

A



**REPORTE DE MONITOREO**

# ***INFORME DEL SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE DE CARTAGENA***

***1º SEMESTRE 2017***

# Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS GENERALES SVCA DE CARTAGENA.....</b>	<b>4</b>
2.1	OBJETIVOS DE GESTIÓN INSTITUCIONAL .....	4
2.2	OBJETIVOS TÉCNICOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO .....	4
2.2.1	<i>Objetivos a corto plazo (Un años):.....</i>	<i>4</i>
2.2.2	<i>Objetivos a Mediano Plazo (2 a 3 años):.....</i>	<i>4</i>
2.2.3	<i>Objetivos a Largo Plazo (2 a 3 años):.....</i>	<i>5</i>
<b>3</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>6</b>
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ESTACIONES Y ENTORNO.....	6
3.2	TECNOLOGÍAS DE MEDICIÓN DE LAS ESTACIONES.....	12
3.3	RESUMEN DE LA FICHA TÉCNICA DE LAS ESTACIONES .....	13
3.4	CONTAMINANTES EVALUADOS .....	14
3.5	TECNOLOGÍAS DE MONITOREO UTILIZADAS .....	14
3.6	CRITERIOS PARA LA MUESTRA DE RESULTADOS .....	15
<b>4</b>	<b>RESULTADOS DE LOS MONITOREOS CALIDAD DEL AIRE .....</b>	<b>18</b>
4.1	ANÁLISIS PARA LAS CONCENTRACIONES MATERIAL PARTICULADO EN CARTAGENA DE INDIAS EN EL PRIMER SEMESTRE DE 2017.....	20
<b>5</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>33</b>
5.1	ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DE LAS ESTACIONES .....	33
5.2	ANEXO 2: SOPORTE DEL REGISTRO DE CALIBRACIONES .....	33
5.3	ANEXO 3: BITÁCORA DE MUESTREOS.....	34
5.4	ANEXO 4: REPORTES DE LABORATORIO (CUANDO APLIQUE EL CASO) .....	35
5.5	ANEXO 5: MEMORIAS DE CÁLCULO DE DATOS .....	35
5.6	ANEXO 6: REGISTROS DEL PLAN DE CALIDAD.....	35
5.7	ANEXO 7: CADENA DE CUSTODIA DE LOS DATOS (CUANDO APLIQUE EL CASO) .....	35

---

# 1 INTRODUCCIÓN

---

El Establecimiento Público Ambiental de Cartagena (EPA Cartagena) en el marco de sus estrategias, programas, proyectos y metas contenidas en el plan de Acción 2016-2017, tiene dentro de sus objetivos el constante seguimiento, control y vigilancia al uso sostenible de los recursos naturales de su jurisdicción, en especial el recurso Aire, y tiene previsto el funcionamiento adecuado del Sistema de Vigilancia de la calidad del Aire (SVCA) para la ciudad de Cartagena.

En este orden de ideas, EPA-Cartagena realizó, un estudio titulado “Diagnostico de la calidad del aire y diseño del sistema de vigilancia de la calidad de aire de la ciudad de Cartagena de Indias D.T. y C.”, el cual tuvo como resultado el diseño del sistema de vigilancia de la calidad del aire y en él, la cuantificación y distribución espacial de las Estaciones de monitoreo de la calidad del aire en el Distrito. Estas áreas de influencia son Manga, La Bocana, Bosque, Olaya, Mamonal, y Bocagrande.

## 2 OBJETIVOS GENERALES SVCA DE CARTAGENA





---

### 2.1 Objetivos de Gestión Institucional



1. Determinar el cumplimiento de las normas nacionales de calidad de aire.
2. Evaluar las estrategias de control de a las autoridades ambientales.
3. Observar las tendencias a mediano y largo plazo.
4. Evaluar el riesgo para la salud humana.
5. Determinar posibles riesgos para el ambiente.
6. Activar los procedimientos de control en situaciones de emergencias.
7. Estudiar fuentes de contaminación e investigar quejas concretas.

### 2.2 Objetivos Técnicos a corto, mediano y largo plazo

#### 2.2.1 Objetivos a corto plazo (Un años):

-  Iniciar las mediciones de calidad de aire en la ciudad generando información que cumpla con los criterios de confiabilidad, representatividad, disponibilidad y oportunidad.
-  Complementar el inventario de emisiones de la ciudad
-  Hacer campañas de monitorio de contaminantes no convencionales
-  Integrar los datos al SISAIRE.

#### 2.2.2 Objetivos a Mediano Plazo (2 a 3 años):

-  Actualizar inventarios de emisiones cada dos años.
-  Implementación de un modelo de dispersión gaussiano de la ciudad.

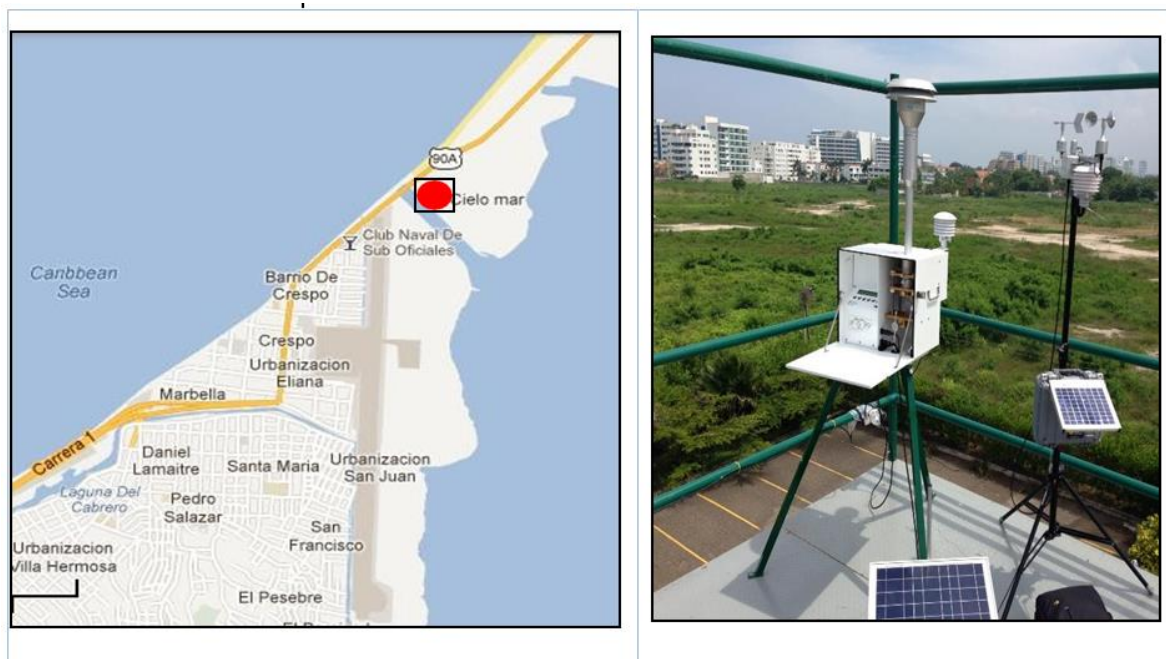
### 2.2.3 Objetivos a Largo Plazo (2 a 3 años):

- Evaluar las estrategias de control de las autoridades ambientales.
- Iniciar la toma de datos para estudios epidemiológicos.

