

ESTABLECIMIENTO PÚBLICO AMBIENTAL - EPA CARTAGENA



INFORME ANUAL - 2017

CARTAGENA, ENERO 2018

CONTENIDO

1	CALIDAD AMBIENTAL URBANA.....	10
1.1	CALIDAD DEL AIRE.....	10
1.1.1	<i>OBJETIVOS GENERALES SVCA DE CARTAGENA</i>	11
1.1.1.1	Objetivos Técnicos a corto, mediano y largo plazo.....	11
1.1.1.2	Periodicidad.....	11
1.1.2	<i>METODOLOGIA</i>	11
1.1.2.1	Índice De Calidad Del Aire Urbano-Icau.....	11
1.1.2.2	Reporte de la calidad del aire 2017.....	14
1.1.2.2.1	Ubicación Geográfica De Estaciones Y Entorno.....	14
1.1.2.3	Tecnologías de medición de las estaciones.....	16
1.1.2.4	Resumen de la ficha técnica de las estaciones.....	17
1.1.2.5	Contaminantes evaluados.....	17
1.1.2.6	Tecnologías de monitoreo utilizadas.....	18
1.1.3	<i>CRITERIOS PARA LA MUESTRA DE RESULTADOS</i>	18
1.1.4	<i>RESULTADOS DE LOS MONITOREOS</i>	21
1.1.5	<i>RECOMENDACIONES</i>	39
1.1.6	<i>ANEXOS</i>	41
1.2	CALIDAD DEL AGUA.....	42
1.2.1	<i>NORMAS Y METAS DE LOS PARAMETROS MÁS IMPORTANTES QUE DEBE CUMPLIR EL PROYECTO BOCANA DE LA CIENAGA DE LA VIRGEN</i>	43
1.2.2	<i>RESULTADOS DEL MONITOREO</i>	43
1.2.2.1	Oxígeno Disuelto (Mg/L).....	43
1.2.2.2	Demanda Bioquímica de Oxígeno. Dbo5 (Mg/L).....	44
1.2.2.3	Fosforo Total mg/L.....	45
1.2.2.4	Sólidos Suspendedos Totales S.S.T. (mg/L) – 2017.....	45
1.2.2.5	Salinidad (O/OO).....	46
1.2.2.6	Ph (Unidades).....	46
1.2.2.7	Coliformes Totales (NMP/100ml) – 2017.....	46
1.2.2.8	Coliformes Fecales (NMP/100ml) – 2017.....	47
1.2.3	<i>PROMEDIOS DE LOS PARAMETROS POR ZONAS PRIMER SEMESTRE 2017</i>	47
1.2.3.1	Oxígeno Disuelto- OD.....	48
1.2.3.2	Demanda Bioquímica De Oxígeno.DBO5.....	48
1.2.3.3	Coliformes Totales.....	48
1.2.3.4	COLIFORMES FECALES.....	49
1.2.3.5	SALINIDAD.....	49
1.2.3.6	ICA's.....	49
1.2.4	<i>RESUMEN PROMEDIOS GENERALES POR PUNTOS</i>	50
1.2.5	<i>RESUMEN PROMEDIO MENSUAL PARÁMETROS</i>	52
1.2.6	<i>RESUMEN PROMEDIO INDICADORES POR CUERPOS DE AGUA E ICAS A OCT-2017</i>	54
1.2.7	<i>RESUMENES ANUALES 2010 – 2016</i>	54
1.3	MEDICIÓN DE NIVELES DE AGUA Y TEMPERATURA EN EL SISTEMA DE CAÑOS Y LAGUNAS DE CARTAGENA.....	57
1.3.1	<i>Recolección de datos</i>	59
1.3.2	<i>Determinación de los niveles de agua</i>	60

1.3.3	Funcionamiento del software HOBOWare Pro.....	62
1.3.4	Datos registrados	63
1.3.5	Análisis de datos.....	81
1.3.6	Conclusiones.....	82
1.3.7	Recomendaciones.....	84
1.4	RUIDO	85
1.4.1	Control y vigilancia	86
2	PRINCIPALES ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS URBANOS DEL DISTRITO DE CARTAGENA DE INDIAS	
	88	
2.1	GENERALIDADES DEL ENTORNO AMBIENTAL DE CARTAGENA DE INDIAS	88
2.2	CERRO DE LA POPA.....	92
2.2.1	Generalidades	92
2.2.1.1	Geología y Geomorfología	94
2.2.1.2	Unidades Geomorfológicas.....	94
2.2.2	Flora y fauna	95
2.2.3	Estado.....	95
2.2.4	Presión - impacto.....	96
2.3	CERRO DE ALBORNOZ.....	98
2.3.1	Generalidades	98
2.3.2	Estado.....	99
2.3.3	Presión - impacto.....	99
2.4	LOMAS DEL MARION.....	100
2.4.1	Generalidades	100
2.4.2	Estado.....	101
2.4.3	Presión - impacto.....	101
2.5	MANGLAR.....	101
2.5.1	Generalidades	101
2.5.1.1	Manglar del Humedal ciénaga de la virgen	103
2.5.2	Fauna asociada al manglar del humedal Ciénaga de La Virgen	104
	• Crustáceos.....	104
	• Herpetos	105
	• Aves.....	107
	• Mamíferos voladores (murciélagos)	108
2.5.3	Estado	108
2.5.3.1	Manglar del Humedal Ciénaga de la virgen.....	108
2.5.3.2	Fauna asociada (humedal Ciénaga de la virgen).....	109
2.5.4	Presión - impacto.....	110
2.6	ARBOLADO URBANO.....	111
2.6.1	Generalidades	111
2.6.1.1	Servicios ecosistémicos.....	112
2.6.2	Fauna.....	114
2.6.2.1	Herpetos.....	115
2.6.2.2	Mamíferos	115
2.6.2.3	Aves.....	115
2.6.3	Estado	116
2.6.3.1	Estado de avance plan de silvicultura urbana (año 2017)	118
2.6.4	Presión - impacto.....	119
2.7	SISTEMA DE CAÑOS Y CANALES/ SISTEMAS DE CAÑOS Y LAGUNAS/ SISTEMA DE CAÑOS Y LAGOS	120
2.7.1	Generalidades	120
2.7.1.1	Hidrología	123
2.7.1.2	Geomorfología	125

2.7.2	<i>Flora y fauna</i>	126
2.7.2.1	Flora	126
2.7.2.2	Fauna.....	128
	• MOLUSCOS.....	128
	• Peces.....	128
2.7.3	<i>Estado</i>	130
2.7.3.1	Morfometría y batimetría de la ciénaga	130
2.7.3.2	Calidad del agua	131
	• Conductividad.....	131
	• Potencial de Hidrogeno	132
	• Oxígeno Disuelto (OD).....	133
	• Nitritos (NO ₂)	133
2.7.3.3	Fauna acuática	134
2.7.4	<i>Presión - impacto</i>	135
3	BIBLIOGRAFIA	137

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1. Estaciones del SVCA.....	10
Tabla 1-2. Hoja metodológica versión 2,0.....	12
Tabla 1-3. Clasificación del ICA	13
Tabla 1-8. Calificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA.....	42
Tabla 1-9 PROMEDIOS ZONAS C de la V y Cuerpos de Aguas	49
Tabla 1-10. Ubicación de los sensores.	59
Tabla 1-11. Cotas de los cuerpos de agua.	61
Tabla 2-1. Unidades Ecológicas de Gestión identificadas en el Distrito de Cartagena;	92
Tabla 2-2 Especies de crustáceos reportadas para el humedal ciénaga de La Virgen.	104
Tabla 2-3 especies de anfibios y reptiles reportadas para la ciénaga de la virgen, EPA.	106
Tabla 2-4 Algunas de las especies de aves reportadas para la ciénaga de la virgen, EPA.....	107
Tabla 2-5 Especies con mayores alturas.....	118
Tabla 2-6 Estado de cumplimiento del planteamiento del plan de silvicultura urbana.	118
Tabla 2-7 Amenazas por Cambio climático.	119
Tabla 2-8 Especies de flora reportadas para la ciénaga de la virgen, jurisdicción del EPA.	126
Tabla 2-9 Especies de moluscos reportadas para la ciénaga de la virgen, EPA.....	128
Tabla 2-10 especies de peces reportadas para la ciénaga de la virgen, jurisdicción del EPA. ...	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1. Mapa de ubicación de las estaciones del SVCA.....	12
Figura 1-4. Distribución espacial del sistema lagunar de Cartagena de Indias	58
Figura 1-5. Localización de los puntos de medición de nivel y temperatura del agua.	60
Figura 1-6. Sección transversal típica de los cuerpos de agua con sensor en el fondo.	62
Figura 1-7. Serie completa de niveles de agua para todos los cuerpos de agua	63
Figura 1-8. Serie completa de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua	64
Figura 1-9. Serie completa de niveles de agua caño Juan Angola	64
Figura 1-10. Serie completa de temperatura del agua caño Juan Angola	65
Figura 1-11. Serie completa de niveles de agua ciénaga de La Virgen	65
Figura 1-12. Serie completa de temperatura del agua ciénaga de La Virgen.....	66
Figura 1-13. Serie completa de niveles de agua laguna de Chambacú	66
Figura 1-14. Serie completa de temperatura del agua laguna de Chambacú	67
Figura 1-15. Serie completa de niveles de agua laguna de San Lázaro	67
Figura 1-16. Serie completa de temperatura del agua laguna de San Lázaro	68
Figura 1-17. Serie completa de niveles de agua caño de Bazurto	68
Figura 1-18. Serie completa de temperatura del agua caño de Bazurto	69
Figura 1-19. Serie completa de niveles de agua bahía de Cartagena (en marina Rosales).....	69
Figura 1-20. Serie completa de temperatura del agua bahía de Cartagena (en la marina Rosales)	70
Figura 1-21. Serie semanal de nivel de agua para todos los cuerpos de agua –25Feb2017 a 4Marzo2017–.....	70
Figura 1-22. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 25Feb2017 a 4Marzo2017–.....	71
Figura 1-23. Serie semanal de nivel de agua para todos los cuerpos de agua –5Marzo2017 a 11Marzo2017–.....	71
Figura 1-24. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 5Marzo2017 a 11Marzo2017	72
Figura 1-25. Serie semanal de nivel de agua para todos los cuerpos de agua –12Marzo2017 a 18Marzo2017–.....	72
Figura 1-26. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua - 12Marzo2017 a 18Marzo2017–	73
Figura 1-27. Serie semanal de nivel de agua para todos los cuerpos de agua –19Marzo2017 a 25Marzo2017–.....	73
Figura 1-28. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 19Marzo2017 a 25Marzo2017–	74
Figura 1-29. Serie semanal de nivel de agua para todos los cuerpos de agua –26Marzo2017 a 1Abril2017–	74
Figura 1-30. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 26Marzo2017 a 1Abril2017–	75
Figura 1-31. Serie semanal de nivel de agua para todos los cuerpos de agua –2Abril2017 a 8Abril2017–	75
Figura 1-32. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 2Abril2017 a 8Abril2017–.....	76

