

Informe de Calidad del Aire del Episodio de incendios forestales febrero 1 a 5 de 2016
Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá - RMCAB
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual – SCAAV
Febrero 8/2016

Introducción

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) a través de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C. (RMCAB) evalúa el cumplimiento de los estándares de calidad del aire de la ciudad dados por la Resolución 601 de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) la cual fue modificada por la Resolución 610 de 2010. La RMCAB actualmente cuenta con 13 estaciones fijas y 1 estación móvil, ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad que monitorean las concentraciones de material particulado (PM10, PM2.5, PST), de gases contaminantes (SO₂, NO₂, CO, O₃) y las variables meteorológicas de precipitación, velocidad y dirección de viento, temperatura, radiación solar, presión atmosférica y humedad relativa. La ubicación de las 13 estaciones fijas se encuentra conforme a lo descrito por el "*Manual de Diseño de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire*" de octubre de 2010 y que hace parte del "*Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire*", como parte integral de la resolución 610 de 2010 de antiguo MAVDT.

Esta característica de instalación le permite a la RMCAB tener información del estado de la calidad del aire en alta resolución espacial, es decir con amplio cubrimiento el cual se encuentra entre los 3 y 5Km dependiendo la hora del día. Por su puesto la RMCAB no se encuentra centrada a la medición de contaminantes de fuentes particulares de emisión. La ubicación y las características de cada estación se encuentran descritas en la siguiente tabla, que es obtenida del Informe anual 2014 del estado de la calidad del aire en Bogotá.



Tabla 1-1. Características generales de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá y variables medidas en cada una de estas en el año 2014.

Característica	Guaymaral	Usaquén	Suba	Bolivia	Las Ferias	C. de Alto Rendimiento	Min. Ambiente	Fontibón	Puente Aranda	Kennedy	Carvajal-Sevillana	Tunal	San Cristóbal	Móvil
Latitud	4°47'1.52"N	4°42'37.26"N	4°45'40.49"N	4°44'9.12"N	4°41'26.52"N	4°39'30.48"N	4°37'31.75"N	4°40'12.36"N	4°37'54.36"N	4°37'30.18"N	4°35'44.22"N	4°34'34.41"N	4°34'21.19"N	---
Longitud	74°2'39.06"W	74°1'49.50"W	74°5'36.46"W	74°7'33.18"W	74°4'56.94"W	74°5'2.28"W	74°4'1.13"W	74°8'29.58"W	74°7'2.94"W	74°9'40.80"W	74°8'54.90"W	74°7'51.44"W	74°5'1.73"W	---
Altitud	2580 m	2570 m	2571 m	2574 m	2552 m	2577 m	2621 m	2591 m	2590 m	2580 m	2563 m	2589 m	2688 m	---
Altura del suelo	0 m	10 m	6 m	0 m	0 m	0 m	15 m	12 m	10 m	3 m	3 m	0 m	0 m	---
Localidad	Suba	Usaquén	Suba	Engativá	Engativá	Barrios Unidos	Santa Fe	Fontibón	Puente Aranda	Kennedy	Kennedy	Tunjuelito	San Cristóbal	---
Dirección	Autopista Norte # 205-59	Carrera 7B Bis # 132-11	Carrera 111 # 159A-61	Avenida Calle 80 # 121-98	Avenida Calle 80 # 69Q-50	Calle 63 # 59A-06	Calle 37 # 8-40	Carrera 96G # 17B-49	Calle 10 # 65-28	Carrera 80 # 40-55 sur	Autopista Sur # 63-40	Carrera 24 # 49-86 sur	Carrera 2 Este # 12-78 sur	---
Tipo de zona	Suburbana	Urbana	Suburbana	Suburbana	Suburbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	Urbana	---
Tipo de estación	De fondo	De fondo	De fondo	De fondo	De tráfico	De fondo	De tráfico	Industrial	Industrial	De fondo	Tráfico Industrial	De fondo	De fondo	---
Localización toma muestra	Zona Verde	Azotea	Azotea	Zona Verde	Zona Verde	Zona Verde	Azotea	Azotea	Azotea	Zona Verde	Azotea	Zona Verde	Zona Verde	---
Altura punto de muestra	4 m	13 m	9 m	4.6 m	4.6 m	4.6 m	18 m	15 m	13 m	7 m	6 m	3 m	4 m	---
Altura viento	10 m	19 m	10 m	10 m	10 m	10 m	19 m	22 m	20 m	10 m	13 m	10 m	10 m	---
PST											X			
PM ₁₀	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PM _{2.5}	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X
O ₃	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X
NO ₂	X		X		X	X			X	X	X	X		X
CO		X			X	X		X	X	X	X	X	X	X
SO ₂			X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
V. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
D. Viento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Temperatura	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
Precipitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R. Solar	X					X				X		X	X	X
H. Relativa	X				X	X				X		X	X	X
Presión Atm.	X				X			X		X				X