## 3 GENERALIDADES

### 3.1 Ubicación geográfica de estaciones y entorno

**Estación Bocana:** Ubicada al norte de la ciudad, en la azotea del edificio de La Bocana de Marea Estabilizada. Fue seleccionada para ser el **Entorno de fondo por estar localizada en una** zona de baja densidad poblacional, donde hay baja influencia de tráfico vehicular y no existen industrias emitiendo contaminantes atmosféricos alrededor, sin embargo esta relativamente cerca al mar, el cual es una fuente natural de contaminación.



**Estación Base Naval:** Ubicada al norte de la ciudad, en la azotea del edificio en el Barrio Bocagrande. Es una estación fija, por localizarse un de los sectores más turístico de la ciudad, existe una alta densidad poblacional, la cual está altamente expuesta a los contaminantes provenientes del alto tráfico vehicular, las actividades comerciales y a fuentes de contaminación natural como la arena de la playa y el mar.





**Estación Zona Franca La Candelaria:** Ubicada al oriente de la ciudad, en las instalaciones de la empresa FEPCO en el parque industrial de Mamonal. Por ser un sector donde se ubican muchas empresas, se estableció como una estación fija de gran importancia para el SVCA de Cartagena, ya que en esta se busca medir las emisiones provenientes de los procesos industriales y de las vías que presentan un alto tráfico de vehículos de categoría pesada. Al estar en un entorno abierto con pocas edificaciones de gran altura, se da una mayor dispersión de los contaminantes, que por efectos del viento, pueden viajar hasta zonas aledañas residenciales, exponiendo la salud de la población a los contaminantes que aquí se generan.

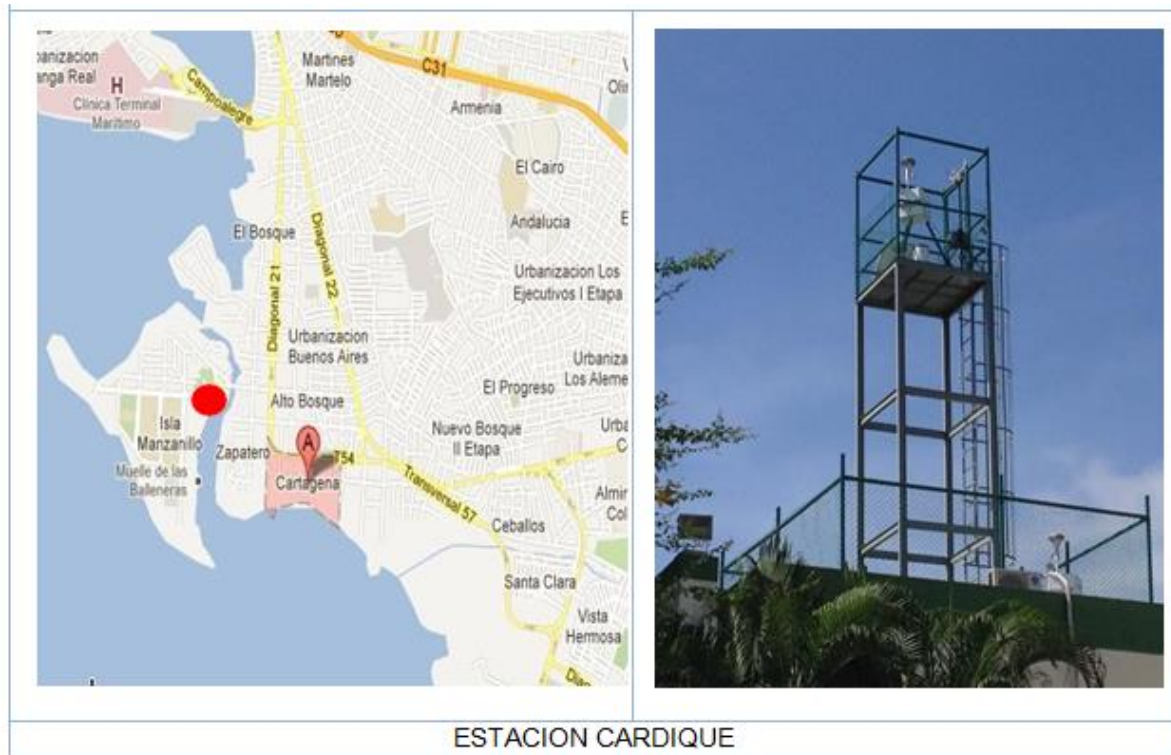


**Estación Policía Virgen y turística:** Ubicada al sur de la ciudad, en la azotea del CAI del Barrio Olaya Herrera. Esta estación considerada desde el inicio del proyecto como una **estación móvil**, se encuentra rodeada de sectores residenciales, donde habitan la mayor parte de la población Cartagenera, por lo tanto hay una alta densidad poblacional expuesta a las emisiones provenientes del tráfico vehicular, vías destapadas y actividades comerciales generadoras de contaminación atmosférica tales como carpinterías, tintorerías, talleres automotrices, aserraderos, restaurantes y asaderos al aire libre.





**Estación Cardique:** Ubicada al occidente de la ciudad, en la azotea de las instalaciones de Cardique en la Barrio Bosque en la isla de Manzanillo. Esta estación fija de **fondo urbano**. . El entorno se caracteriza por tener una vía utilizada como corredor de carga, por la cual transitan vehículos de carga pesada, además está influenciada por las emisiones de las empresas que operan en el sector y su cercanía al mar.



ESTACION CARDIQUE

**Estación EPA Cartagena:** Ubicada al occidental de la ciudad, en la azotea de las instalaciones del EPA en la Barrio Manga. Esta estación considerada desde el inicio del proyecto como una **estación indicativa**, se encuentra en un sector residencial, por lo tanto hay una alta densidad poblacional expuesta a las emisiones provenientes del tráfico vehicular, actividades comerciales generadoras de contaminación atmosférica tales como restaurantes y asaderos. También, muy cerca se encuentra La sociedad Portuaria de Cartagena y opera el Puerto deportivo de Manga por lo tanto se realizan emisiones provenientes de las embarcaciones a motor.



### 3.2 Tecnologías de medición de las estaciones

EQUIPOS	CANT	MARCA	PQ200	FABRICANTE	FUNCIÓN
Muestreador de Bajo Volumen, para PM10 y PM2.5 con Panel Solar, consumibles para un año	3	BGI	PQ200	Thermo Scientific	Para la medición de material Particulado PM10
Muestreador de Bajo Volumen, para PM10 y PM2.5 con Panel Solar, consumibles para un año	1	BGI	187000D	Thermo Scientific	Para la medición de material Particulado PM2.5
Estación de Meteorología Portátil con sensores de Presión Barométrica, Temperatura, Humedad Relativa, Radiación Solar, Pluviometría, Dirección y Velocidad de Viento	5				Para medir los parámetros Meteorológicos

EQUIPOS	CANT	MARCA	MODELO REFERENCIA	FABRICANTE	FUNCIÓN
Analizador de Ozono O3 Mediante Fotometría UV	3	Thermo Scientific	49i	Thermo Scientific	Para la medición de O3 en el aire