Figura 1-33. Serie semanal de nivel de agua para todos los cuerpos de agua –9Abril2017 a 15Abril2017–	76
Figura 1-34. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 9Abril2017 a 15Abril2017–.....	77
Figura 1-35. Serie semanal de nivel de agua para todos los cuerpos de agua –16Abril2017 a 22Abril2017–	77
Figura 1-36. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 16Abril2017 a 22Abril2017–.....	78
Figura 1-37. Serie semanal de nivel del agua para todos los cuerpos de agua –23Abril2017 a 29Abril2017–	78
Figura 1-38. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 23Abril2017 a 29Abril2017–.....	79
Figura 1-39. Serie semanal de nivel del agua para todos los cuerpos de agua –30Abril2017 a 6Mayo2017–.....	79
Figura 1-40. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 30Abril2017 a 6Mayo2017–	80
Figura 1-41. Serie semanal de nivel del agua para todos los cuerpos de agua –7Mayo2017 a 11Mayo2017–.....	80
Figura 1-42. Serie semanal de temperatura del agua para todos los cuerpos de agua – 7Mayo2017 a 11Mayo2017–.....	81
Figura 1-43. Dirección del flujo (escenario 1).....	83
Figura 1-44. Dirección del flujo (escenario 2).....	83
Figura 2-1 Ecosistemas del entorno de la ciudad de cartagena.	90
Figura 2-2. Áreas protegidas Zona urbana Cartagena de Indias.....	91
Figura 2-3. Vista General del Cerro de la Popa - Detalle salto del cabron e invaciones.	93
Figura 2-4 Esquema de las principales unidades geomorfológicas.	95
Figura 2-5. Vista General del Cerro de Albornoz.	98
Figura 2-6 Vista General de las lomas De marión.	100
Figura 2-7. Distribución del Manglar en Cartagena.	103
Figura 2-8 <i>Rhizophora mangle</i> – ciénaga de la virgen. Fotografía: 2016.	104
Figura 2-9 Manglar de la ciénaga de la virgen. fotografía: 2016.	104
Figura 2-10 <i>Callinectes sapidus</i> (jaiba) colectada en el sector Juan Polo (2015).....	105
Figura 2-11 <i>Gionopsis cruentata</i> colectado en la ciénaga de la Virgen, sector Juan Polo.	105
Figura 2-12 Lagartija (<i>Anolis</i> sp.).....	106
Figura 2-13 Garza real (<i>Ardea alba</i>), una de las especies más abundantes en la ciénaga de la virgen.	108
Figura 2-14 Urbanización de la zona norte de cartagena de indias. Fotografía: 2016.	110
Figura 2-15 Inadecuado manejo de escombros en los caños del humedal ciénaga de la virgen. Fotografía: 2016.....	110
Figura 2-16. Arbolado urbano de la ciudad de cartagena de indias (Avenida Miramar, Manga). Fotografía: 2017.....	112
Figura 2-17. Representación Gráfica y numérica de la cantidad porcentual del Potencial de Especies Nativas y Exóticas de la Ciudad de Cartagena.	117
Figura 2-18 Distribución de las alturas encontradas para los arboles muestreados.	117
Figura 2-19 Árbol caído en el parque bolivar como consecuencia de los fuertes vientos (Mayo, 2016).	120
Figura 2-20. Vista general de la ciudad de Cartagena y el sistema de caños y lagos.....	121
Figura 2-21 Vista general de la ciénaga de la virgen y la cienaga de las quintas.....	122
Figura 2-22. Esquema de la dirección de las corrientes internas en la Ciénaga de la Virgen... 125	

Figura 2-23 Algunas de las especies de peces reportadas para la ciénaga de la virgen.	130
Figura 2-24. Relleno del sector Sur de la Ciénaga de la Virgen.	131
Figura 2-25. Conductividad en la Ciénaga de La Virgen.	132
Figura 2-26. pH Ciénaga de la Virgen, 2015.	132
Figura 2-27. Oxígeno Disuelto Ciénaga de la Virgen, 2015.	133
Figura 2-28. Nitritos Ciénaga de la Virgen, 2015.	134
Figura 2-29 Actividad de pesca con atarraya en la ciénaga de la virgen. fotografía: 2016.	135
Figura 2-30. Construcciones ilegales en el extremo sur de la ciénaga de la virgen. fotografía: Angela Moncaleano (EPA, 2015b)	136

INTRODUCCIÓN

El Establecimiento Público Ambiental de Cartagena (EPA – Cartagena), es un ente descentralizado del orden Distrital, el cual para su normal funcionamiento el Distrito asigna recursos para ejecutar proyectos de inversión, los cuales se encuentran enmarcados en el Plan de Acción 2016-2019, basado en políticas ambientales del orden Nacional y Distrital.

Objetivo General Plan de Acción: Administrar y orientar el manejo del ambiente urbano del distrito de Cartagena para garantizar su conservación, restauración y desarrollo sostenible, propendiendo por una mejor calidad de vida enmarcada en los criterios de equidad y participación ciudadana.

En este sentido el EPA–Cartagena en el marco de este plan de Acción 2016-2019 tiene definidas una serie de estrategias, programas, proyectos y metas que le permite el seguimiento, control y vigilancia al uso sostenible de los recursos naturales y establecer periódicamente el Estado de los Principales Ecosistemas Estratégicos Urbanos del Distrito de Cartagena de Indias.

El presente documento está dividido en dos secciones la primera dedicada a la información relacionada con la calidad ambiental urbana y la segunda relacionada al estado de los principales ecosistemas estratégicos de la ciudad.

En la sección 1 sobre CALIDAD AMBIENTAL URBANA, se presentan las características ambientales relacionadas a calidad de aire y calidad de agua del AÑO 2017; sin embargo debe aclararse que la mediciones no corresponden a una lectura real de la situación actual ya que se presentaron inconvenientes técnicos que no permitieron la realización y toma permanente de la información; en cada una de las estaciones muestreadas se despliega un análisis de las posibles causas de los resultados así como recomendaciones técnicas para generar mejores resultados.

En la sección 2 sobre los Principales ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS: (Cerro de la Popa, Cerros de Albornoz, Lomas del Marion, Sistema de Caños y Canales, Manglares y el Arbolado Urbano) se revisa la descripción de las características físicas, geográficas, hídricas, hidrológicas así como un breve recuento del estado de los mismos.

1 CALIDAD AMBIENTAL URBANA

1.1 CALIDAD DEL AIRE

El 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 la cuantificación y distribución espacial de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en el Distrito (Tabla 1.1).

TABLA 1-1. ESTACIONES DEL SVCA

ESTACIÓN	TIPO	UBICACIÓN	MEDICIÓN
LA BOCANA CTG1	Semiautomática (Fondo General)	Transv.34, la Bocana N 10°27'10.5" W 75°30'27.9"	PM10
BASE NAVAL GTC2	Automática (Fondo Urbano)	Bocagrande, Base naval 10°24'48.00"N 75°32'59.37"O	PM10, PM2.5
CARDIQUE GTC3	Semiautomática (Fondo Urbano)	Transv.52, Bosque Sector Manzanillo 10°23'30.18" N 75°31'30.05" O	PM2.5
ZONA FRANCA LA CANDELARIA GTC4	Automática (Fondo Urbano)	Parque Industrial de Mamonal	PM10 PM2.5
POLICIA VIRGEN Y TURISTICA EM1	Semiautomática (Indicativa)	Barrio Olaya Herrera. 10°24'19.94"N 75°29'7.14"O	PM10

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

En la anterior tabla se muestran la representatividad de la información reportada, 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.

El monitoreo de la calidad del aire se realiza a través de una herramienta denominada Aire SVCA el cual inicio su funcionamiento en enero del año 2014, los contaminantes evaluados son Ozono, PM10 y PM2.5. Para lo cual utiliza tecnologías automáticas y semiautomáticas cuyas características se describen a continuación:

- Estaciones automáticas (Base Naval 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 PM10 y partículas PM2.5 respectivamente, además de un datalogger para la transferencia de datos.
- Estaciones Semiautomáticas (Bocana, CARDIQUE y Estación de Policía Virgen y Turística): compuestas por (1) estación meteorológica y un equipo PQ200 para

monitoreo de partículas PM10 y partículas PM2.5. todos los equipos se alimentan con energías renovables (Solar).

1.1.1 OBJETIVOS GENERALES SVCA DE CARTAGENA

Objetivos de Gestión Institucional

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

1.1.1.1 OBJETIVOS TÉCNICOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

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.

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.

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.

1.1.1.2 PERIODICIDAD

Los datos de los equipos automáticos son colectados diariamente, mientras los datos de los equipos semiautomáticos son tomados cada tercer día.

1.1.2 METODOLOGIA

1.1.2.1 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE URBANO-ICAU

Fórmula de cálculo:

$$\%EC = \frac{Ec}{Et} * 100$$

Donde:

%EC: Porcentaje de estaciones que reportan concentraciones anuales de PM10 y/o PM2.5 inferiores a las establecidas en la normativa vigente para el último año calendario.

Ec: Número de estaciones que reportan concentraciones anuales de PM10 y/o PM2.5 inferiores a las establecidas en la normativa vigente para el último año calendario.

Et: Total de estaciones monitoreando PM10 y PM 2.5 en el periodo de tiempo (t) de un área urbana

Para el cálculo del indicador se toma de la información reportada por los equipos medidores de concentraciones de material particulado. Teniendo en cuenta el Protocolo de monitoreo de la Calidad del aire y la Guía de diseño de los sistemas de vigilancia de calidad del aire, los datos son registrados diariamente por los equipos automáticos y cada tercer día por los equipos semiautomáticos, el dato de concentración ajustado a las condiciones de referencia local, son promediados, para los equipos semiautomáticos se toma un solo dato de 24 horas, se suman el valor de las concentraciones registradas en el mes y se divide entre el número de muestras realizadas; para los monitoreos de equipos automáticos el equipo registra cada hora y calcula el promedio mensual.

Para el registro de los datos se valida que el dato diario tenga por lo menos el 75% de los datos horarios para así tenerlo en cuenta en el cálculo final mensual, y finalmente se realiza un promedio anual de las concentraciones mensuales.

TABLA 1-2. HOJA METODOLÓGICA VERSIÓN 2,0

Área Urbana	ID Estación de Monitoreo (ET)	% Representatividad temporal por estación.	Concentración promedio anual del		Ec	%Ec
			PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Perímetro Urbano de Cartagena (MAMONAL)	GTC4 (2015)	99.2		39	3	75
Perímetro Urbano de Cartagena (MAMONAL)	GTC4 (2015)	100	47			
Perímetro Urbano de Cartagena (BOSQUE)	GTC3 (2015)	96.7		22		
Perímetro Urbano de Cartagena (BOCANA)	CTG1 (2015)	95.9	43			
Perímetro Urbano de Cartagena (OLAYA)	EM1 (2015)	26.4	40			
Perímetro Urbano de Cartagena (BOCAGRANDE)	GTC2 (2015)	47.7	38			
Perímetro Urbano de Cartagena (BOCAGRANDE)	GTC2 (2015)	41.9		28.3		
Perímetro Urbano de Cartagena (MAMONAL)	GTC4 (2014)	100		34.17	4	66.6
Perímetro Urbano de Cartagena (MAMONAL)	GTC4 (2014)	100	43.52			
Perímetro Urbano de Cartagena (BOCANA)	CTG1 (2014)	94.2	47.8			
Perímetro Urbano de Cartagena (OLAYA)	EM1 (2014)	94.2	46.65			
Perímetro Urbano de Cartagena (BOCAGRANDE)	GTC2 (2014)	99.7		28.25		
Perímetro Urbano de Cartagena (BOCAGRANDE)	GTC2 (2014)	100	44.65			
Perímetro Urbano de Cartagena (BOSQUE)	GTC3 (2014)	38.8	72.07			
Perímetro Urbano de Cartagena (BOSQUE)	GTC3 (2014)	55.4		21.33		

FIGURA 1-1. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DEL SVCA.

