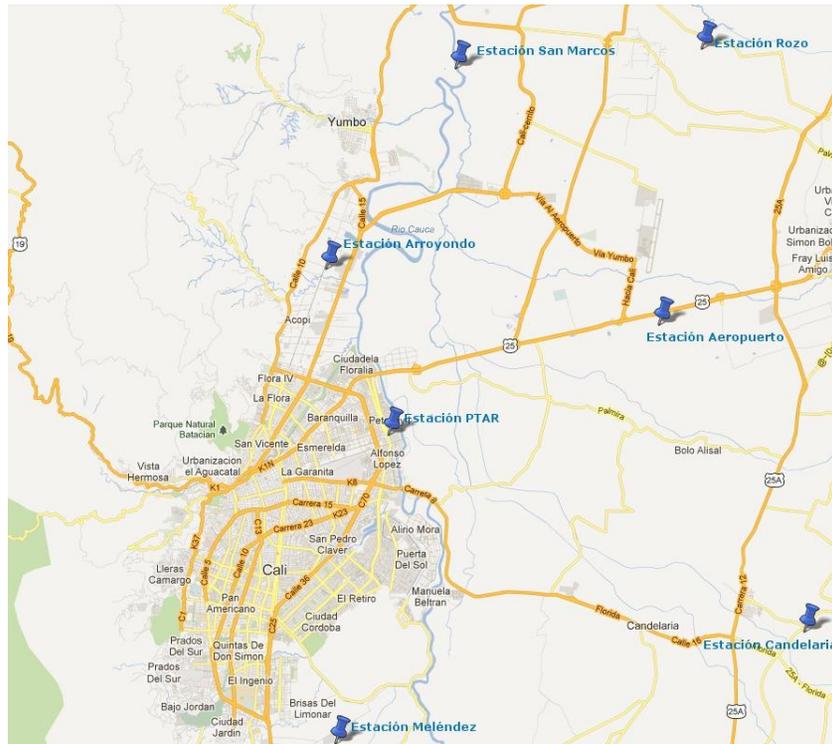
Teniendo en cuenta la poca variabilidad horaria, con una precisión reportada superior al 96%, para la velocidad y dirección del viento en un periodo de medición continuo de 15 años (1992 a 2007) se compuso un día promedio, hora por hora, para ser utilizado como un día meteorológico típico para las corridas de modelación.

**Gráfica 3.** Sectorización utilizada para la modelación



Fuente: Google Maps.

**Gráfica 4.** Estaciones meteorológicas.



Fuente: Google Maps.

### **3.2 Selección del modelo.**

Para este estudio se utilizó el modelo Gaussiano –SMHI, incluido en el sistema Airviro, teniendo en cuenta su capacidad para simular la distribución de la concentración de contaminantes a nivel del suelo originada por múltiples fuentes en áreas industriales y urbanas, en escalas de uno a decenas de kilómetros.

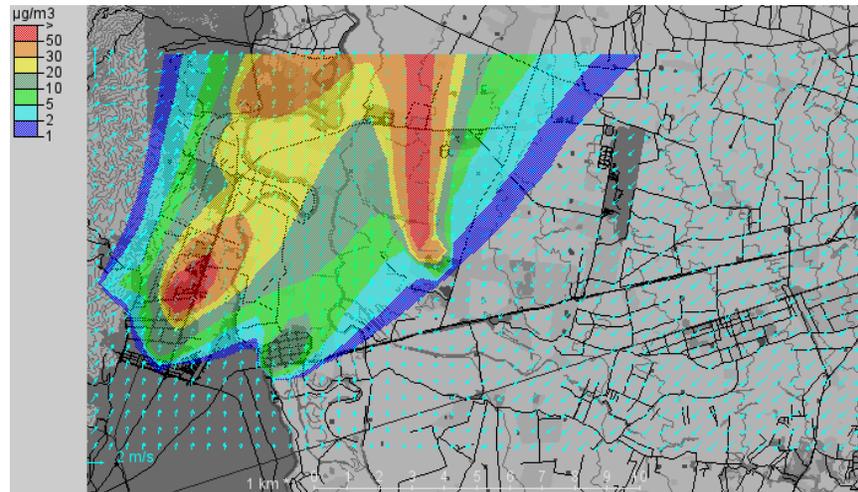
### **3.3 Periodo de tiempo de la modelación.**

La modelación se corre para un periodo de tiempo de 24 horas correspondiente a un día meteorológico promedio, según la información estadística correspondiente a un periodo de 15 años cada una de las estaciones meteorológicas localizadas en el área de estudio.