<b>Monitor Automático para la medición de PM10 y PM2.5 Transmisión de datos</b>	<b>4</b>	<b>Thermo Scientific</b>	<b>5014i Modelo 433 SP</b>	<b>Thermo Scientific EKTO</b>	<b>Para la medición de material particulado PM10 y PM2.5</b>
<b>Calibrador para Muestreador de Bajo Volumen</b>	<b>1</b>	<b>BGI</b>	<b>Tetracal</b>	<b>BGI</b>	<b>Para calibrar los Muestreadores de Bajo Volumen</b>
<b>Datalogger</b>	<b>3</b>	<b>Ambiente Y Tecnología Ltda.</b>	<b>Ambilogger</b>	<b>Ambiente Y Tecnología Ltda.</b>	<b>Para procesar y guardar los datos emitidos por los Analizadores y Muestreadores.</b>

### 3.3 Resumen de la ficha técnica de las estaciones

<b>ESTACIÓN</b>	<b>TIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>MEDICIÓN</b>
<b>LA BOCANA CTG1</b>	Semiamotómica (Fondo General)	Transv.34, la Bocana N 10°27'10.5" W 75°30'27.9"	PM10
<b>BASE NAVAL GTC2</b>	Automática (Fondo Urbano)	Bocagrande, Base naval 10°24'48.00"N 75°32'59.37"O	O3, PM10, PM2.5
<b>CARDIQUE GTC3</b>	Semiamotómica (Fondo Urbano)	Transv.52, Bosque Sector Manzanillo 10°23'30.18" N 75°31'30.05" O	PM2.5
<b>ZONA FRANCA LA CANDELARIA GTC4</b>	Automática (Fondo Urbano)	Parque Industrial De Mamonal	O3, PM10, PM2.5



<p>POLICIA VIRGEN Y TURISTICA</p> <p><b>GTCI5</b></p>	<p>Semiautomática (Indicativa)</p>	<p>Barrio Olaya Herrera.</p> <p>10°24'19.94"N</p> <p>75°29'7.14"O</p>	<p>PM10,</p>
<p>EPA CARTAGENA</p> <p><b>GTCI6</b></p>	<p>Automática (Indicativa)</p>	<p>Manga, 10.413876°</p> <p>75.540082°</p>	<p>O3</p>

### 3.4 Contaminantes evaluados

El monitoreo de la calidad del aire se realiza a través de una herramienta denominada Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire SVCA el cual inicio en el mes de Marzo de 2014, los contaminantes criterio evaluados son Ozono, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>

### 3.5 Tecnologías de monitoreo utilizadas

El SVCA utiliza tecnologías automáticas y semiautomáticas:

- Estaciones automáticas (Base Nava y Zona Franca la Candelaria): compuestas por una (1) estación meteorológica y dos (2) cabinas metálicas las cuales tienen en su interior tres (3) equipos automáticos para la medición de ozono, partículas PM<sub>10</sub> y partículas PM<sub>2.5</sub> respectivamente, además de un datalogger para la transferencia de datos.
- Estaciones Semiatomaticas (Bocana, CARDIQUE y Estación de Policía Virgen y Turística): compuestas por (1) estación meteorológica y un equipo PQ200 para monitoreo de partículas PM<sub>10</sub> y partículas PM<sub>2.5</sub>. todos los equipos se alimentan con energías renovables (Solar).



### 3.6 Criterios para la muestra de resultados

El presente documento contiene un análisis de información referente a los resultados de las mediciones del Sistema de Vigilancia de Calidad del aire para el periodo comprendido entre el 01 de enero al 31 de Marzo de 2017.

#### Alcance del informe.

Actualmente el SVCA ha presentado constantes fallas en el funcionamiento de los equipos medidores, por lo que se ha dejado de reportar la totalidad de la información de los contaminantes.

Debido a que se ha contratado el mantenimiento técnico y reparación de algunos equipos, se ha tomado la decisión de dejar fuera de servicio temporalmente varias unidades de monitoreo, mientras se solucionan los problemas de las estaciones.

Cabe aclarar que la información que no se encuentra reportada en este documento, ya sea por equipos que se encuentran fuera de servicio o sensores que presentaron anomalías en los datos en su momento y que luego de ser revisada y validada la información, vuelven a operar y reportar datos para los informes del sistema.

Con base en lo anterior, se indica en la siguiente tabla los contaminantes que abarcaremos en este informe.

Estación	Ubicación	Ubicación		MES	Contaminante monitoreado		
		Latitud	Longitud		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>
GT1	Bocana *	10.453079°	-75.507676°	ENERO			
				FEBRERO			
				MARZO			
GT2	Base naval**	10.413972°	-75.549739°	ENERO	X	X	X
				FEBRERO	X		X
				MARZO	X		
GT3	CARDIQUE*	10.391569°	-75.525155°	ENERO			

				FEBRERO			
				MARZO		X	
GT4	Zona franca**	10.326460°	-75.489407°	ENERO		X	X
				FEBRERO	X	X	X
				MARZO		X	X
EM1	Policía*	10.405512°	-75.485459°	ENERO			
				FEBRERO			
				MARZO			
EM2	EPA**	10.413876°	-75.540082°	ENERO			X
				FEBRERO			X
				MARZO			X

### Condiciones de referencia:

Los datos obtenidos a condiciones locales ((Ci)<sub>j</sub>) son expresados bajo **condiciones de referencia**(25 °C y 769 mmHg), empleando la siguiente expresión:

$$(C_i)_{st} = \frac{(P)_{st} \cdot PM_i \cdot R \cdot (T)_j}{R \cdot (T)_{st} \cdot (P)_j \cdot PM_i} \cdot (C_i)_j$$

Dónde: (Ci)<sub>j</sub>: Concentración del contaminante i en la región o ciudad j (P)<sub>j</sub>: Presión en la región o ciudad j, es decir la condición local de presión (T)<sub>j</sub>: Temperatura en la región o ciudad j, es decir la condición local de temperatura PM<sub>i</sub>: Peso molecular del contaminante medido R: Constante de los gases ideales (8.314 m<sup>3</sup>.Pa/kmol.K ≈ 0.082 l.atm/mol.K)

### Análisis del porcentaje de captura de datos:

El porcentaje de captura de datos se establece con la cantidad máxima de datos que se pueden obtener en un periodo determinado y la cantidad de datos recolectados durante ese mismo periodo.

$$\%Cap\_datos = \frac{d}{N} \cdot 100$$

Dónde:

%Cap\_datos: Valor numérico que indica el desempeño del equipo, en relación con la cantidad de datos entregados a la central de información.

d: Número total de datos reportados por el equipo durante el periodo de tiempo definido.

N: Número de datos máximos que pudieron ser reportados en el periodo de tiempo definido

Considerando que el porcentaje de datos válidos empleados en la realización de los correspondientes cálculos de promedios, comparaciones con la norma de calidad de aire y estimación del número de excedencias; no sea inferior al **75%**.

De acuerdo a lo anterior, la cantidad máxima de datos que se pueden obtener en un periodo determinado para el presente año :

MES	30 DIAS 1 DIA	75% Min 75% Min	22,5 DIAS 18 Hrs	DICIEMBRE	31	744	558
	DIAS	HORAS	75% HORAS	AÑO	365	8760	6570
ENERO	31	744	558				
MARZO	28	672	504				
MARZO	31	744	558				
ABRIL	30	720	540				
MAYO	31	744	558				
JUNIO	30	720	540				
JULIO	31	744	558				
AGOSTO	31	744	558				
SEPTIEMBRE	30	720	540				
OCTUBRE	31	744	558				
NOVIEMBRE	30	720	540				

Para efectos del reporte de este informe se analizaran los datos de días que cumplan con el número de horas máximo, Sin embargo se hará un análisis de la información mensual sin tener él cuenta el porcentaje mínimo de días a reportar, ya que las circunstancias atípicas del sistema no permitieron una captura total requerido.