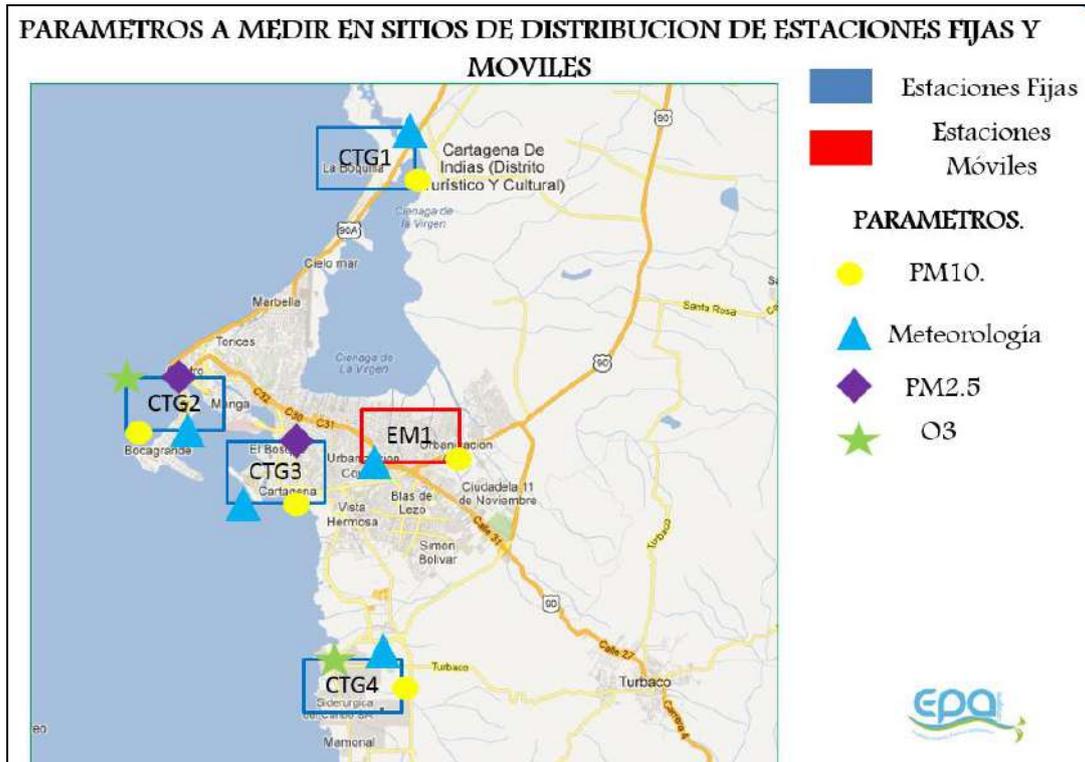


TABLA 1-3. CLASIFICACIÓN DEL ICA

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	O ₃ 8h ppb	O ₃ 1h ppb	PM ₁₀ 24h µg/m ₃	PM _{2,5} 24h µg/m ₃	CO 8h ppm	SO ₂ 24h ppb	NO ₂ 1h ppb
0 – 50	Verde	Bueno	0	-	0	0	0	0	0
			59	-	54	15,4	4,4	35	53 * ₂
51 – 100	Amarillo	Moderado	60	-	55	15,5	4,5	35	54
			75	-	154	40,4	9,4	144	100 * ₂
101 – 150	Naranja	Desfavorable para Grupos Sensibles	76	125	155	40,5	9,5	145	101
			95	164	254	65,4	12,4	224	360 * ₂
151 – 200	Rojo	Desfavorable	96	165	255	65,5	12,5	225	361
			115	204	354	150,4	15,4	304	640
201 – 300	Púrpura	Muy Desfavorable	116	205	355	150,5	15,5	305	650
			374	404	424	250,4	30,4	604	1240
301 – 500	Marrón	Peligroso	* ₁	405	425	250,5	30,5	605	1250
				604	604	500,4	50,4	1004	2040

Clasificación del Índice de Calidad del Aire

ICA	COLOR	CLASIFICACIÓN	ICA	PM10 Y PM2.5 24 HORAS (µg/m ³)
0 - 50	VERDE	BUENA	0 - 50	Ninguno
51 - 100	AMARILLO	MODERADA	51 - 100	Posibles síntomas respiratorios en individuos no sensibles. Posible agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores
101 - 150	NARANJA	DAÑINA A LA SALUD PARA GRUPOS SENSIBLES	101 - 150	Aumento de riesgo de síntomas respiratorios en individuos sensibles, agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón y mortalidad prematura en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores
151 - 200	ROJO	DAÑINA A LA SALUD	151 - 200	Incremento de los síntomas respiratorios y recrudescimiento de las enfermedades pulmonares tales como asma; posibles efectos respiratorios en la población en general
201 - 300	PÚRPURA	MUY DAÑINA A LA SALUD	201 - 300	Aumento significativo en síntomas respiratorios y aumento de la gravedad de enfermedades pulmonares como asma; incremento de la probabilidad de ocurrencia de efectos respiratorios para la población en general
301 - 400	MARRÓN	PELIGROSA	301 - 500	Riesgo serio de síntomas respiratorios y recrudescimiento de enfermedades pulmonares como asma; probables efectos respiratorios en la población en general
401 - 500	MARRÓN	PELIGROSA		

1.1.2.2 REPORTE DE LA CALIDAD DEL AIRE 2017

1.1.2.2.1 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.



ESTACION BASE NAVAL

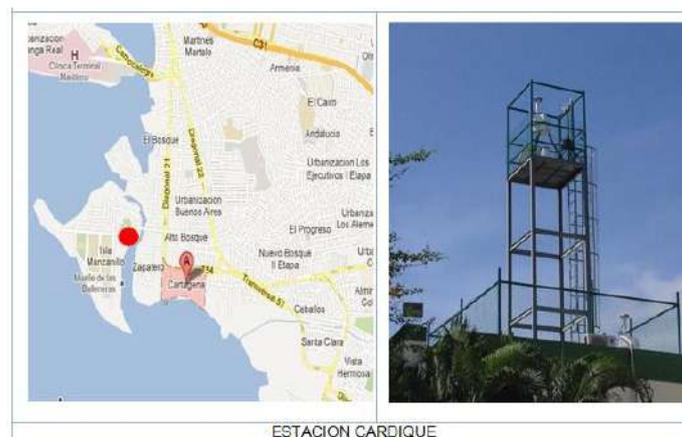
Estación Zona Franca La Candelaria: Ubicada al oriente de la ciudad, en las instalaciones de la empresa FEPCO en el parque industrial de Mamonal. Por ser un sector donde se ubican muchas empresas, se estableció como una estación fija de gran importancia para el SVCA de Cartagena, ya que en esta se busca 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.



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.

1.1.2.3 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
Analizador de Ozono O3 Mediante Fotometría UV		Thermo Scientific	49i	Thermo Scientific	Para la medición de O3 en el aire
Monitor Automático para la medición de PM10 y PM2.5 Transmisión de datos		Thermo Scientific	5014i Modelo 433 SP	Thermo Scientific EKTO	Para la medición de material particulado PM10 y PM2.5
Calibrador para Muestreador de Bajo Volumen		BGI	Tetracal	BGI	Para calibrar los Muestreadores de Bajo Volumen
Datalogger		Ambiente Y Tecnología Ltda.	Ambilogger	Ambiente Y Tecnología Ltda.	Para procesar y guardar los datos emitidos por los Analizadores y Muestreadores.

1.1.2.4 RESUMEN DE LA FICHA TÉCNICA DE LAS ESTACIONES

ESTACIÓN	TIPO	UBICACIÓN	MEDICIÓN
LA BOCANA CTG1	Semiautomática (Fondo General)	Transv.34, la Bocana N 10°27'10.5" W 75°30'27.9"	PM10
BASE NAVAL GTC2	Automática (Fondo Urbano)	Bocagrande, Base naval 10°24'48.00"N 75°32'59.37"O	O3, PM10, PM2.5
CARDIQUE GTC3	Semiautomática (Fondo Urbano)	Transv.52, Bosque Sector Manzanillo 10°23'30.18" N 75°31'30.05" O	PM2.5
ZONA FRANCA LA CANDELARIA GTC4	Automática (Fondo Urbano)	Parque Industrial De Mamonal	O3, PM10, PM2.5
POLICIA VIRGEN Y TURISTICA GTC5	Semiautomática (Indicativa)	Barrio Olaya Herrera. 10°24'19.94"N 75°29'7.14"O	PM10,
EPA CARTAGENA GTC6	Automática (Indicativa)	Manga, 10.413876° 75.540082°	O3

1.1.2.5 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, PM₁₀ y PM_{2.5}

1.1.2.6 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_{10} y partículas $PM_{2.5}$ respectivamente, además de un datalogger para la transferencia de datos.
- Estaciones Semiautomáticas (Bocana, CARDIQUE y Estación de Policía Virgen y Turística): compuestas por (1) estación meteorológica y un equipo PQ200 para monitoreo de partículas PM_{10} y partículas $PM_{2.5}$. todos los equipos se alimentan con energías renovables (Solar).

1.1.3 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 Diciembre 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 se abarcan en este informe.

Estación	Ubicación	Ubicación		MES	Contaminante monitoreado		
		Latitud	Longitud		PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3
GT1	Bocana *	10.453079°	-75.507676°	ENERO-DICIEMBRE			
GT2	Base naval**	10.413972°	-75.549739°	ENERO	X	X	X
				FEBRERO	X		X
				MARZO	X		X
				ABRIL	X		X
				MAYO	X		X
				JUNIO	X		X

				JULIO	X		X
				AGOSTO	X		X
				SEPTIEMBRE	X		X
				OCTUBRE	X		X
				NOVIEMBRE			X
				DICIEMBRE			X
GT3	CARDIQUE*	10.391569°	-75.525155°	ENERO-FEBRERO	NA		NA
				MARZO	NA		NA
				ABRIL-JULIO	NA		NA
				AGOSTO	NA		NA
				SEPTIEMBRE	NA	X	NA
				OCTUBRE	NA	X	NA
				NOVIEMBRE	NA	X	NA
				DICIEMBRE	NA	X	NA
GT4	Zona franca**	10.326460°	-75.489407°	ENERO		X	X
				FEBRERO	X	X	X
				MARZO		X	X
				ABRIL		X	X
				MAYO		X	X
				JUNIO			X
				JULIO			X
				AGOSTO			X
				SEPTIEMBRE			X
				OCTUBRE			X
				NOVIEMBRE			X
				DICIEMBRE			X
EM1	Policía*	10.405512°	-75.485459°	ENERO-AGOSTO		NA	NA
				SEPTIEMBRE	X	NA	NA
				OCTUBRE	X	NA	NA
				NOVIEMBRE	X	NA	NA
				DICIEMBRE	X	NA	NA
EM2	EPA**	10.413876°	-75.540082°	ENERO	NA	NA	X
				FEBRERO	NA	NA	X
				MARZO	NA	NA	X
				ABRIL	NA	NA	X
				MAYO	NA	NA	X
				JUNIO	NA	NA	X
				JULIO			X
				AGOSTO			X
				SEPTIEMBRE			X
				OCTUBRE			X
				NOVIEMBRE			
				DICIEMBRE			

NA: NO APLICA

Condiciones de referencia:

Los datos obtenidos a condiciones locales ((Ci)) 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: (C_i)_j: Concentración del contaminante i en la región o ciudad j (P)_j: Presión en la región o ciudad j, es decir la condición local de presión (T)_j: Temperatura en la región o ciudad j, es decir la condición local de temperatura PM_i: Peso molecular del contaminante medido R: Constante de los gases ideales (8.314 m³.Pa/kmol.K ≈ 0.082 l.atm/mol.K)

$$\%Cap_datos = \frac{d}{N} \cdot 100$$

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.