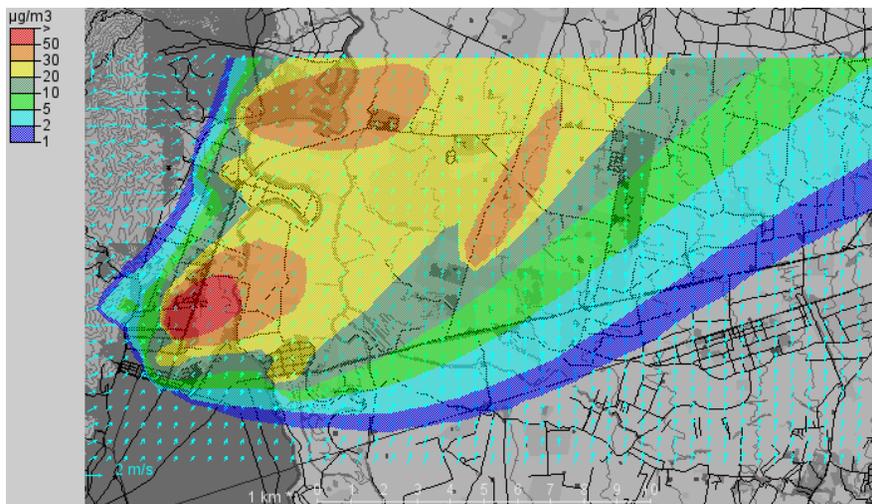
Se presenta a continuación las imágenes resultantes de la modelación en algunas de las horas que presentan cambios significativos en las concentraciones de PM10 resultantes sobre el territorio. Se incluyen los vectores que indican la dirección y magnitud del viento en el área de estudio.

### 3.4 Presentación gráfica de la modelación realizada

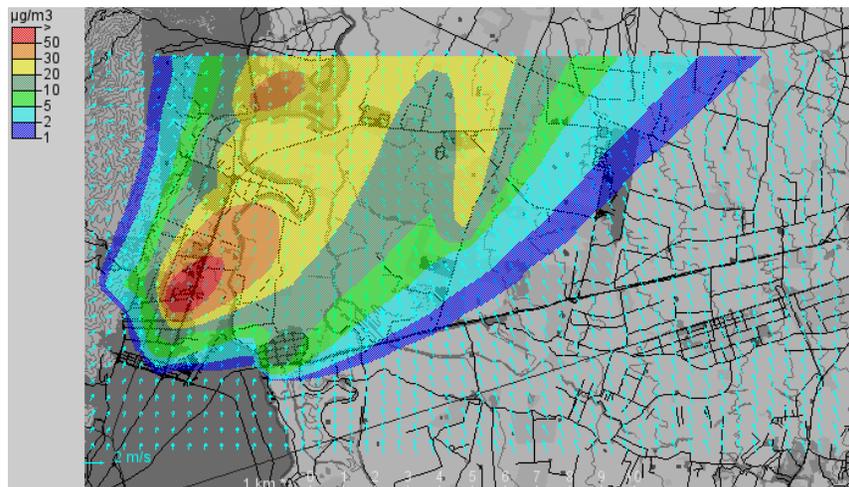
1:00 a.m.