La estación Parque Simón Bolívar será referenciada como Centro de Alto Rendimiento y Sagrado Corazón como Min. Ambiente.

Como se puede leer de la anterior tabla, las zonas de ubicación resultan en Urbanas y Suburbanas, mientras que el tipo de estación resulta entre: Fondo, Tráfico, Industrial y la mezcla tráfico-Industrial, que corresponde a la estación Carvajal-Sevillana.

Resultados

La tabla 1, presentan los resultados de calidad del aire del episodio de contaminación debido al incendio forestal que se llevó a cabo en los primeros días de febrero 2016 para el contaminantes PM_{2.5} (media móvil 24h), el cual resultó el disparador de las alertas amarilla y naranja por contaminación en el aire de Bogotá. Como referencia se presentan también los resultados del año 2015 y el mes de enero de 2016. Se presentan en rojo los valores que superan las dos comparaciones (enero 2016 y el año 2015). Se debe tener presente que el mes de enero 2016, resultó un mes anormal en calidad del aire con datos altos, debido a procesos de estabilidad atmosférica que no han permitido la dispersión habitual de los contaminantes en Bogotá.

Como se puede observar en la tabla 1, los promedios en todas las estaciones resultaron más altos para el periodo del incendio en comparación a enero 2016 y todo el año 2015. También algunos valores máximos fueron los más altos durante el periodo del incendio, en especial para las estaciones Carvajal-Sevillana, MinAmbiente, San Cristóbal y Usaquén. Por su parte, los valores mínimos han resultado muy por encima de lo registrado en forma habitual en todas las estaciones de la RMCAB. Por último se presenta, el resultado de las excedencias de 55µg/m³, es decir el punto en el cual el Índice Bogotano de Calidad del Aire (IBOCA) pasa de amarillo a naranja. Se destacan las estaciones de Carvajal-Sevillana con 36 excedencias, las cuales resultaron seguidas (entre las 1:00am del 3 de febrero y las 12:00m del 4 de febrero), Unidad Móvil con 65 excedencias (63 seguidas, entre febrero 3 a las 6:00am y febrero 5 a las 20:00), Kennedy con 21 (entre febrero 3 a la 1am y febrero

4 a las 9:00am) y la estación Usaquén con 8 excedencias, la cual no tuvo valores de excedencias de $55\mu\text{g}/\text{m}^3$ en todo el año 2015.

Vale destacar que la mayor parte de las estaciones han superado en sólo el mes de enero 2016, las excedencias presentadas durante todo el año 2015 (a excepción de la unidad móvil, por ser una estación de medición de contaminantes de la vía), lo cual da un comparativo de la situación de calidad del aire, durante este mes.

Tabla 1: Resultados como media móvil 24h para $\text{PM}_{2.5}$.