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 :

	30 DIAS 1 DIA	75% Min 75% Min	22,5 DIAS 18 Hrs
MES	DIAS	Hr	75% Hr
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
DICIEMBRE	31	744	558
AÑO	365	8760	6570

Para efectos del reporte de este informe se analizarán 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

1.1.4 RESULTADOS DE LOS MONITOREOS

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

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 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 ³)	Anual
	100 (µg/m ³)	24 horas
PM2.5	25 (µg/m ³)	Anual
	50 (µg/m ³)	24 horas
	106 (ppb)	1 hora
O ₃	41 (ppb)	8 horas
	61 (ppb)	1 hora

ESTACION	MES	CONTA MINANT E (O ₃ , ug/m ³)	Res 610/ 2010 - 8 HOR AS (80 ug/m ³)	ICA O ₃	CLASIFI CACION ICA	CONTA MINANT E (Pm 2,5, ug/m ³)	Res 610/ 2010 - Anua l (25 ug/m ³)	ICA PM 2,5	CLASIFI CACION ICA	CONTA MINANT E (Pm 10, ug/m ³)	Res 610/2 010- Anual (50 ug/m ³)	ICA PM 10	CLASIFI CACION ICA
BASE NAVAL (BOCAGR ANDE)	ENERO	50	CUM PLE	22	BUENA	16,8	CUM PLE	54	MODER ADO	32,3	CUM PLE	30	BUENA
	FEBRE RO	52,4	CUM PLE	23	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	35,9	CUM PLE	33	BUENA
	MARZ O	43,7	CUM PLE	19	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	43	CUM PLE	40	BUENA
	ABRIL	48	CUM PLE	21	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	57,7	NO CUM PLE	45,6	BUENA
	MAYO	40,9	CUM PLE	18	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	41,5	CUM PLE	36,8	BUENA
	JUNIO	38,4	CUM PLE	16	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	48	CUM PLE	44	BUENA
	JULIO	51,3	CUM PLE	23	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	85	NO CUM PLE	64	MODER ADO
	AGOS TO	51,4	CUM PLE	22	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	76	NO CUM PLE	59	MODER ADO
	SEPTIE MBRE	42,8	CUM PLE	19	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	55	NO CUM PLE	51	MODER ADO
	OCTU BRE	51,2	CUM PLE	22	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	42	CUM PLE	39	BUENA
	NOVIE MBRE	34,3	CUM PLE	15	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	NO REPORT A	50	NR	NR
	DICIE MBRE	33,2	CUM PLE	14	BUENA	NO REPORT O		NR	NR	NO REPORT A	50	NR	NR
PROMEDI O ANUAL		44,8	CUM PLE	19,5	BUENA	16,8	CUM PLE	54	MODER ADO	51,6	NO CUM PLE	44,24	BUENA

NR: NO REPORTÓ

ESTACION DE MONITOREO Estación Base Naval; se midieron los contaminantes PM_{2.5}, PM₁₀ y O₃, para el periodo 2017 los cuales se describen a continuación:

PM_{2.5}:

Este contaminante solo fue posible medirlo durante el mes de Enero encontrándose activa. En estas condiciones, se cuenta con la siguiente información;

- Captura de datos:

Teniendo en cuenta la condición del equipo no se cumplió con el 75% de la recolección de los datos del año, como lo establece el protocolo de la calidad del aire.

- Promedio anual e ICA:

Enero fue el único mes que reportó información del contaminante, durante el mes se pudo registrar que el promedio fue de 16,8 ug/m³, por debajo del límite máximo permisible anual de 25 ug/m³, así mismo el ICA de este periodo alcanzo niveles de 54 unidades, obteniendo una clasificación moderada, color amarillo.

PM 10:

En cuanto al contaminante atmosférico PM 10 de esta estación fue posible medirlo durante 10 meses consecutivos desde enero hasta octubre encontrándose activa.

- Captura de datos:

Con los meses monitoreos se obtuvo una representatividad del 83% de captura de datos anual, superior al 75% de la recolección de los datos del año, como lo establece el protocolo de monitoreo de la calidad del aire.

- Máxima concentración:

Se puede evidenciar que de los meses monitoreados en Julio, Agosto y Septiembre. Se aprecian las mayores concentraciones del contaminante. Tales como; 85 ug/m³, 76 ug/m³ y 55 ug/m³. Concentraciones por encima de los límites máximos permisibles de 50 ug/m³. Encontrándose en niveles de calidad del aire, moderados representados por el color amarillo.

- Mínima concentración

Del mismo modo, se evidencian los meses de menor concentración de pm10, tales como enero y febrero; 32,3 ug/m³ y 35,9 ug/m³, con niveles buenos representados con color verde.

- Promedio anual e ICA:

El promedio para este contaminante fue de 53,3 ug/m³, concentración por encima del límite máximo permisible anual de 50 ug/m³. Sin embargo, El ICA de este periodo alcanzó niveles de 44,24 unidades, obteniendo una clasificación buena, color verde.

ESTACION	MÉS	CONTAMINANTE (Pm 2,5, ug/m ³)	Res 610/2010-Annual (25 ug/m ³)	ICA PM 2,5	CLASIFICACION ICA	CONTAMINANTE (O ₃ , ug/m ³)	Res 610/2010-8 HORAS (80 ug/m ³)	ICA O ₃	CLASIFICACION ICA	CONTAMINANTE (Pm 10, ug/m ³)	Res 610/2010-Annual (50 ug/m ³)	ICA PM 10	CLASIFICACION ICA
ZONA FRANC A LA CANDE LARIA	ENERO	13,3	CUM PLE	16	BUENO	36,45	CUM PLE	16	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
	FEBRE RO	14,6	CUM PLE	47	BUENO	27,83	CUM PLE	12	BUENA	72,2	NO CUM PLE	60	MODER ADA
	MARZO	15,3	CUM PLE	49	BUENO	30,42	CUM PLE	13	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
	ABRIL	22,3	CUM PLE	64	MODER ADA	32,33	CUM PLE	14	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
	MAYO	13,6	CUM PLE	43,2	BUENO	29,41	CUM PLE	13	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
	JUNIO	NO REPORTO	NR	NR	NR	27	CUM PLE	12	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
	JULIO	NO REPORTO	NR	NR	NR	35	CUM PLE	15	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
	AGOST O	NO REPORTO	NR	NR	NR	34,5	CUM PLE	15	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
	SEPTIE MBRE	NO REPORTO	NR	NR	NR	37,2	CUM PLE	19	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR

	OCTUBRE	NO REPORTO	NR	NR	NR	8,14	CUMPLE	4	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
	NOVIEMBRE	NO REPORTO	NR	NR	NR	26,2	CUMPLE	11	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
	DICIEMBRE	NO REPORTO	NR	NR	NR	26,5	CUMPLE	7	BUENA	NO REPORTA	NR	NR	NR
PROMEDIO ANUAL		15,82	CUMPLE	43,8	BUENO	29,2	CUMPLE	12,6	BUENA	72,2	NO CUMPLE	60	MODERADA

ESTACION DE MONITOREO Estación Zona Franca; se midieron los contaminantes PM2.5, PM10 y O3, para el periodo 2017 los cuales se describen a continuación:

PM2, 5:

Este contaminante solo fue posible medirlo durante 5 meses, desde Enero a Mayo por encontrarse activa. Se cuenta con la siguiente información;

- Captura de datos:

En esta condición se obtuvo una representatividad del 42% de captura de datos anual, inferior a 75% establecido por del Protocolo de monitoreo de la calidad del aire.

- Máxima concentración:

La concentración más alta se aprecia en el mes de abril con **22,3** ug/m3, por debajo del límite máximo permisible anual de **25** ug/m3, con nivel moderado para la calidad del aire.

- Mínima concentración

Los meses con menores concentraciones se evidenciaron en enero y febrero con; 13,3 ug/m3 y 14,6 ug/m3. Con niveles buenos para la calidad del aire.

- Promedio anual e ICA:

El promedio de este contaminante fue de **15,82** ug/m3 concentración por debajo del límite máximo permisible anual de **25** ug/m3. El ICA de este periodo alcanzó niveles de 43,8 unidades, obteniendo una clasificación buena, color verde.

PM10:

Por problemas en el equipo para este contaminante solo fue posible medirlo durante el mes de febrero encontrándose activa. Por lo anterior, se cuenta con la siguiente información;

- Captura de datos:

Teniendo en cuenta la condición del equipo no se cumplió con el 75% de la recolección de los datos del año, como lo establece el protocolo de la calidad del aire.

- Promedio anual e ICA:

La única información que se pudo registrar es que durante este mes, el promedio fue de 72,2 ug/m3, por encima de la norma anual, así mismo el ICA de este periodo alcanzo niveles de 60 unidades, obteniendo una clasificación moderada, color amarillo.

OZONO TROPOSFERICO O3

El comportamiento del OZONO TROPSFERICO anual se describe en el siguiente capítulo.

ESTACION	MES	CONTAMINANTE (Pm10, ug/m3)	Res 610/2010-Annual (50 ug/m3)	ICA PM10	CLASIFICACION ICA
POLICIA VIRGEN TURISTICA (OLAYA)	ENERO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	FEBRERO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	MARZO	NO REPORTA	NR	NR	NR

	ABRIL	NO REPORTA	NR	NR	NR
	MAYO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	JUNIO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	JULIO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	AGOSTO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	SEPTIEMBRE	32	CUMPLE	29,7	BUENO
	OCTUBRE	40,51	CUMPLE	37,7	BUENO
	NOVIEMBRE	45,3	CUMPLE	41,9	BUENO
	DICIEMBRE	70	NO CUMPLE	49	BUENO
	PROMEDIO ANUAL	46,9	CUMPLE	39,5	BUENO

ESTACION DE MONITOREO Estación Policía; en esta estación solo se mide el contaminante PM10. A continuación se describe la información reportada para el año 2017.

PM 10:

Por condiciones operativas del equipo solo fue posible monitoreo la calidad del aire durante 4 meses entre septiembre y diciembre por encontrarse activa en este periodo. Arrojando la siguiente información;

- Captura de datos:

Con los meses monitoreos se obtuvo una representatividad del 33,3% de captura de datos anual, inferior al 75% de la recolección de los datos del año, establecido por el protocolo de monitoreo de la calidad del aire.

- Máxima concentración:

Se puede evidenciar que la concentración máxima de los meses monitoreados se da en el mes de Noviembre con 45,3 ug/m3, por debajo de los límites máximos permisibles anual de 50 µg/m3. Encontrándose en nivel de calidad del aire, bueno de 41,9 unidades representados por el color verde.