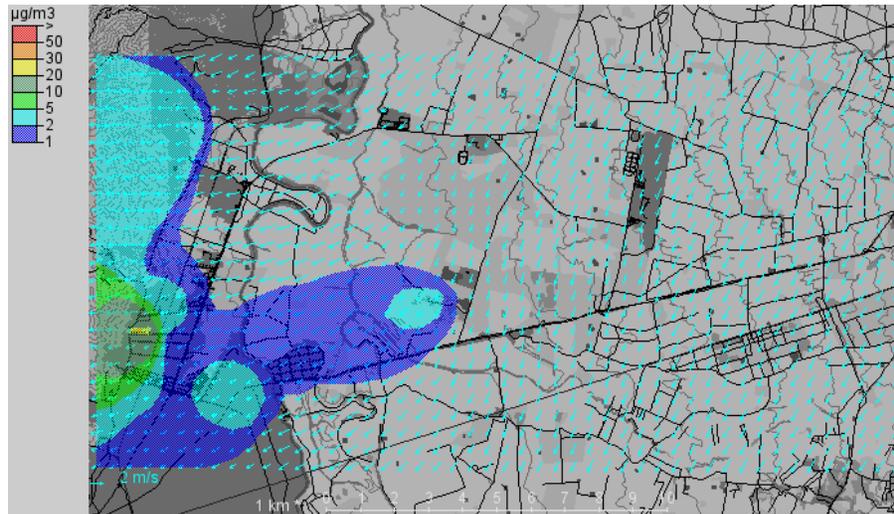
5:00 a.m.



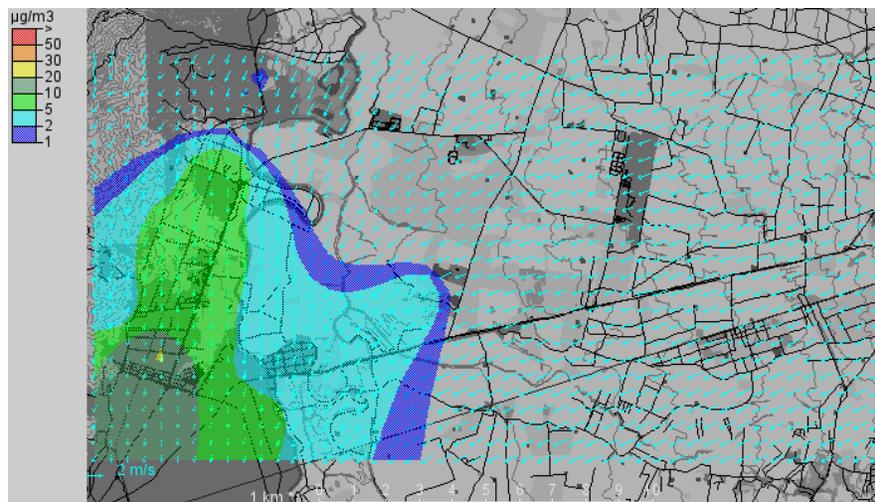
8:00 a.m.



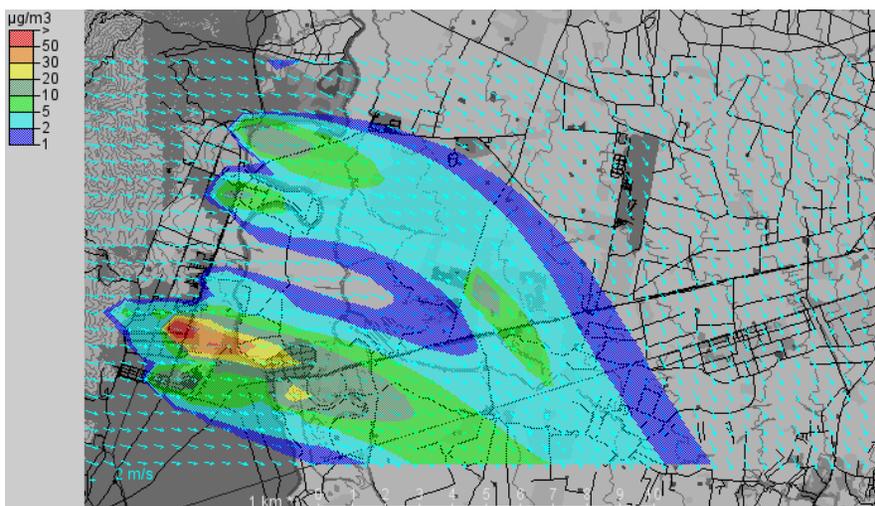
1:00 p.m.