	Promedio (media móvil 24h)			Máximo (media móvil 24h)			Mínimo (media móvil 24h)			Excedencias de $55\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media móvil 24h)		
	2015	Enero 2016	Feb. 2 a 5/2016	2015	Enero 2016	Feb. 2 a 5/2016	2015	Enero 2016	Feb. 2 a 5/2016	2015	Enero 2016	Feb. 2 a 5/2016
Carvajal - Sevillana	31	38	52	65	57	66	11	10	36	43	47	36
Centro de Alto Rendimiento	18	34	46	60	51	53	5	6	34	8	0	0
Unidad Móvil	29	42	60	105	66	73	0	6	41	384	139	65
Guaymaral	14	25	34	42	40	40	1	2	30	0	0	0
Kennedy	27	42	50	77	63	60	11	12	40	74	89	21
Las Ferias	18	32	40	53	53	47	5	5	33	0	0	0
MinAmbiente	15	32	50	58	60	69	3	6	30	9	22	28
San Cristóbal	9	22	30	33	39	42	2	3	13	0	0	0
Suba	22	31	44	54	49	51	6	8	37	0	0	0
Tunal	21	38	43	56	61	55	8	14	23	15	49	2
Usaquén	13	29	44	51	56	58	3	7	32	0	10	8

Análisis de la Relación $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$

La relación $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ es una proporción que nos permite entender la cantidad de PM_{10} que es $\text{PM}_{2.5}$, en la medida que este factor tienda a 1, nos encontramos enfrentados a un material que proviene principalmente de fuentes de combustión, mientras que cuando la relación tiende a 0, nos encontramos enfrentados a material proveniente de fuentes geológicas. Se dice que cuando la relación es mayor a 0.4 la predominancia del material particulado son fuentes de combustión, mientras que cuando es menor a 0.4 se dice que la predominancia del material particulado es por fuentes geológicas.

La tabla 2, presenta un análisis de la relación $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ para el punto más crítico del incendio, el cual resulto el 3 de febrero de 2016. Se presenta como comparativo los datos para el año 2015 y enero 2016. Se puede observar en la tabla 2, que para las estaciones de Carvajal-Sevillana, Guaymaral, Kennedy, Minambiente, Suba y Usaquén las relaciones han cambiado de forma importante, lo cual hace inferir que el comportamiento habitual en los alrededores para cada estación se ha visto alterado por una fuente adicional de combustión. En especial, las estaciones Minambiente y San Cristóbal han cambiado su comportamiento habitual de forma importante debido a los incendios forestales.

Tabla 2: Análisis de la relación $PM_{2.5}/PM_{10}$ para el año 2015, enero 2016 y el 3 de febrero de 2016.

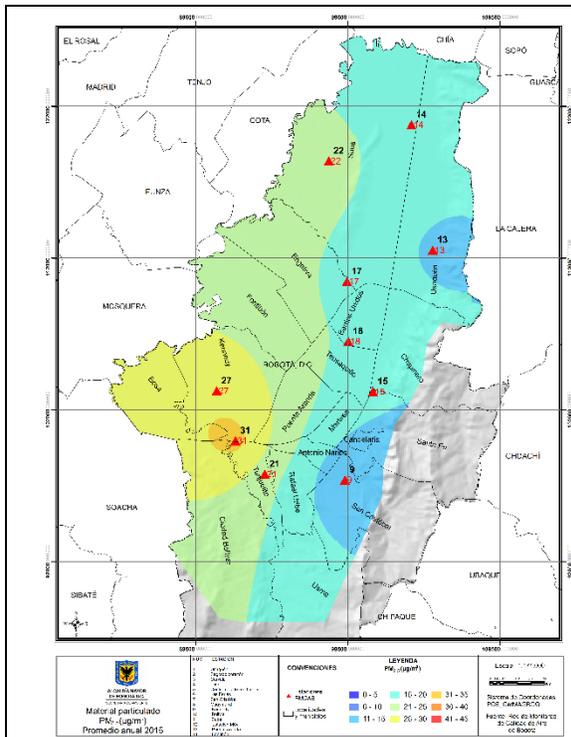
	Año 2015			Enero 2016			Evento Incendio 3 de febrero de 2016			Cambio % con respecto a 2015	Cambio % con respecto a enero 2016
	Prom. $PM_{2.5}$	Prom. PM_{10}	Relación $PM_{2.5}/PM_{10}$	Prom. $PM_{2.5}$	Prom. PM_{10}	Relación $PM_{2.5}/PM_{10}$	Prom. $PM_{2.5}$	Prom. PM_{10}	Relación $PM_{2.5}/PM_{10}$		
Carvajal - Sevillana	31	86	0.36	39	95	0.41	65	134	0.48	35	18
Centro de Alto Rendimiento	17	28	0.61	34	57	0.60	53	84	0.62	2	3
Convenio_176_10	29	45	0.65	42	68	0.61	72	123	0.59	-10	-4
Guaymaral	14	31	0.45	26	50	0.51	40	70	0.57	27	11
Kennedy	27	66	0.41	43	85	0.50	59	114	0.52	27	3
Las Ferias	17	35	0.49	31	64	0.48	45	87	0.52	7	10
MinAmbiente	15	34	0.43	33	56	0.59	69	94	0.73	68	24
San Cristóbal	9	26	0.35	23	53	0.43	41	75	0.55	59	30
Suba	22	48	0.46	31	69	0.45	51	91	0.55	22	22
Tunal	21	43	0.50	39	75	0.51	53	101	0.53	6	3
Usaquén	13	30	0.43	30	69	0.43	50	101	0.49	14	14