- Mínima concentración

Así mismo, podemos observar que la concentración mínima del año se da en el mes de septiembre con 32 ug/m3 cumpliendo la norma anual. El ICA representa nivel bueno de calidad del aire con 29,7 unidades de color verde.

- Promedio anual e ICA:

El promedio para este contaminante fue de **46,9** ug/m3, concentración por debajo del límite máximo permisible anual de **50** µg/m3. Cumpliendo la norma. El ICA de este periodo anual alcanzó niveles de 39,5 unidades, obteniendo una clasificación buena, color verde.

ESTACION	MES	CONTAMINANTE (O3, ug/m3)	Res 610/2010-8 HORAS (80 ug/m3)	ICA O3	CLASIFICACION ICA
EPA CARTAGENA	ENERO	36,45	CUMPLE	16	BUENO
	FEBRERO	17,4	CUMPLE	8	BUENO
	MARZO	17,5	CUMPLE	8	BUENO
	ABRIL	18,3	CUMPLE	8	BUENO
	MAYO	14,9	CUMPLE	6	BUENO
	JUNIO	27	CUMPLE	12	BUENO
	JULIO	18,6	CUMPLE	8	BUENO
	AGOSTO	18,4	CUMPLE	8	BUENO

	SEPTIEMBRE	17,1	CUMPLE	7	BUENO
	OCTUBRE	19,4	CUMPLE	8	BUENO
	NOVIEMBRE	NO REPORTA	NR	NR	NR
	DICIEMBRE	NO REPORTO	NR	NR	NR
PROMEDIO ANUAL		20,5	CUMPLE	8,9	BUENO

OZONO TROPOSFERICO O3

El comportamiento del OZONO TROPSFERICO anual se describe en el siguiente capítulo.

ESTACION	MES	CONTAMINANTE (Pm 2,5, ug/m3)	Res 610/2010- Anual (25 ug/m3)	ICA PM2,5	CLASIFICACION
CARDIQUE	ENERO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	FEBRERO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	MARZO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	ABRIL	NO REPORTA	NR	NR	NR
	MAYO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	JUNIO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	JULIO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	AGOSTO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	SEPTIEMBRE	7,4	CUMPLE	32	BUENO
	OCTUBRE	17,7	CUMPLE	55	MODERADA
	NOVIEMBRE	9,4	CUMPLE	40	BUENO
	DICIEMBRE	28,3	NO CUMPLE	76	MODERADA
PROMEDIO ANUAL		11,5	CUMPLE	50,7	MODERADA

ESTACION DE MONITOREO Estación Cardique; en esta estación se mide únicamente el contaminante PM2.5. A continuación se señala la información arrojada por esta estación para el año 2017:

PM2, 5:

Este contaminante solo fue posible medirlo durante 4 meses, desde septiembre a diciembre por fallas y daños en el equipo semiautomático. Sin embargo, se cuenta con los siguientes datos;

- Captura de datos:

Con condiciones anormales del equipo se obtuvo una representatividad del 33.3% de captura de datos anual, inferior a 75% establecido por del Protocolo de monitoreo de la calidad del aire.

- Máxima concentración:

La concentración más alta se aprecia en el mes de diciembre con **28,3** ug/m3, por encima del límite máximo permisible anual de **25** ug/m3, incumpliendo la norma. Con nivel moderado de 76 unidades, para la calidad del aire.

- Mínima concentración

El mes que reporto menor concentración del contaminante fue septiembre con 7,4 ug/m3. Por debajo del límite máximo permisible anual de **25** ug/m3. Con un ICA cuya clasificación de calidad del aire es buena de color verde.

- Promedio anual e ICA:

El promedio de este contaminante fue de **11,5 ug/m³** concentración por debajo del límite máximo permisible anual de **25 ug/m³**. El ICA de este periodo alcanzó niveles de 50,7 unidades, obteniendo una clasificación moderada, color amarillo.

ESTACION	MES	CONTAMINANTE (Pm 10, ug/m ³)	Res 610/2010- Anual (50 ug/m ³)	ICA PM 10	CLASIFICACION ICA
BOCANA	ENERO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	FEBRERO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	MARZO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	ABRIL	NO REPORTA	NR	NR	NR
	MAYO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	JUNIO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	JULIO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	AGOSTO	NO REPORTA	NR	NR	NR
	SEPTIEMBRE	NO REPORTA	NR	NR	
	OCTUBRE	NO REPORTA	NR	NR	NR
	NOVIEMBRE	NO REPORTA	NR	NR	NR
	DICIEMBRE	NO REPORTA	NR	NR	NR

ESTACION DE MONITOREO ESTACION BOCANA

PM10:

La estación de bocana se encontraba fuera de servicio durante el año 2017. El equipo Marca BGI analizador de partículas modelo PQ 200 durante el año 2017 permaneció inactivo por daños y fallas en el equipo

MES/ESTACIONES	PM10				PM2.5		
	BASE NAVAL	ZONA FRANCA	BOCANA	POLICIA	BASE	ZONA FRANCA	CARDIQUE
ENERO	32,3				16,8	13,3	
FEBRERO	35,9	72,2				14,6	
MARZO	43					15,3	
ABRIL	57,7			NO		22,3	NO
MAYO	41,5			REPORTA		13,6	REPORTO
JUNIO	48		NO		NR		
JULIO	85	NO REPORTO	REPORTA			NO REPORTO	
AGOSTO	76						
SEPTIEMBRE	55			32			7,4
OCTUBRE	42			40,51			17,7
NOVIEMBRE	NO REPORTA			45,3			9,4
DICIEMBRE				70			28,3

CONTAMINANTE	ESTACIONES	PM10				PM2.5		
Res 610/2010- (25ug/m ³)		BASE NAVAL	ZONA FRANCA	BOCANA	POLICIA	BAS E	ZONA FRANCA	CARDIQUE
Res 610/2010- (25ug/m ³)	Anual	51,6	72,2	NO REPORTA	47,0	16,8	15,8	15,7

MONITOREO DE CONTAMINANTES PM 10 Y PM 2.5

En los presentes cuadros se describen los monitoreos que se han realizado los contaminantes atmosféricos PM10 y PM 2.5, y los promedios anuales obtenidos por estos agentes atmosféricos, durante el año 2017.

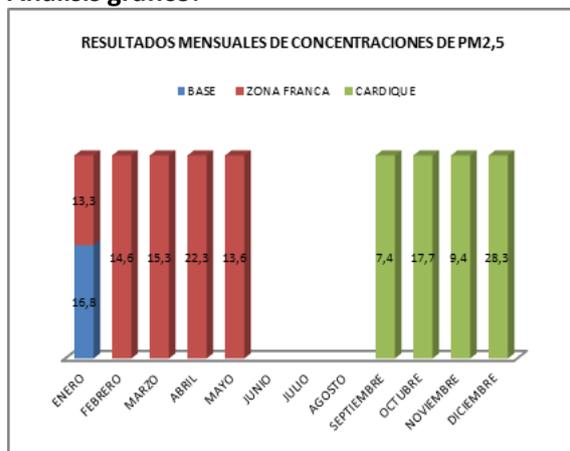
En la primera tabla; se aprecia claramente que la estación BASE NAVAL para el presente año tuvo mayor reporte de datos en el contaminante PM10 con diez (10) meses de monitoreo, mientras que para el contaminante PM 2.5 tuvo ausencia de datos con solo un (1) mes de reporte.

Así mismo, se describe que la estación ZONA FRANCA presentó fallas en el proceso de captura y reporte de datos atmosféricos. Se detalla que el contaminante PM 2.5 en esta estación, solo monitoreo durante cinco (5) meses la calidad del aire. En condiciones similares de funcionamiento, el equipo analizador PM 10 de la estación, solo pudo monitorear un (1) mes del año.

En cuanto a las estaciones POLICIA que determinan las concentraciones de PM 10 y CARDIQUE las de PM 2.5, se evidenció que estas, sólo pudieron monitorear cuatro meses (4) el año. Dejando de capturar información relevante de la calidad del aire en estos dos sectores de la ciudad.

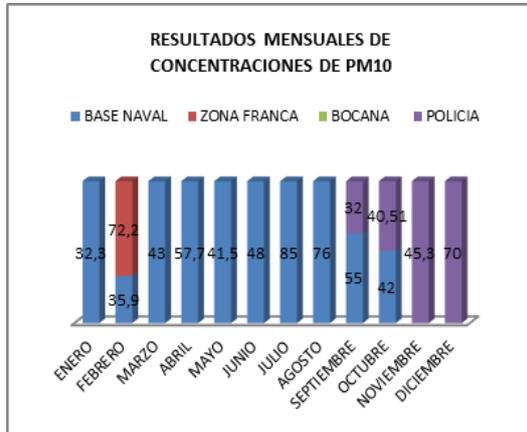
Por último, la estación bocana, no funcionó en todo el año 2017, por inconvenientes en el proceso de operación y funcionamiento del equipo analizador.

Análisis gráfico:



Conclusiones

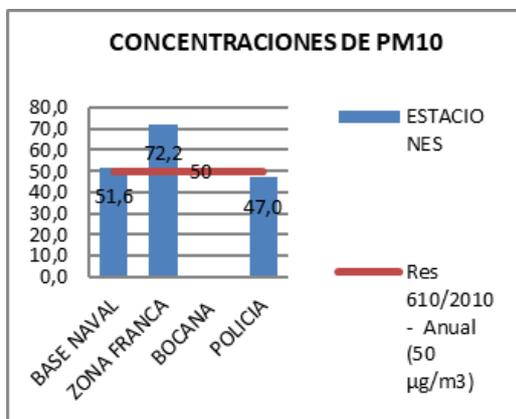
- Se observa que para el año 2017, sólo existe un dato de PM 2.5 (16.8) para la estación BASE, correspondiente para el mes de ENERO.
- En la estación de CARDIQUE solo fue posible monitorear 4 meses de PM 2.5, de 12 posibles.
- Donde se obtuvieron mayores datos fue en la estación ZONA FRANCA con 5 meses reportados DE PM 2.5 de 12 posibles.
- La concentración más alta de PM 2.5 se aprecia en la estación ZONA FRANCA con una concentración de 22.3 Ug/m3, cumpliendo la norma anual.



Conclusiones

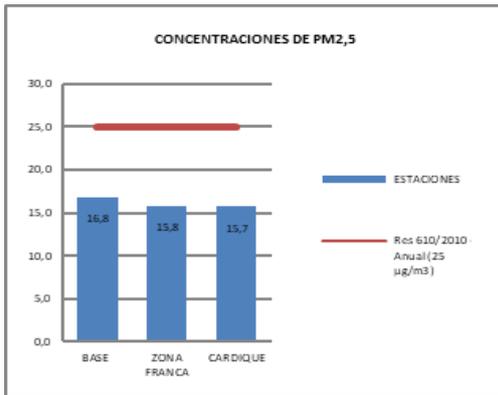
- El contaminante PM10 fue monitoreado por los equipos analizadores de partículas que se encuentran en 3 estaciones de calidad del aire. No obstante, la captura de datos en ellas, no cumplió con el 75% de reporte establecido por el protocolo.
- En la gráfica se analiza que la estación BASE monitoreo 10 meses de 12 posibles. Cumpliendo con el mínimo de captura de datos.
- La estación POLICIA contribuyo con el reporte en 4 meses de 12 posibles.
- En la estación BOCANA no fue posible obtener datos de este tipo de contaminante.
- La concentración más alta de PM10 se generó en la estación de BASE en el mes de Julio con 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por encima de la norma anual.
- La estación que reporto menos contaminación fue la de OLAYA con un dato mínimo de 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por debajo de la norma anual.