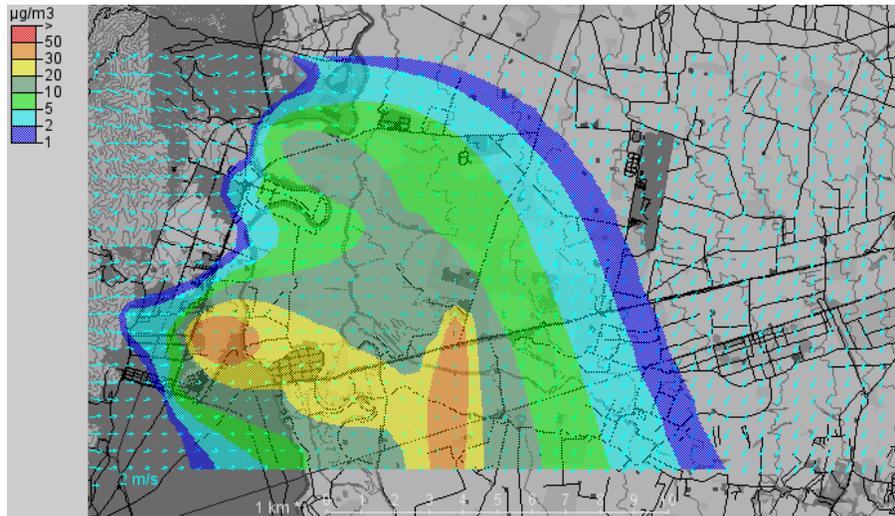
3:00 p.m.



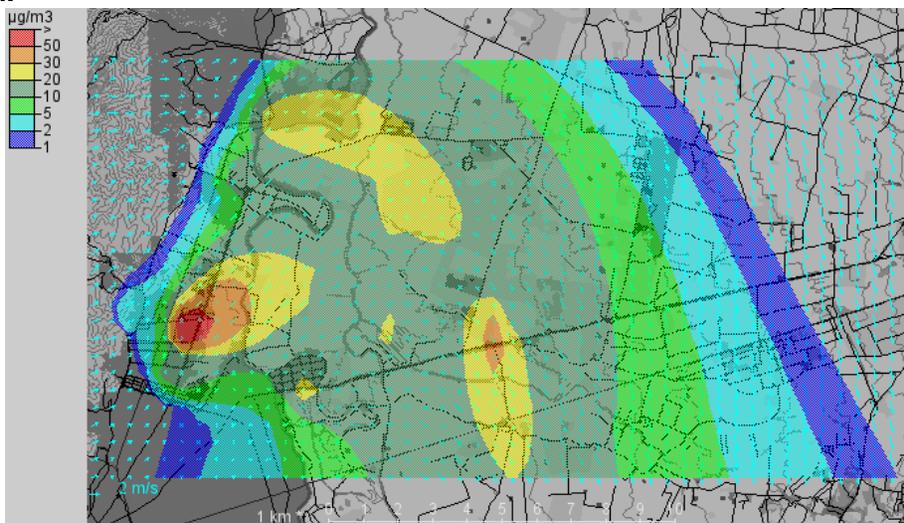
5:00 p.m.



8:00 p.m.



10:00 p.m.



### **3.5 Resultados de la modelación horaria**

Por efecto de la estabilidad atmosférica y las temperaturas más bajas entre la 1:00 a.m. y las 8:00 a.m., condiciones meteorológicas que limitan la dispersión de contaminantes en el aire, se observan las mayores concentraciones de material particulado sobre el territorio.