Análisis de mapas interpolados de contaminación por $PM_{2.5}$

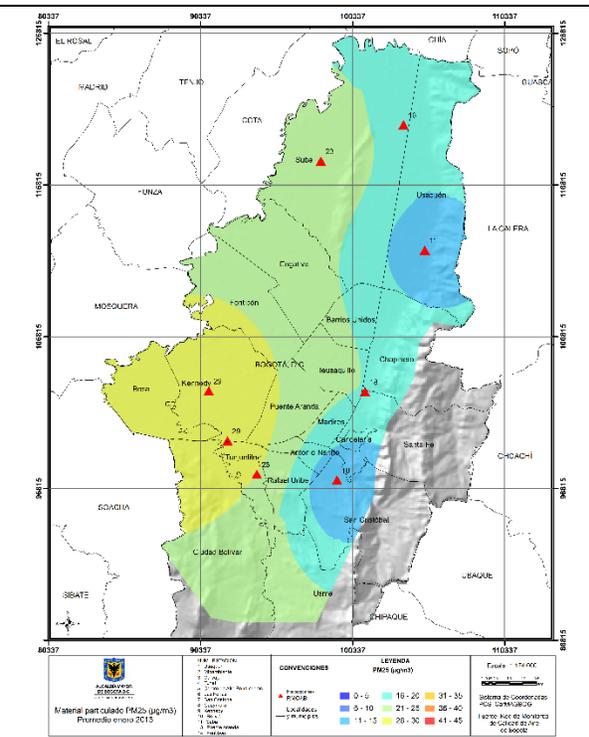
Los siguientes mapas presentan la situación del contaminante $PM_{2.5}$ de forma comparativa para el año 2015, enero 2015, enero 2016 y el promedio de los días en que la RM CAB registró datos altos durante febrero 2 al 5 de 2016. Como se puede observar de forma comparativa el mes de enero 2016 ha registrado unos datos altos en comparación al promedio de enero 2015 y también contra todo el año 2015. Por su parte el promedio de $PM_{2.5}$ para los días en que ocurrieron los incendios forestales (3 al 5 de febrero de 2016), muestran concentraciones aún mucho más altas.

La siguiente tabla presenta un resumen de los promedios ciudad para $PM_{2.5}$:

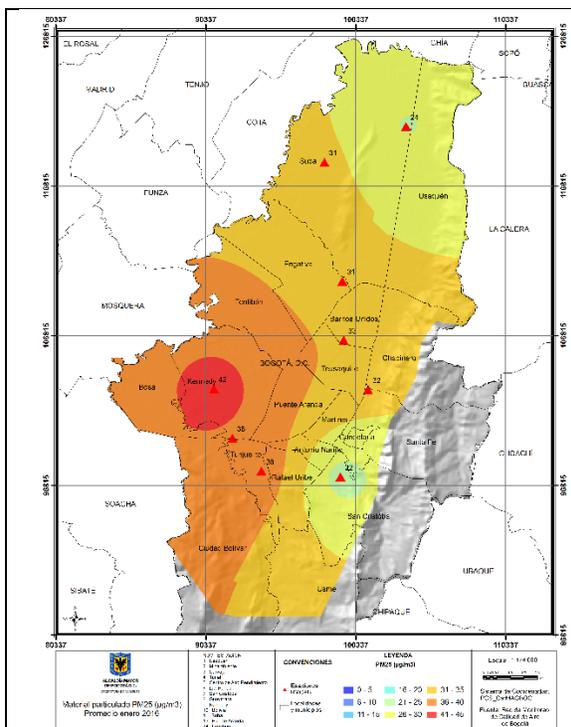
Promedio $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) durante 2015	19
Promedio $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) durante Enero de 2015	20
Promedio $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) durante Enero de 2016	33
Promedio $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) durante febrero 2 al 5 de 2016	45