En la segunda tabla; se describen los promedios anual obtenidos por el reporte de los meses que fue posible monitorear los contaminantes PM 10 y PM 2.5, por lo equipos analizadores de la calidad del aire.



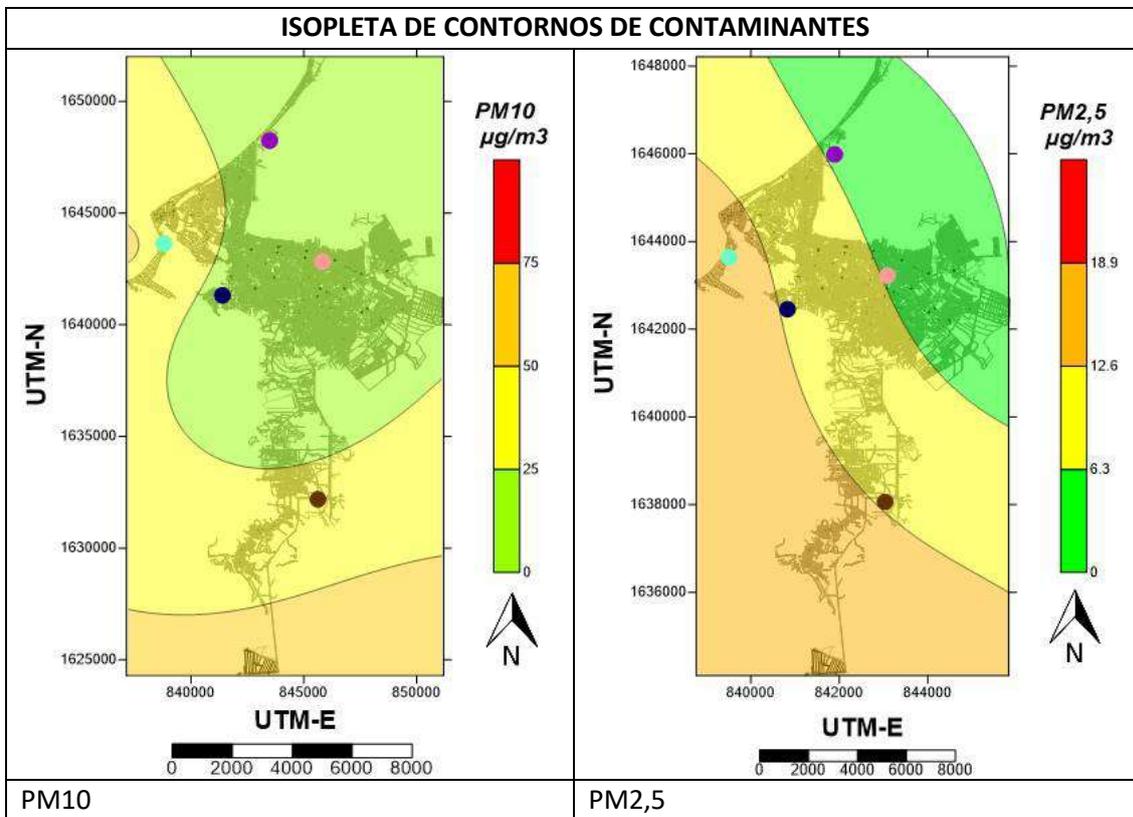
Conclusiones

- De las tres estaciones que reportaron contaminante PM10 para el año 2017, sólo en la estación POLICIA no se violó la norma anual, ya que el valor promedio obtenido fue de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por debajo del límite máximo permisible anual de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Situación contraria se detalla con las otras estaciones. En BASE la concentración promedio anual fue de 51,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por encima del límite permitido. Pero en poca proporción sobrepasa en 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En ZONA FRANCA se sobrepasa para la



Conclusiones

- En el grafico se detalla claramente que las concentraciones de PM 2.5, no excedieron los límites máximos permisibles de 50 Ug/m3 anual.
- De los resultados obtenidos se evidencia que la estación BASE mantiene la concentración más alta de PM 2.5, siendo esta de 16.8 Ug/m3.
- La estación Cardique es la que reporta menos contaminación por pm 2.5 con 15 Ug/m3.



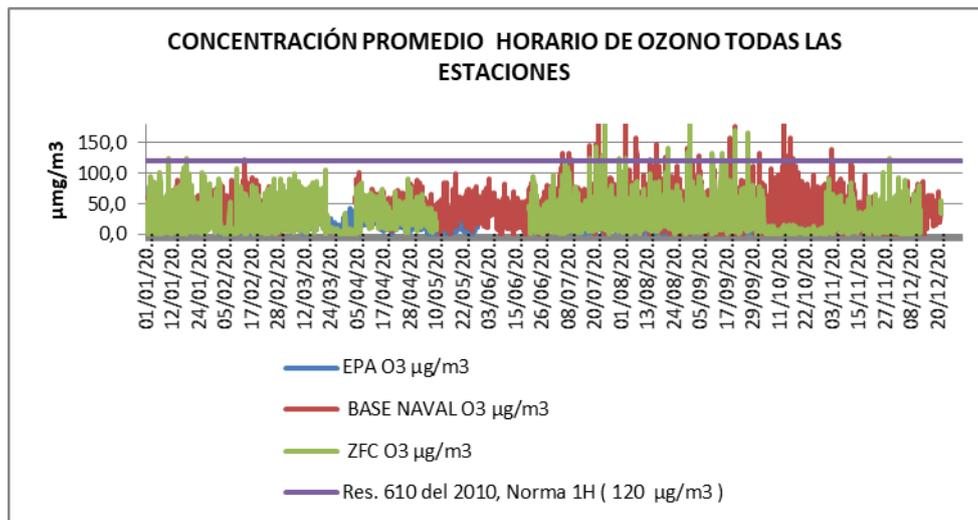
En el diagrama de contorno se muestran los promedios aritméticos de las concentraciones de material particulado en la ciudad de Cartagena de indias para el año 2017. Para el contaminante PM10, Las concentraciones más altas se registraron en la estación ubicada en la Zona franca la Candelaria y para Pm2, 5 las mayores concentraciones se presentaron en la estación Base Naval de Bocagrande. Sin sobrepasa el límite máximo permisible de 25 µg/m3. 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/m3 con mayor concentración en la estación Zona franca la candelaria. Cabe resaltar que el contorno se realizó sin tener en cuenta los datos de la estaciones que no monitorearon por encontrarse

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

inactivas. Para el Pm_{2,5} 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.

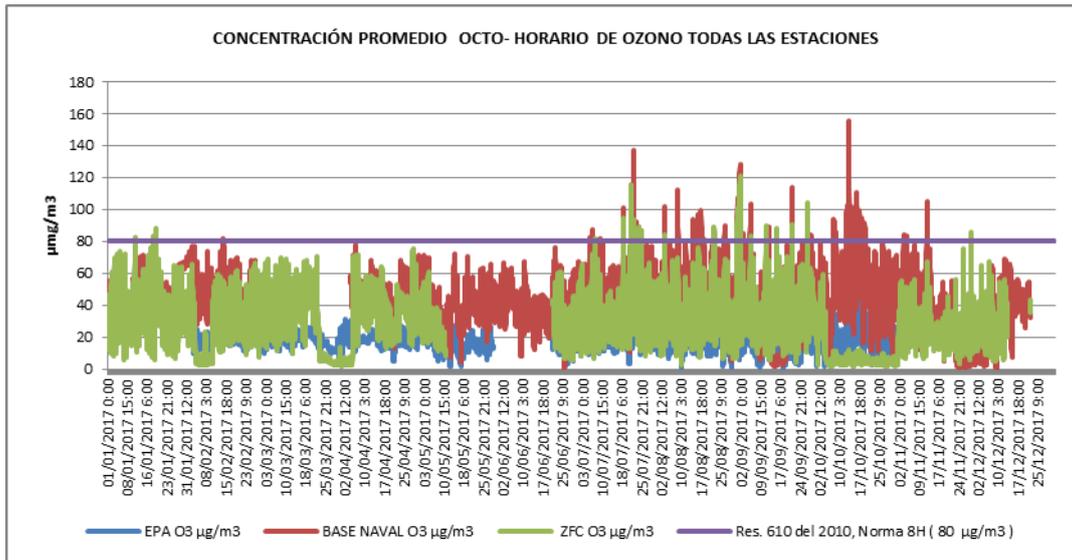
En otras palabras, las zonas de color verde cumplen con la norma, las zonas naranjas reportan concentraciones muy cercanas a la norma y las zonas rojas sobrepasan los niveles de 50 µg/m³ establecidos por la resolución 610 de 2010.

ANALISIS DEL OZONO TROPOSFERICO DE TODAS LAS ESTACIONES EPA, BASE Y ZONAFRANCA



A continuación describiremos la grafica correspondiente al promedio horario de ozono de las estaciones EPA, BASE Y ZONAFRANCA correspondientes al año 2017.

- La grafica promedio horario describe que de las tres estaciones que monitorean ozono troposferico, sólo en la estacion EPA no se presentó excedencias de contaminantes. Cumpliendo en un 100% la norma.
- La mayoría de los datos horarios estuvieron por debajo del limite maximo permisible de 120 µg/m³. En la estacion donde mayor se apreció excedencias fue en BASE con 59 datos por encima del límite. máximo permisible de 120 µg/m³. Comportamiento que representa un 99.1% de cumplimiento de la norma horaria. La estacion ZONAFRANCA obtuvo un porcentaje de cumplimiento de norma horaria de 99.6%, con sólo 28 ocasiones de excedencias.
- Se observa que las estaciones reportaron datos superiores al 75% de cantidad establecida por el protocolo de monitoreo de la calidad del aire.