Los niveles más altos de material particulado en el ambiente, según los resultados de la modelación aplicada, alcanzan valores de hasta  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , originados por las emisiones en los sectores 3 y 6. En este horario la dirección predominante del viento tiene origen Sur - Sureste, con transporte de los contaminantes emitidos hacia el Nor-Noreste.

Después de las 8 a.m. y hasta las 2:00 p.m. por efecto de aumento de la temperatura (que permite una mayor dispersión vertical de los contaminantes en la atmósfera) las concentraciones cercanas al terreno disminuyen, presentando valores máximos hasta de  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Durante este periodo el rumbo predominante del viento tiene procedencia Nor - Noroeste, con afectación de los barrios del norte y nororiente de Cali.

De 3:00 p.m. a 4:00 pm se presentan los vientos más fuertes, con velocidades entre 3 y 5 m/s provenientes del Norte, en consecuencia transportando los contaminantes emitidos hacia el Sur, afectando la ciudad de Cali.

Entre las 5:00 pm y las 11:00 p.m. predominan los vientos provenientes del oeste que cambian de dirección en la zona plana al confluir con vientos del norte. Las concentraciones más altas registradas están ubicadas entre  $76$  y  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

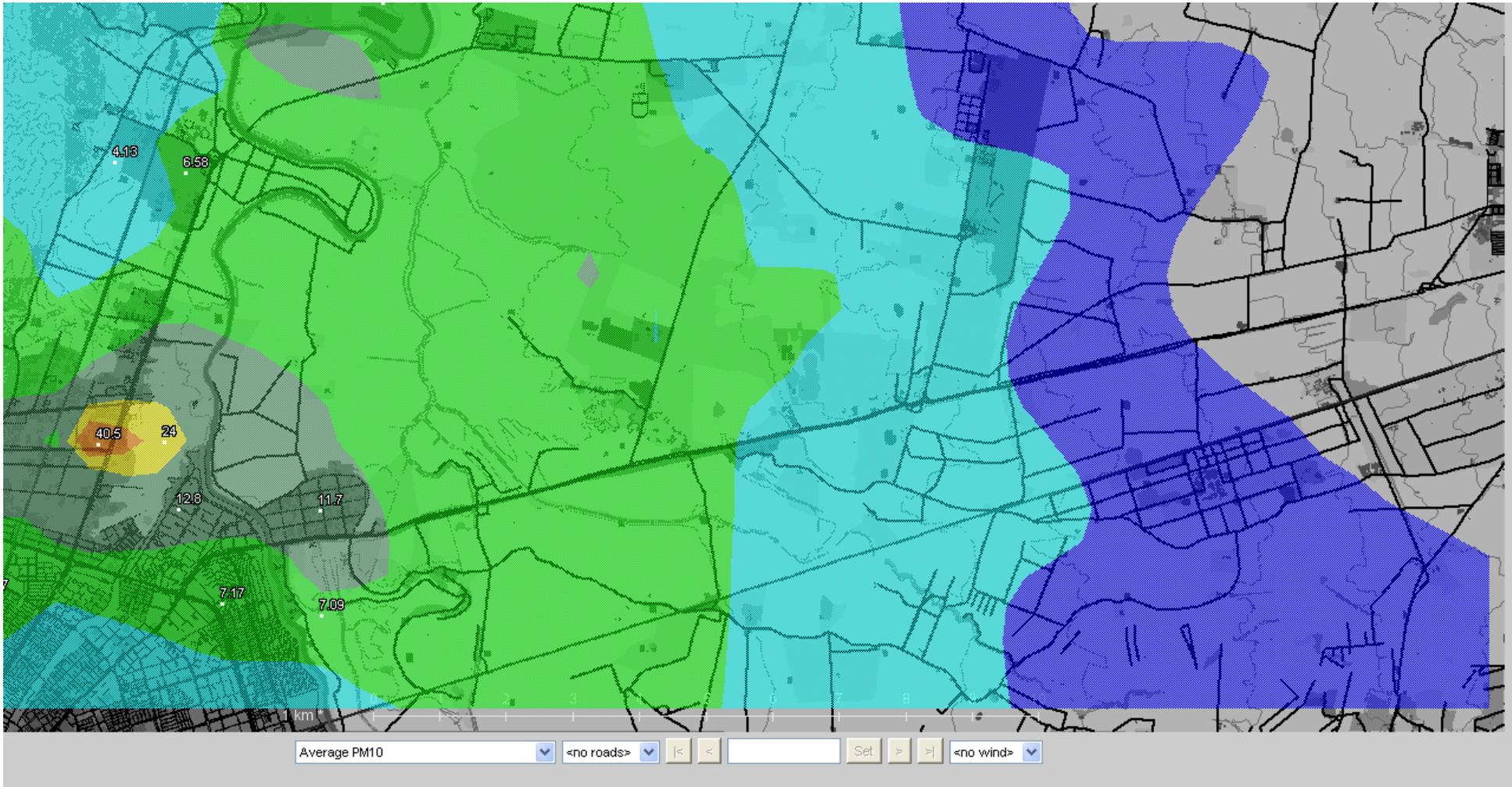
#### **3.5.1 Promedios diarios**

Complementando el análisis realizado se presentan los resultados de las concentraciones medias diarias en el área de estudio. En el norte y nororiente de Cali las concentraciones promedio fluctúan entre  $4$  y  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el sector que incluye las siderúrgicas y el sector de La Dolores - Palmira se presentan concentraciones medias entre  $10$  y  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En la zona media sobre el eje de la autopista Cali Yumbo se presentan las mayores concentraciones medias, entre  $20$  y  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que los sectores al norte del sector industrial, sobre la zona de CENCAR, que corresponde a los sectores 5 y 6, las concentraciones resultantes están entre  $5$  y  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### **3.5.2 Máximos diarios**