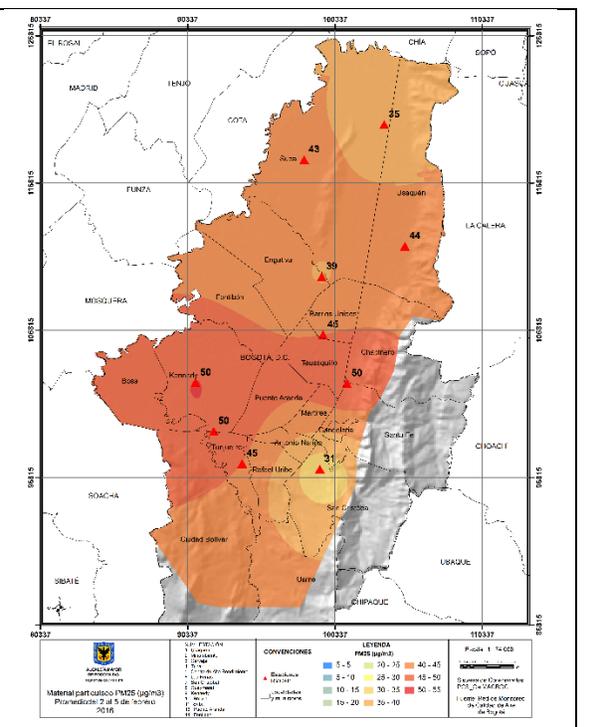
Promedio de PM_{2.5} durante 2015



Promedio de PM_{2.5} durante Enero 2015



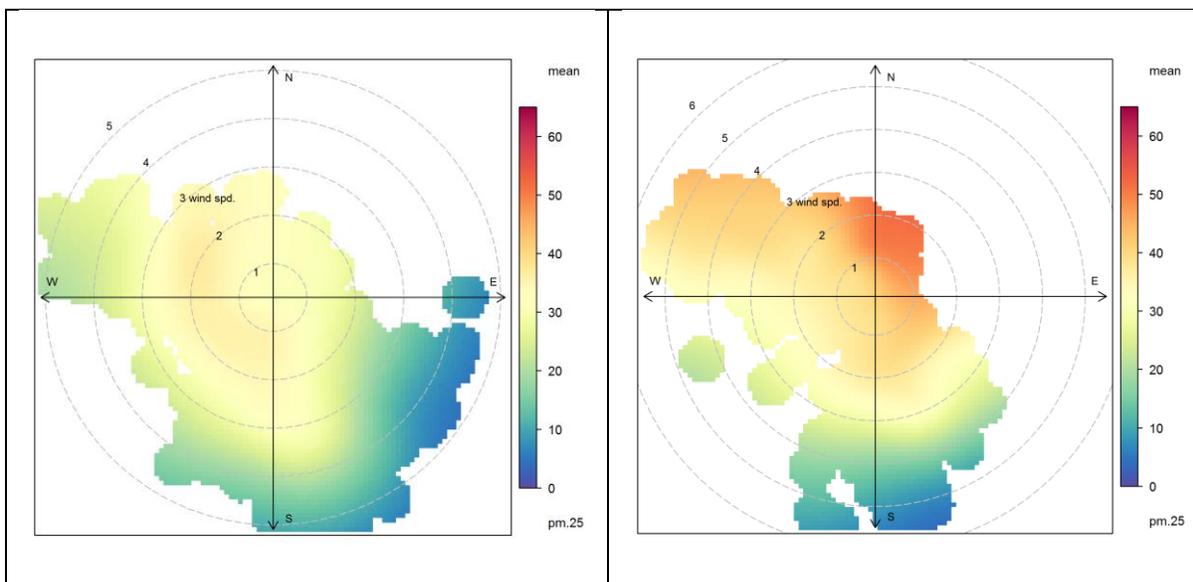
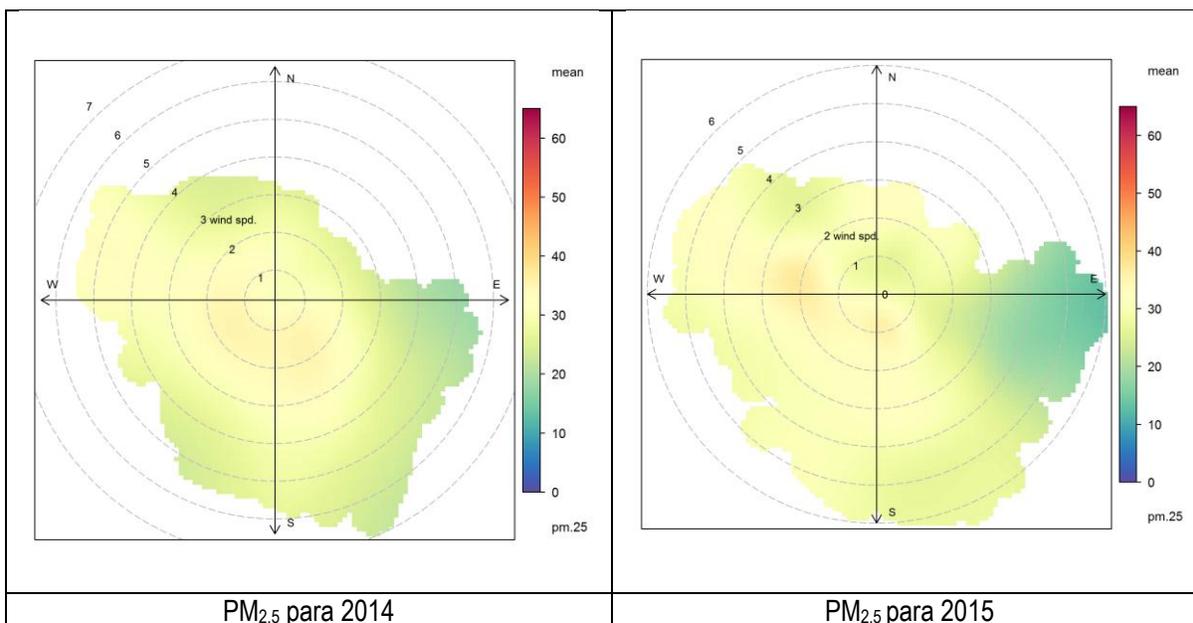
Promedio de PM_{2.5} durante Enero 2016



Promedio de PM_{2.5} durante febrero 2 al 5 de 2016 (cambia la escala)

Análisis de gráficos Polares de contaminación para la estación Carvajal-Sevillana

Las siguientes figuras presentan la procedencia del $PM_{2.5}$ con respecto a la velocidad del viento. Los patrones de comportamiento de la contaminación son muy similares para los años 2014 y el 2015 y de igual forma para los meses de enero 2015 y enero 2016, aunque se puede apreciar que enero 2016 ha estado con valores de concentración más altos que enero 2015. Por su parte, el patrón de contaminación para los días del incendio (febrero 2 to 5 de 2016), resulta muy diferente, en especial por la escala y la procedencia de la contaminación, que claramente se ve alta y con procedencia del sur y del suroeste (en la parte de abajo, se presenta la ubicación de la estación Carvajal-Sevillana, a fin de ubicar al lector con respecto a los gráficos polares de contaminación).





PM_{2.5} para Enero 2015

PM_{2.5} para Enero 2016