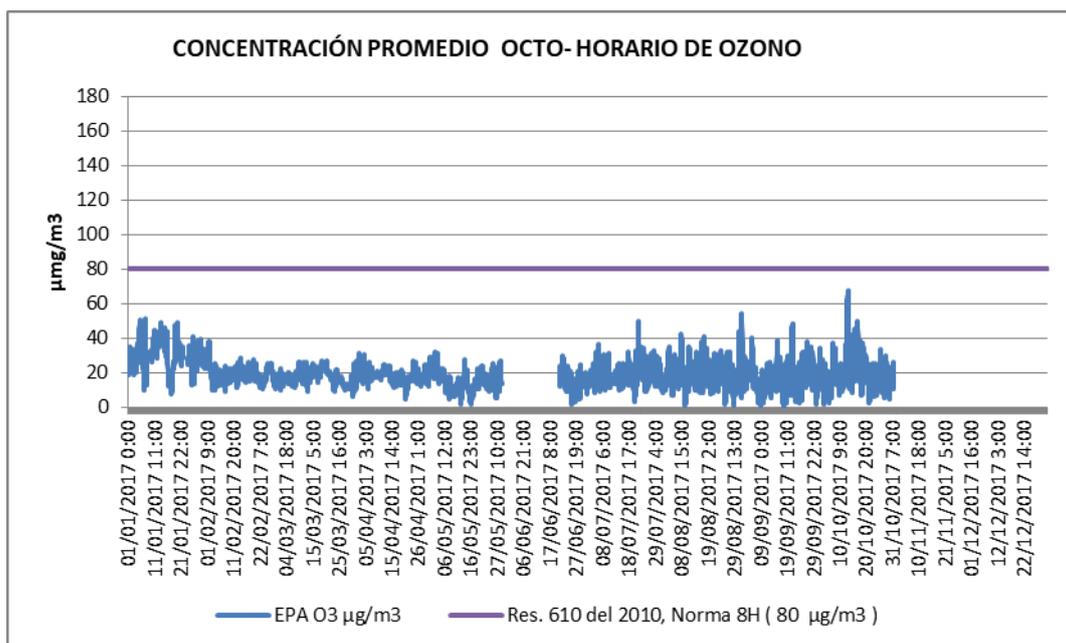
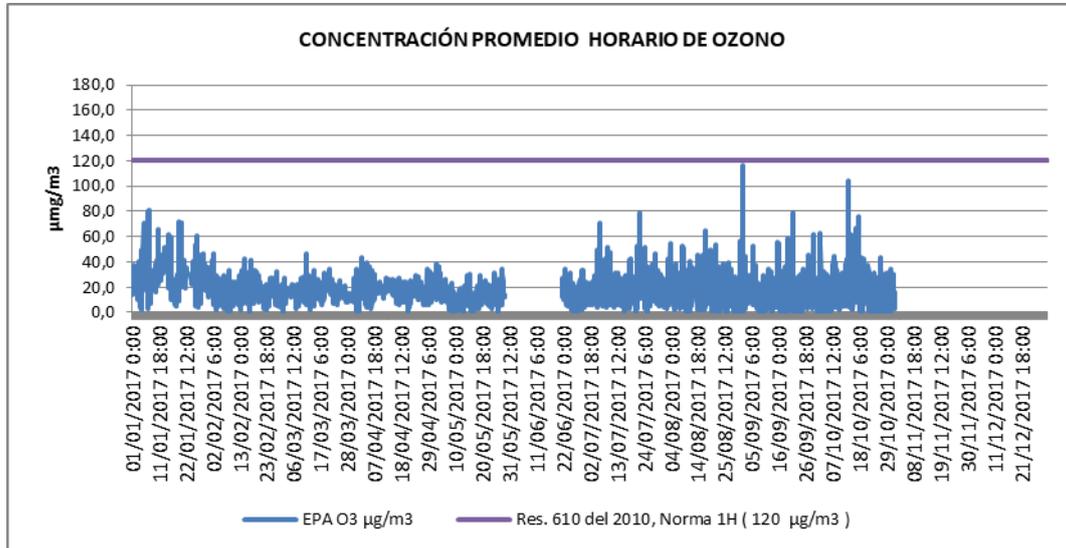
- La grafica promedio octo- horario describe al igual de la grafica horaria que no se presentó excedencias del contaminante en la estacion EPA. Cumpliendo de esta manera com um 100% de cumplimiento de la norma.
- La mayor parte de los datos octo- horario monitoreados estuvieron por debajo del limite maximo permisible de **80 µg/m3**. En la estacion donde mayor se apreció excedencias fue en BASE con 298 datos por encima del límite máximo permisible de **80 µg/m3**. Esta informacion arroja una representatividad del 95,7 % de cumplimiento octo- horario. La estacion ZONAFRANCA obtuvo un porcentaje de cumplimiento de norma octo- horario de 99%, con 77 ocasiones de excedencias.
- Se observa que las estaciones reportaron datos superiores al 75% de cantidad establecida por el protocolo de monitoreo de la calidad del aire.

Soporte estadístico de las gráficas de ozono troposférico de las estaciones simultaneas (EPA, BASE Y ZONAFRANCA) para exposición horaria y octo- horaria.

MES	ANALISIS OZONO TROPOSFERICO	ESTANDARES DE CUMPLIMIENTO	EPA	BASE	ZFC
ENERO	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	0	2
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA	Norma 8H (80 µg/m3)	0	0	0
FEBRERO	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	1	0
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA	Norma 8H (80 µg/m3)	0	3	0
MARZO	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	0	0
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA	Norma 8H (80 µg/m3)	0	0	0
ABRIL	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	0	0
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA	Norma 8H (80 µg/m3)	0	0	0
MAYO	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	0	0
	INCUMPLIMIENTO 8 HORA	Norma 8H (80 µg/m3)	0	0	0
JUNIO	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	0	0
	INCUMPLIMIENTO 8 HORAS	Norma 8H (80 µg/m3)	0	0	0
JULIO	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	18	9
	INCUMPLIMIENTO 8 HORAS	Norma 8H (80 µg/m3)	0	51	28
AGOSTO	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	13	5
	INCUMPLIMIENTO 8 HORAS	Norma 8H (80 µg/m3)	0	49	14
SEPTIEMBRE	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	10	11
	INCUMPLIMIENTO 8 HORAS	Norma 8H (80 µg/m3)	0	47	32
OCTUBRE	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	0	14	0
	INCUMPLIMIENTO 8 HORAS	Norma 8H (80 µg/m3)	0	81	0
NOVIEMBRE	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	NR	3	1
	INCUMPLIMIENTO 8 HORAS	Norma 8H (80 µg/m3)	NR	15	3
DICIEMBRE	INCUMPLIMIENTO 1 HORA	Norma 1H (120 µg/m3)	NR	0	0
	INCUMPLIMIENTO 8 HORAS	Norma 8H (80 µg/m3)	NR	0	0

PERIODO		DATOS DE CAPTURA DE HORAS POSIBLES EN EL AÑO	EPA O3	BASE NAVAL O3	ZFC O3
ENERO-DICIEMBRE	N DATOS REPORTADOS 1HORA PARA EL AÑO	8760	7240	6966	8232
	N° DE EXCEDENCIAS HORARIAS PARA EL AÑO		0	59	28
	% DE CUMPLIMIENTO NORMA 1HORA		100%	99.1 %	99,6 %
	N DATOS 8 HORAS	8760	7032	7005	8235
	N° DE EXCEDENCIAS OCTO- HORARIAS PARA EL AÑO		0	298	77
	% DE CUMPLIMIENTO NORMA 8 HORAS		100%	95,7%	99%

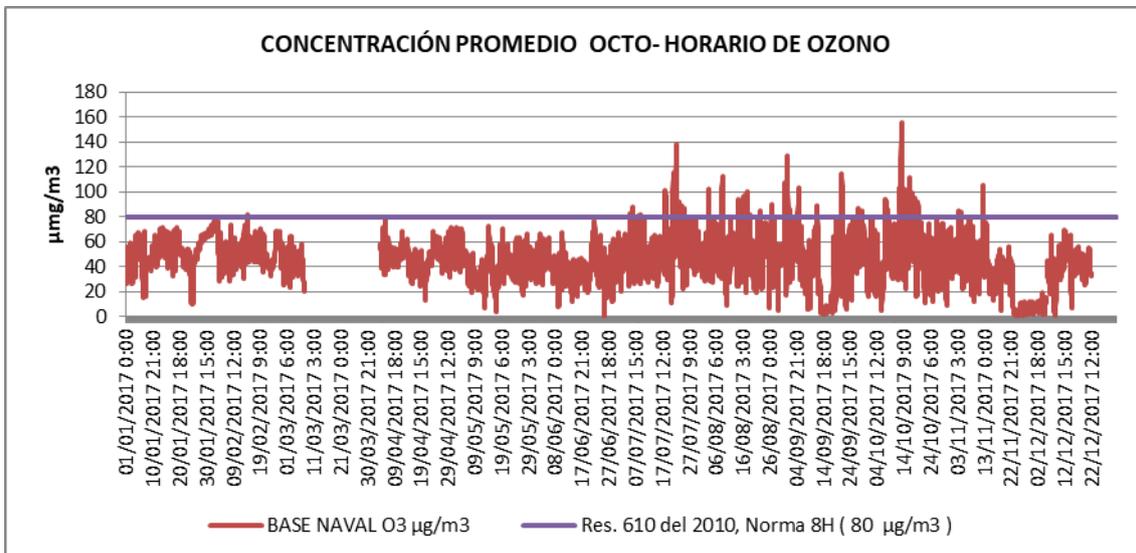
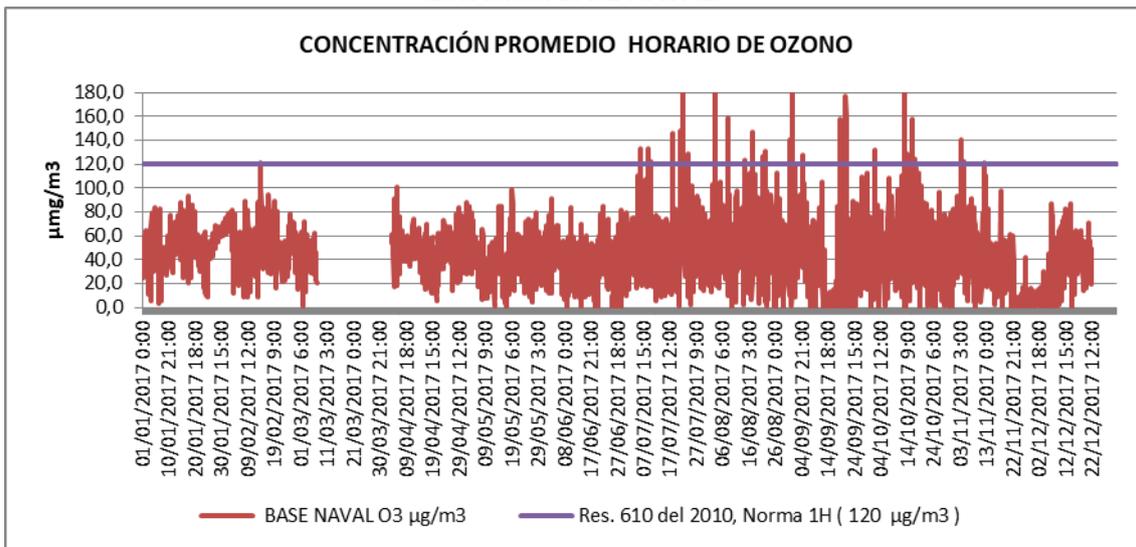
**ANÁLISIS DEL OZONO TROPOSFÉRICO ANUAL POR ESTACIONES INDIVIDUALES
ESTACION EPA:**



- Esta estación reportó 6674 datos horarios y 6699 octo horarios de 8760 posibles para el año 2017, lo cual quiere decir que se cumplió con el 76,2% de captura de datos horario y 76,42 % octo horario. Superior a 75% establecido por del Protocolo de monitoreo de la calidad del aire.
- El valor máximo horario obtenido en esta estación para el año fue de 116,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para el mes de septiembre, por debajo del límite máximo permisible de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ horario. El valor mínimo de este rango de exposición fue de 34,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para el mes de junio.

- El valor máximo octo- horario es de $67,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para el mes de octubre, por debajo del límite máximo permisible de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ octo- horario.
- Los meses donde mayores monitoreos se realizaron fue en julio y octubre con 744 datos reportados.