## 4 RESULTADOS DE LOS MONITOREOS CALIDAD DEL AIRE

En el presente documento se mostraran los resultados del comportamiento de los diferentes contaminantes en las 6 estaciones de monitoreo que registraron información en el mes de **Marzo** del año 2017, además se hará una comparación de la normativa estipulada en la resolución 610 de marzo de 2010 del MADS, el cual establece los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio. de índice de calidad del aire.

El cálculo del ICA, se realiza según el modelo desarrollado por la EPA, el cual consta de un algoritmo de cálculo para la obtención de los subíndices correspondientes a diferentes indicadores de la calidad del aire, este algoritmo involucra la utilización de funciones segmentadas basadas en dos puntos (rango). La ecuación será calculada para cada contaminante

**Clasificación del Índice de Calidad del Aire**

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN
0 - 50	VERDE	BUENA
51 - 100	AMARILLO	MODERADA
101 - 150	NARANJA	DAÑINA A LA SALUD PARA GRUPOS SENSIBLES
151 - 200	ROJO	DAÑINA A LA SALUD
201 - 300	PÚRPURA	MUY DAÑINA A LA SALUD
301 - 400	MARRÓN	PELIGROSA
401 - 500	MARRÓN	PELIGROSA

criterio, reportando el mayor valor del índice que se obtenga.

Niveles Máximos Permisibles para Contaminantes:

Contaminante	Nivel Máximo Permitido	Tiempo de Exposición
PM10	50 (µg/m <sup>3</sup> )	Anual
	100 (µg/m <sup>3</sup> )	24 horas
PM2.5	25 (µg/m <sup>3</sup> )	Anual
	50 (µg/m <sup>3</sup> )	24 horas

	106 (ppb)	1 hora
O3	41 (ppb)	8 horas
	61 (ppb)	1 hora

#### 4.1 ANALISIS PARA LAS CONCENTRACIONES MATERIAL PARTICULADO EN CARTAGENA DE INDIAS EN EL PRIMER SEMESTRE DE 2017

REPORTE DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL PRIMER SEMESTRE 2017							
ESTACION	PERIODO	CONTAMINANTE (Pm 10, µg/m3)	Res 610/2010- Anual (50 µg/m3)	ICA PM 10	CLASE	DIAS MONITOREADOS	REPRESENTATIVIDAD
BASE NAVAL (BOCAGRANDE)	ENERO	32,7	CUMPLE	30,3	BUENA	11	35%
	FEBRERO	36,3	CUMPLE	33,4	BUENA	28	100%
	MARZO	43	CUMPLE	39,8	BUENA	14	45%
	ABRIL	52,7	NO CUMPLE	45,6	BUENA	27	90%
	MAYO	41,5	CUMPLE	36,8	BUENA	31	100%
	JUNIO	48	CUMPLE	40,1	BUENA	30	100%
PROMEDIO TOTAL PM10		42,3	CUMPLE	37,7	BUENA	141	78%
ESTACION	PERIODO	CONTAMINANTE (Pm 2,5, µg/m3)	Res 610/2010- Anual (25 µg/m3)	ICA PM 2,5	CLASIFICACION ICA	DIAS MONITOREADOS	REPRESENTATIVIDAD MINIMA
BASE NAVAL (BOCAGRANDE)	ENERO	17,6	CUMPLE	54,4	MODERADA	31	100%
	FEBRERO	25,8	NO CUMPLE	71,2	MODERADA	11	39%
	MARZO						0%
	ABRIL						0%
	MAYO						0%
	JUNIO						0%
PROMEDIO TOTAL PM2,5		21,7	CUMPLE	62,8	MODERADA	42	23%



## CONCEPTO TECNICO

### Base Naval - PM10

PM10 BASE NAVAL						
enero						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					
febrero						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28					
marzo						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		
abril						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
mayo						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				
junio						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

La estación Base Naval en el **primer semestre 2017** obtuvo los siguientes resultados para el contaminante PM10.

- El número de datos reportados por esta estación para el contaminante PM10 fue de **141**, esto corresponde al **78%** de los **181** datos diarios posibles en el primer semestre, de esta manera se **cumple** con el 75% de representatividad del monitoreo, según lo establecido en el protocolo de sistema de vigilancia de la calidad del aire.
- El mes que reporto las mayores concentraciones de PM10 fue **abril** alcanzando los **52,7** µg/m<sup>3</sup>.
- El promedio semestral para PM10 fue de **42,3** µg/m<sup>3</sup> **por debajo** del límite máximo permisible anual, el cual es de 50 µg/m<sup>3</sup>, establecido en la resolución 610 de 2010.
- n el **primer semestre**, el mes de **Abril** fue el **único** que supero el límite máximo permisible anual

### ICA PM10

- El índice de calidad del aire para PM10, obtuvo una clasificación **buena** para este periodo, alcanzando un valor de **37,7**, manteniéndose en

rango de **0 a 50**.

- Todos los meses reportados obtuvieron un índice de calidad **Bueno**.

### Base Naval - PM2.5

PM2,5 BASE NAVAL						
<b>enero</b>						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					
<b>febrero</b>						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28					
<b>marzo</b>						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		
<b>abril</b>						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
<b>mayo</b>						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				
<b>junio</b>						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

La estación Base Naval en el **primer semestre 2017** obtuvo los siguientes resultados para el contaminantes PM2.5:

- El número de datos reportados por esta estación para el contaminante PM2,5 fue de **42**, esto corresponde al **28%** de los **181** datos diarios posibles en el primer semestre, por lo tanto no se cumplió con el 75% de representatividad del monitoreo, según lo establecido en el protocolo de sistema de vigilancia de la calidad del aire.
- De los meses monitoreados, el que reporto las mayores concentraciones de PM2,5 fue **Febrero** alcanzando los **25,8** µg/m3.
- El promedio semestral para PM2,5 fue de 21,7 µg/m3 **por debajo** del límite máximo permisible anual, el cual es de 25 µg/m3, establecido en la resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente.
- En el **primer semestre** el mes de **Febrero** fue el **único** que supero el límite máximo permisible anual.

### ICA PM2,5

- El índice de calidad del aire para PM<sub>2,5</sub>, obtuvo una clasificación **Moderada** para este periodo, alcanzando un valor de **62,8**, manteniéndose en rango de **51 a 100**.
- **Todos los meses** reportados obtuvieron un índice de calidad **Moderado**.