En los sectores 1 2 y 3, correspondientes a la zona del sector ACOPI, se presentan los valores máximos diarios de la modelación realizada, con concentraciones entre  $60$  y  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La norma establece un máximo de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en promedio de 24 horas.

**Gráfica 5.** Concentraciones promedio diarias





**Tabla 4.** Aporte de carga emitida por sectores

Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Palmira	TOTAL
Número de fuentes de emisión								
32	36	39	12	11	14	5	7	156
Carga total (Ton/año)								
288	47	769	64	357	765	63	401	2754
Porcentaje de aporte por sector								
11 %	2 %	28 %	2 %	13 %	28 %	2 %	15 %	100%

## 4 Conclusiones

De acuerdo con los resultados de la modelación realizada, utilizando la información sobre emisiones por chimeneas de las industrias establecidas en el sector industrial del municipio de Yumbo, en este sector se superan las normas de calidad de aire establecidas en la Resolución 601 de 2006 modificada por la Resolución 610 de 2010, tal como se registra con los monitoreos de material particulado PM10 adelantado por la CVC.

A pesar de que los resultados indican que solamente en el sector ACOPI, ubicado al Sur de la zona industrial se presenta valores que superan la norma, debe tenerse en cuenta que las fuentes de emisión localizadas al norte de este sector, como también en la zona de La Dolores - Palmira aportan contaminantes que se suman a las de las fuentes localizadas directamente en la zona con excedencias a la norma.

Los sectores con mayor aporte de carga emitida son el 3 y el 6 cada uno con el 28% del total, seguido por los sectores 1, 5 y La Dolores – Palmira entre el 10% y el 15% del total de material particulado emitido al ambiente. Se destaca el sector de La Dolores, que con el menor número de empresas incluidas en la modelación (7 en total), tiene el segundo mayor aporte de contaminantes.

Con los resultados de la modelación realizada se corrobora la importancia de la participación del sector industrial en los planes de descontaminación a concertarse con fines de dar cumplimiento con la normatividad sobre calidad del aire, en cumplimiento con lo establecido en el Artículo 108 del Decreto 948 del 05 de junio de 1995, modificado por el Artículo 5 del Decreto 979 de abril 3 de 2006, con referencia a la clasificación del sector industrial del municipio de Yumbo como Área-Fuente de contaminación atmosférica.