#### EPORTE DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL PRIMER SEMESTRE 2017

ESTACION	PERIODO	CONTAMINANTE (Pm 10, µg/m3)	Res 610/2010- Anual (50 µg/m3)	ICA PM 10	CLASE	DIAS MONITOREADOS	REPRESENTATIVIDAD
ZONA FRANCA LA CANDELARIA (MAMONAL)	ENERO						0%
	FEBRERO	71,9	NO CUMPLE	58,8	MODERADA	16	57%
	MARZO						0%
	ABRIL						0%
	MAYO						0%
	JUNIO						0%
PROMEDIO TOTAL PM10		71,9	CUMPLE	58,8	MODERADA	16	9%
ESTACION	PERIODO	CONTAMINANTE (Pm 2,5, µg/m3)	Res 610/2010- Anual (25 µg/m3)	ICA PM 2,5	CLASE	DIAS MONITOREADOS	REPRESENTATIVIDAD
ZONA FRANCA LA CANDELARIA (MAMONAL)	ENERO	15,7	CUMPLE	50,5	MODERADA	31	100%
	FEBRERO	16,2	CUMPLE	50,4	MODERADA	28	100%
	MARZO	15,9	CUMPLE	49,9	BUENA	29	94%
	ABRIL	22,3	CUMPLE	64,0	MODERADA	26	87%

					A		
	MAYO	13,6	CUMPLE	43,2	BUENA	9	29%
	JUNIO						0%
PROMEDIO TOTAL PM2,5		16,7	CUMPLE	51,6	MODERADA	123	68%

### CONCEPTO TECNICO

#### ZONA FRANCA LA CANDELARIA (MAMONAL)- PM10

PM10 ZONA FRANCA LA CANDELARIA						
<b>enero</b>						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					
<b>febrero</b>						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
			5	6	7	8
			9	10	11	12
			13	14	15	16
			17	18	19	20
			21	22	23	24
			25	26	27	28
			29	30	31	
<b>marzo</b>						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
			5	6	7	8
			9	10	11	12
			13	14	15	16
			17	18	19	20
			21	22	23	24
			25	26	27	28
			29	30	31	
<b>abril</b>						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
					3	4
					5	6
					7	8
					9	10
					11	12
					13	14
					15	16
					17	18
					19	20
					21	22
					23	24
					25	26
					27	28
					29	30
					31	
<b>mayo</b>						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				
<b>junio</b>						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
			5	6	7	8
			9	10	11	12
			13	14	15	16
			17	18	19	20
			21	22	23	24
			25	26	27	28
			29	30	31	

La estación ZFC en el **primer semestre 2017** obtuvo los siguientes resultados para el contaminante PM10.

- El número de datos reportados por esta estación para el contaminante PM10 fue de **16**, esto corresponde al **9%** de los **181** datos diarios posibles en el primer semestre, de esta manera se no **cumple** con el 75% de representatividad del monitoreo, según lo establecido en el protocolo de sistema de vigilancia de la calidad del aire.
- El mes unico mes que reporto las mayores concentraciones de PM10 fue **Febrero** alcanzando los **71,9** µg/m3.
- El **promedio semestral** para PM10 fue de **71,9** µg/m3 **por encima** del límite máximo permisible anual, el cual es de 50 µg/m3, establecido en la

resolución 610 de 2010.

- En el **primer semestre**, el mes de **Febrero** fue el **único** que supero el límite máximo permisible anual

### ICA PM10

- El índice de calidad del aire para PM10, obtuvo una clasificación **Moderada** para este periodo, alcanzando un valor de **58,8**, manteniéndose en rango de **51 a 100**.
- Todos los meses reportados obtuvieron un índice de calidad **Moderada**.

### ZONA FRANCA LA CANDELARIA (MAMONAL)- PM2.5

PM2,5 ZONA FRANCA LA CANDELARIA

enero							febrero							marzo						
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
						1			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	6	7	8	9	10	11	12
9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	13	14	15	16	17	18	19
16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	20	21	22	23	24	25	26
23	24	25	26	27	28	29	27	28						27	28	29	30	31		
30	31																			

abril							mayo							junio						
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
					1	2	1	2	3	4	5	6	7				1	2	3	4
3	4	5	6	7	8	9	8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11
10	11	12	13	14	15	16	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18
17	18	19	20	21	22	23	22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25
24	25	26	27	28	29	30	29	30	31					26	27	28	29	30		

La estación ZFC en el **primer semestre 2017** obtuvo los siguientes resultados para el contaminantes PM2.5:

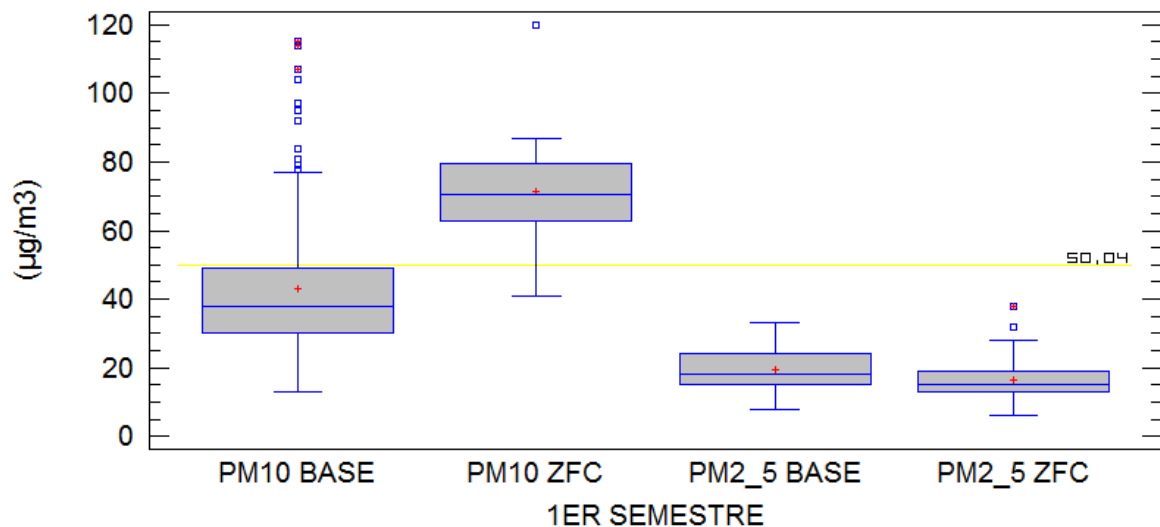
- El número de datos reportados por esta estación para el contaminante PM2,5 fue de **123** , esto corresponde al **68%** de los **181** datos diarios posibles en el primer semestre, por lo tanto se cumplió con el 75% de representatividad del monitoreo, según lo establecido en el protocolo de sistema de vigilancia de la calidad del aire.

- De los meses monitoreados, el que reporto las mayores concentraciones de PM<sub>2,5</sub> fue **abril** alcanzando los **22,3** µg/m<sup>3</sup>.
- El promedio semestral para PM<sub>2,5</sub> fue de **16,7** µg/m<sup>3</sup> **por debajo** del límite máximo permisible anual, el cual es de 25 µg/m<sup>3</sup>, establecido en la resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente.
- En el **primer semestre** ninguno de los meses supero el límite máximo permisible anual.

#### ICA PM<sub>2,5</sub>

- El índice de calidad del aire para PM<sub>2,5</sub>, obtuvo una clasificación **Moderada** para este periodo, alcanzando un valor de **51,6**, manteniéndose en rango de **51 a 100**.
- **Los meses de enero febrero y abril** reportados obtuvieron un índice de calidad **Moderado**.

Gráfico Caja y Bigotes de Material Particulado en Cartagena



#### Resumen Estadístico

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
PM10 BASE	141	42,9504	20,9953	48,8828%	13,0	115,0	102,0
PM10 ZFC	16	71,5	17,9592	25,1178%	41,0	120,0	79,0
PM2_5 BASE	42	19,2857	5,98896	31,0538%	8,0	33,0	25,0
PM2_5 ZFC	123	16,6098	5,09521	30,676%	6,0	38,0	32,0

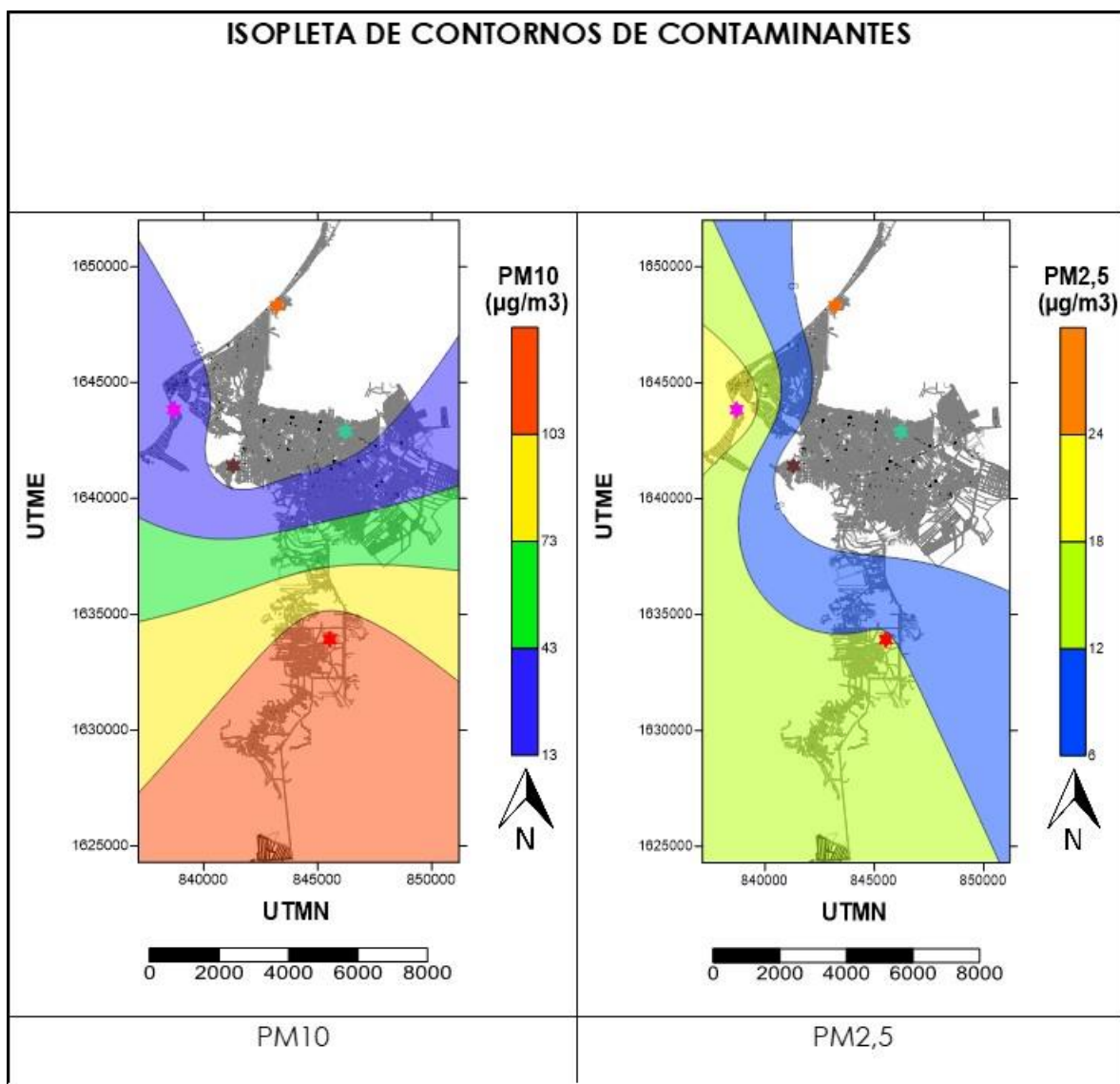


Total	322	31,2205	21,5293	68,959%	6,0	120,0	114,0
-------	-----	---------	---------	---------	-----	-------	-------

Gran mediana = 23,0

Muestra	Mediana
PM10 BASE	38,0
PM10 ZFC	70,5
PM2_5 BASE	18,0
PM2_5 ZFC	15,0

- Las concentraciones en para PM10 son mayores que en en el ZFC y para PM2,5 fueron ligeramente mayores en Base Naval
- Para casi todas las cajas se detectan outliers, es decir valores discordantes con el patrón general, ya que todas las cajas tienen puntos fuera de sus bigotes. Solo la estación de Base naval para el PM2,5 no tuvo outliers.
- Todas las variables presentan distribución ligeramente asimétrica, constatada porque la línea que representa el P (Mediana) no está exactamente en el centro de la caja y además los bigotes no tienen la misma longitud. Los bigotes más similares son los de la estación Zona Franca para el contaminante PM2,5



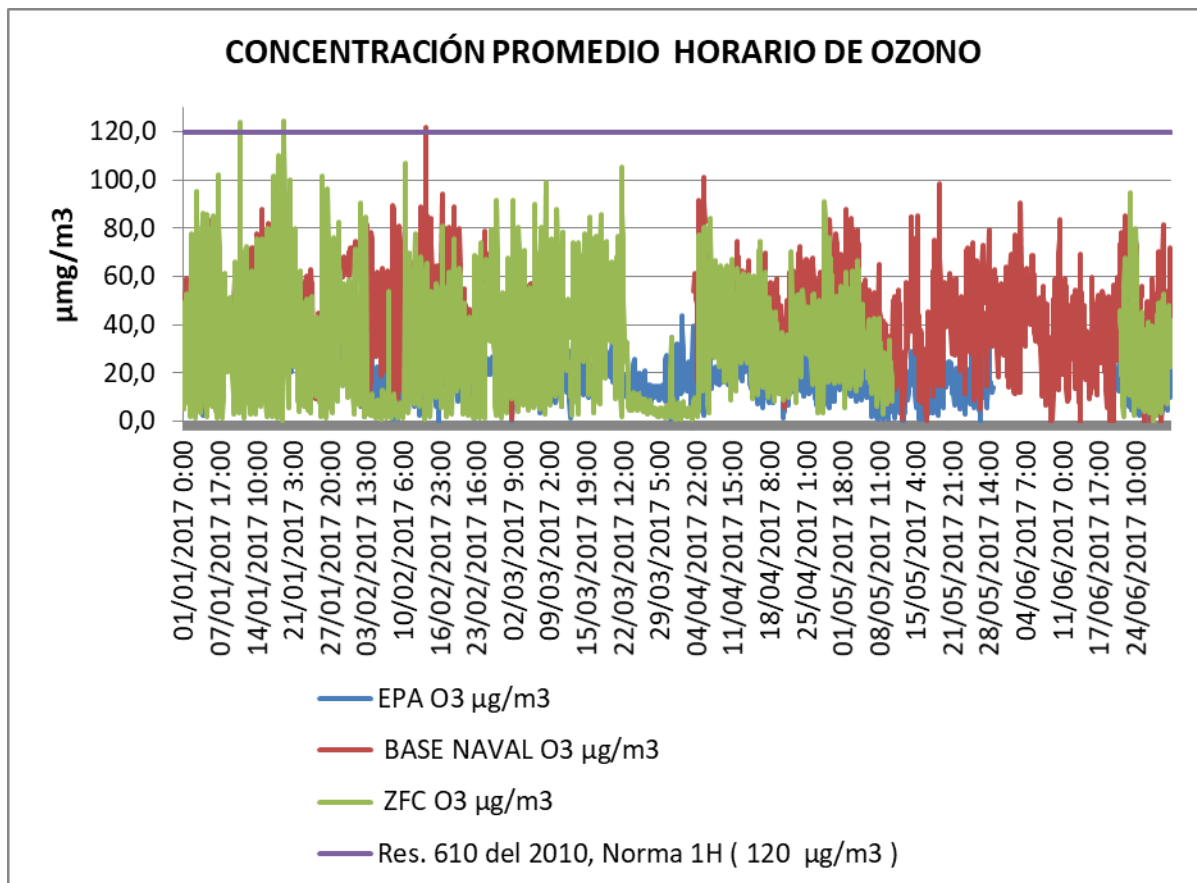
- POLICIA
- BOCANA
- CARDIQUE
- ZFC Mamonal
- BASE NAVAL

En el diagrama de contorno se muestran los promedios aritméticos de las concentraciones de material particulado en la ciudad de Cartagena de indias para el primer semestre del año 2017. Para el contaminante PM10, Las concentraciones más altas se registraron en la estación ubicada en la Zona franca la Candelaria y para Pm2,5 las mayores concentraciones se presentaron en la estación Base Naval de Bocagrande. Al analizar los promedios aritméticos mensuales de PM10, se observa que durante todo el período de estudio se registraron concentraciones superiores a los establecidos en la norma anual de 50 µg/m<sup>3</sup> y diaria de 100 µg/m<sup>3</sup> con mayor concentración en la estación Zona franca la candelaria, cabe resaltar el área en blanco corresponde a las estaciones de

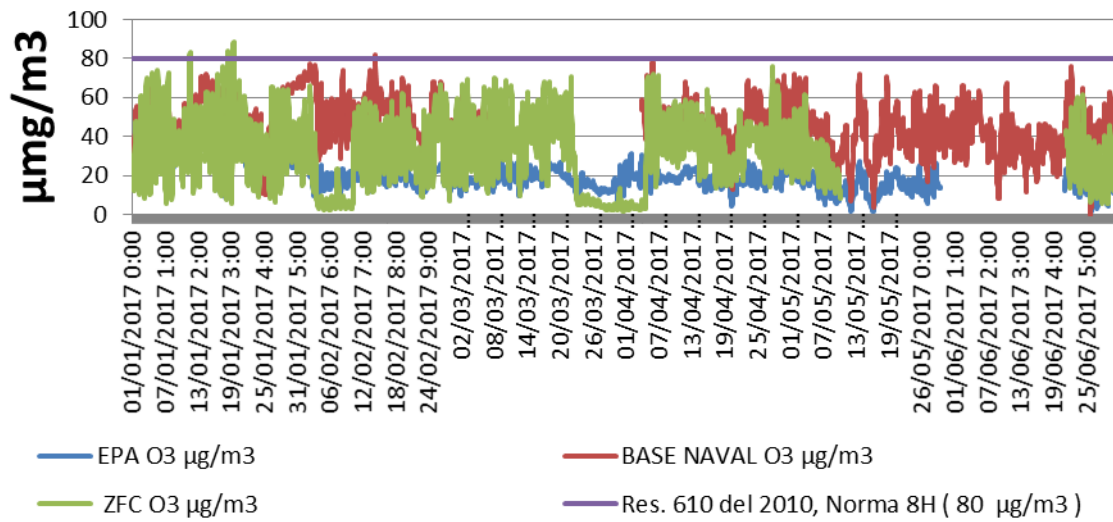
monitoreo semiautomático que estuvieron inactivas en este periodo, por lo tanto no se tomaron en cuenta. Para el Pm<sub>2,5</sub> Se encontró que en todos los meses, los mayores niveles de contaminación referida a la concentración de material particulado en el aire se registran en el área norte de la ciudad, situación que se atribuye posiblemente a la presencia de la emisión de aerosol marino proveniente del mar.

En otras palabras, las zonas de color verde cumplen con la norma, las zonas naranjas reportan concentraciones muy cercanas a la norma y las zonas rojas sobrepasan los niveles de 50 µg/m<sup>3</sup> establecidos por la resolución 610 de 2010.

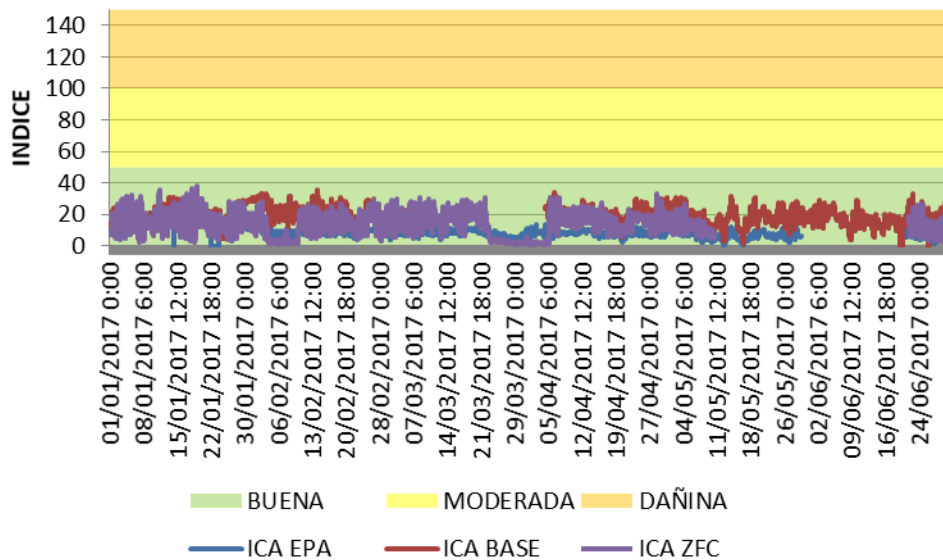
### OZONO TROPOSFERICO EN CARTAGENA



## CONCENTRACIÓN PROMEDIO OCTO-HORARIO DE OZONO

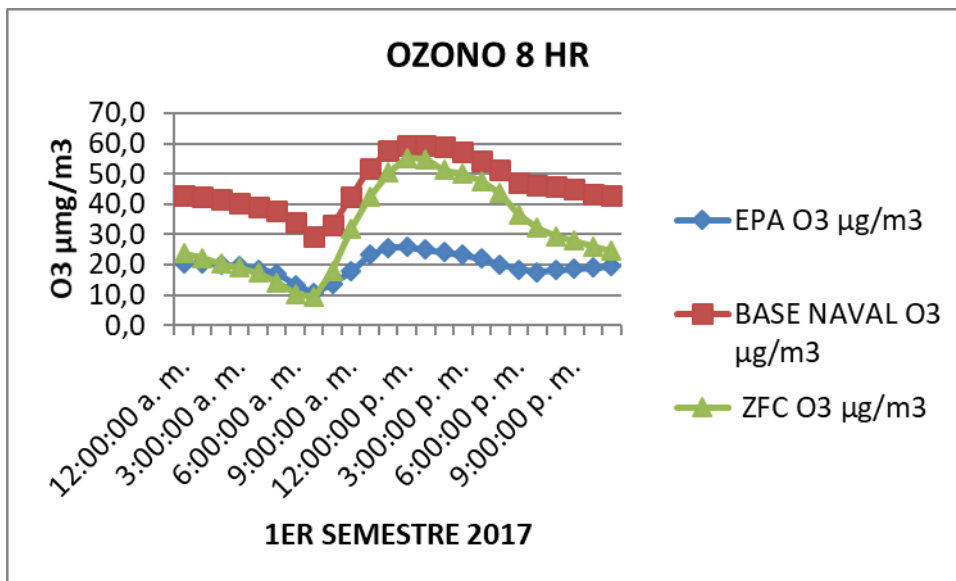
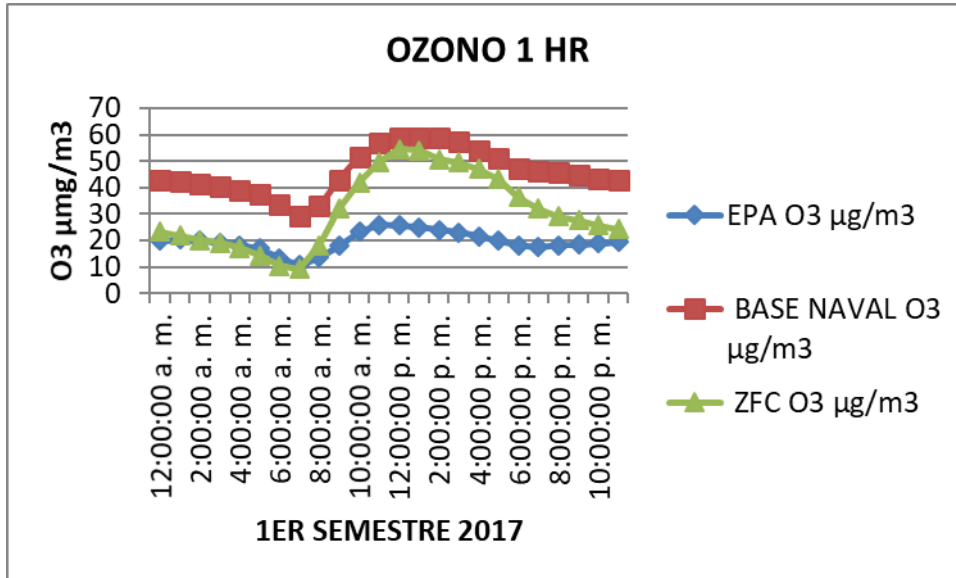


## ICA PARA OZONO OCTO-HORARIO



MES	ANALISIS OZONO TROPOSFERICO	ESTANDARES DE CUMPLIMIENTO	EPA	BASE	ZFC
ENERO	N DATOS REPORTADOS 1HORA	744	688	744	744
	INCUMPLIMIENTO 1 HORA		0	0	2
	CONCENTRACION MAX 1 HORA	120	80,6	93	124,74
	% DE CUMPLIMIENTO 1HORA		100%	100%	99,70%
	N DATOS 8 HORAS	744	695	744	744
	CONCENTRACION MAX 8 HORAS	80	51,3	71,8	88,36
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA		1	0	8
	% DE CUMPLIMIENTO 8 HORAS		100%	100%	<b>98,90%</b>
FEBRERO	N DATOS REPORTADOS 1HORA	672	672	672	672
	INCUMPLIMIENTO 1 HORA		0	1	0
	CONCENTRACION MAX 1 HORA	120	46,2	121,72	107
	% DE CUMPLIMIENTO 1HORA		100%	99,85%	100%
	N DATOS 8 HORAS	672	672	672	672
	CONCENTRACION MAX 8 HORAS	80	37,9	82	66,7
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA		0	3	0
	% DE CUMPLIMIENTO 8 HORAS		100%	99,55%	100%
MARZO	N DATOS REPORTADOS 1HORA	744	662		725
	INCUMPLIMIENTO 1 HORA		0		0
	CONCENTRACION MAX 1 HORA	120	46,5		105,67
	% DE CUMPLIMIENTO 1HORA		100%		100%
	N DATOS 8 HORAS	744	673		737
	CONCENTRACION MAX 8 HORAS	80	26,9		70,44
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA		1		0
	% DE CUMPLIMIENTO 8 HORAS		99,85%		100%
ABRIL	N DATOS REPORTADOS 1HORA	744	688	744	744
	INCUMPLIMIENTO 1 HORA		0	0	2
	CONCENTRACION MAX 1 HORA	120	80,6	93	124,74
	% DE CUMPLIMIENTO 1HORA		100%	100%	99,70%
	N DATOS 8 HORAS	744	695	744	744
	CONCENTRACION MAX 8 HORAS	80	51,3	71,8	88,36
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA		1	0	8
	% DE CUMPLIMIENTO 8 HORAS		100%	100%	<b>98,90%</b>
MAYO	N DATOS REPORTADOS 1HORA	672	672	672	672
	INCUMPLIMIENTO 1 HORA		0	1	0
	CONCENTRACION MAX 1 HORA	120	46,2	121,72	107
	% DE CUMPLIMIENTO 1HORA		100%	99,85%	100%
	N DATOS 8 HORAS	672	672	672	672
	CONCENTRACION MAX 8 HORAS	80	37,9	82	66,7
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA		0	3	0
	% DE CUMPLIMIENTO 8 HORAS		100%	99,55%	100%
JUNIO	N DATOS REPORTADOS 1HORA	744	662		725
	INCUMPLIMIENTO 1 HORA		0		0
	CONCENTRACION MAX 1 HORA	120	46,5		105,67
	% DE CUMPLIMIENTO 1HORA		100%		100%
	N DATOS 8 HORAS	744	673		737

CONCENTRACION MAX 8 HORAS	80	26,9	70,44
INCUMPLIMIENTO 8 HORA		1	0
% DE CUMPLIMIENTO 8 HORAS		99,85%	100%





## **5 ANEXOS**

---

### **5.1 ANEXO 1: FICHA TECNICA DE LAS ESTACIONES**

### **5.2 ANEXO 2: SOPORTE DEL REGISTRO DE CALIBRACIONES**

### 5.3 ANEXO 3: BITÁCORA DE MUESTREOS

- Fecha de inicio y finalización del muestreo
- Identificación y peso final del filtro utilizado
- Presión barométrica de la zona
- Temperatura promedio de la zona
- Flujo del muestreo
- Registro inicial y final de la lectura del horómetro
- Identificación de la carta utilizada en el registrador de flujo durante el muestro
- Identificación de la estación o sitio de operación del equipo, así como su ubicación geográfica  
(GPS)
- Identificación del equipo utilizado
- Operador y responsable del monitoreo
- Observaciones y dificultades durante el muestreo

- 5.4 ANEXO 4: Reportes de laboratorio (cuando aplique el caso)**
- 5.5 ANEXO 5: Memorias de cálculo de datos**
- 5.6 ANEXO 6: Registros del Plan de calidad**
- 5.7 ANEXO 7: Cadena de custodia de los datos (cuando aplique el caso)**