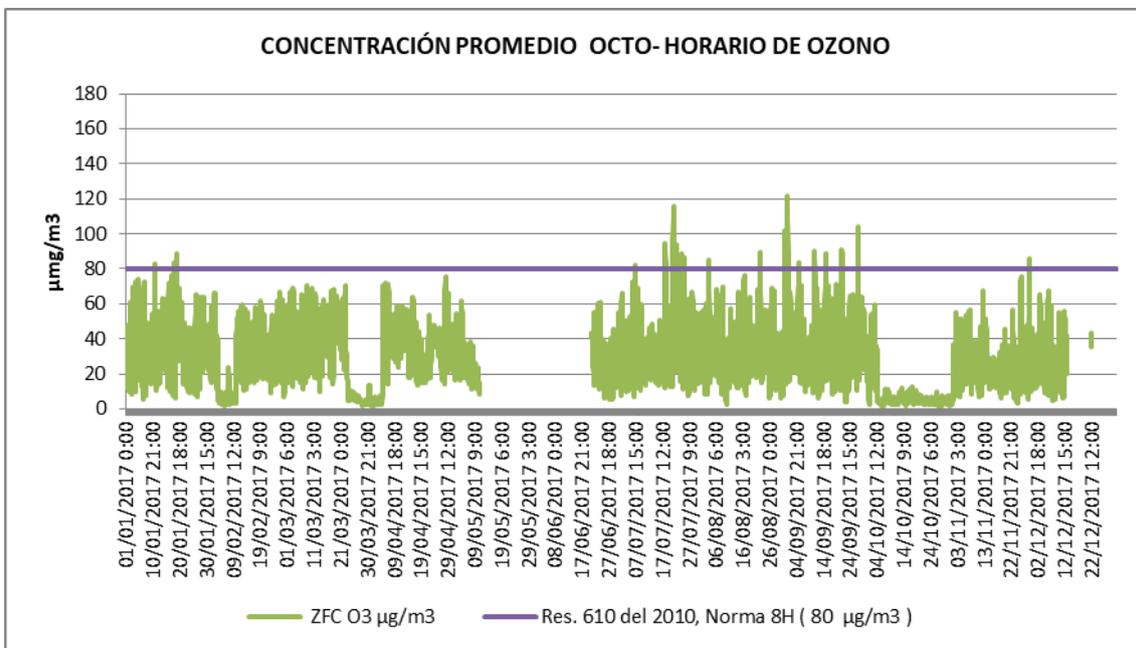
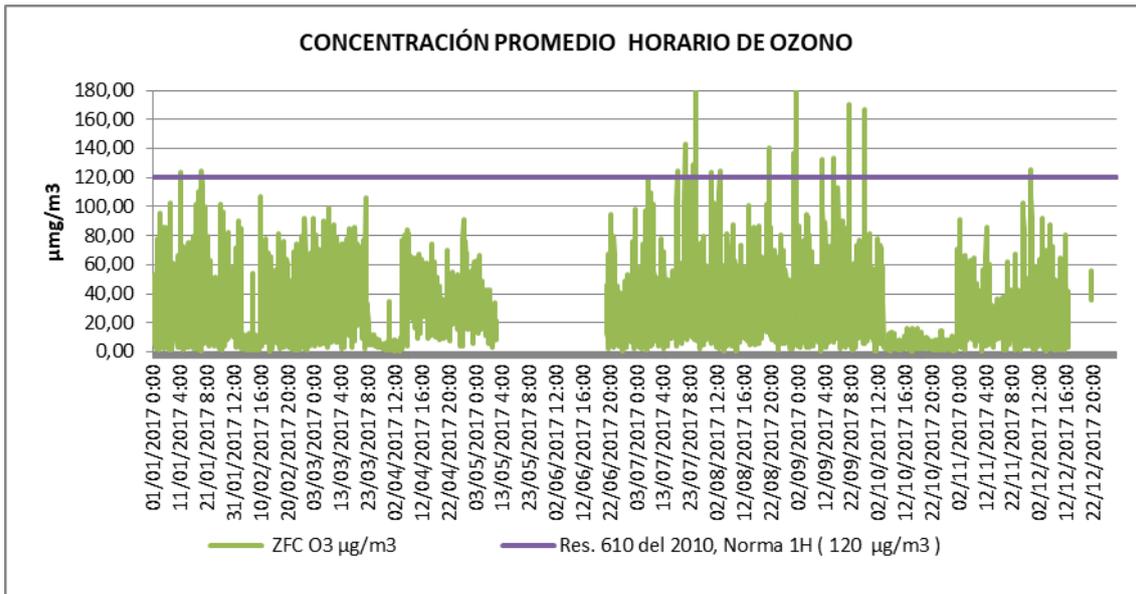
ESTACION BASE NAVAL:



- Esta estación reportó 7739 datos horarios y 7826 octo horarios de 8760 posibles para el año 2017, lo cual quiere decir que se cumplió con el 88,342% de captura de datos horario y 89,34 % octo horario. Superior a 75% establecido por del Protocolo de monitoreo de la calidad del aire.
- El valor máximo horario obtenido en esta estación para el año fue de $226 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por encima del límite máximo permisible de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ horario. El valor mínimo fue de $71,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para el mes de marzo.

- El valor máximo octo- horario fue de 155,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para el mes de octubre por encima del límite máximo permisible de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ octo- horario.
- Los meses donde mayores monitoreos se realizaron fueron en enero y octubre con 744 datos reportados.

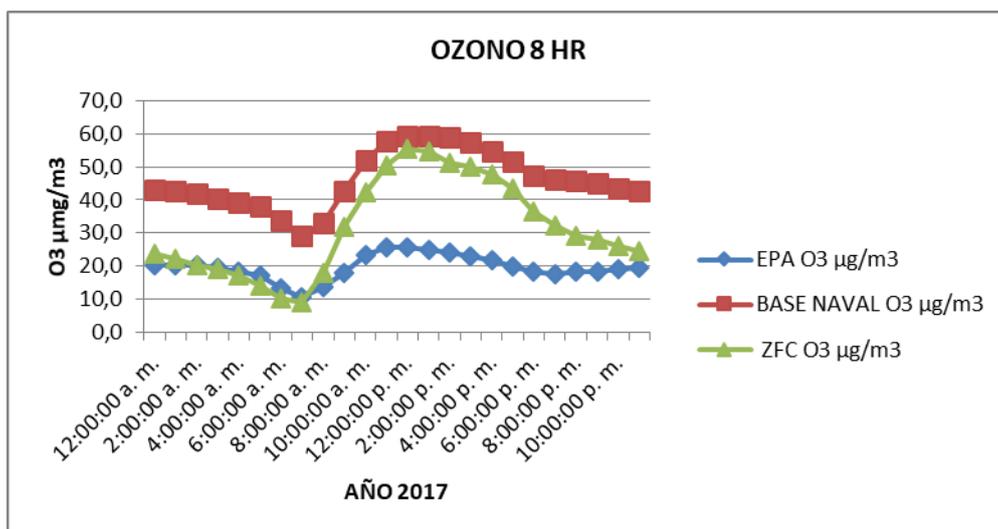
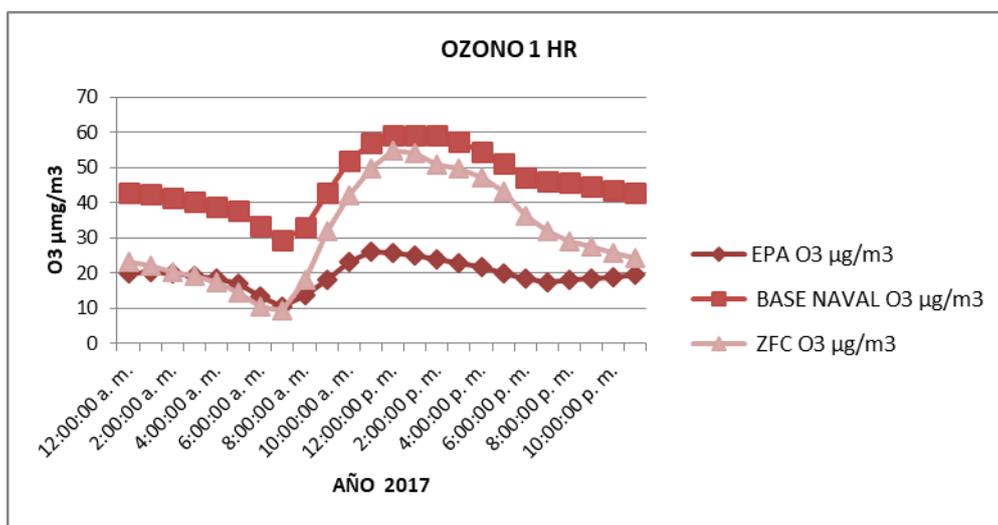
ESTACION ZONAFRANCA:



- Esta estación reportó 7284 datos horarios y 7325 octo horarios de 8760 posibles para el año 2017, lo cual quiere decir que se cumplió con el 83,15% de captura de datos horario y 83,62 % octo horario. Superior a 75% establecido por del Protocolo de monitoreo de la calidad del aire.

- El valor máximo horario obtenido en esta estación para el año fue de 203 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por encima del límite máximo permisible de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ horario. El valor mínimo fue de 66,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para el mes de marzo.
- El valor máximo octo- horario arrojado en esta estación para el año de fue de 121,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por encima del límite máximo permisible de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ octo- horario.
- Los meses donde mayores monitoreos se realizaron fue en enero y octubre con 744 datos reportados.

COMPORTAMIENTO DE DISTRIBUCION NORMAL DE OZONO TROPOSFERICO 1 HR Y 8 HR



- Las graficas presentes de exposicion HORARIA Y OCTO- HORARIA, describen que las mayores concentraciones de ozono troposferico medido en las tres estaciones EPA, BASE y ZONAFRANCA, se presentan en la zona media y extremas de las figura.

- El ozono es un contaminante de naturaleza ciclica. Este es un contaminante secundario que se forma con la reaccion de gases de nitrogeno expulsado por las fuentes fijas y moviles (transporte) de las actividades humanas y la presencia de luz solar.
- Como se observa en la grafica, la conformacion de ozono se presenta en horas de inicio del dia y disminuye a medida que el tiempo transcurre. Sin embargo, en las horas picos de mayor actividad del dia y presencia de eneria solar se generan las mas altas concentraciones de ozono.
- El comportamiento de estas graficas se asemeja a la distribucion normal de la campana de Gauss.

**Soporte estadístico de las gráficas de ozono troposférico de las estaciones INDIVIDUALES.
PORCENTAJES DE CAPTURAS DE CONCENTRACIONES DE OZONO HORARIOS EN EL AÑO**

MES	HORA	EPA Nº de datos horarios O3	% De Captura de datos	BASE NAVAL Nº de Excedencias O3	% De Captura de datos	ZFC Nº de datos horarios O3	% De Captura de datos
ENERO	744	687	92,3%	743	99,87%	744	100,00%
FEBRE RO	672	672	100,0%	672	100,00%	672	100,00%
MARZO	744	740	99,5%	153	20,56%	738	99,19%
ABRIL	720	718	99,7%	625	86,81%	720	100,00%
MAYO	744	681	91,5%	735	98,79%	239	32,12%
JUNIO	720	229	31,8%	688	95,56%	221	30,69%
JULIO	744	744	100,0%	732	98,39%	736	98,92%
AGOSTO	744	742	99,7%	739	99,33%	743	99,87%
SEPTIEMBRE	720	717	99,6%	713	99,03%	713	99,03%
OCTUBRE	744	744	100,0%	742	99,73%	744	100,00%
NOVIEMBRE	720	0	0,0%	709	98,47%	717	99,58%
DICIEMBRE	744	0	0,0%	488	65,59%	297	39,92%
AÑO	8760	6674	76,2%	7739	88,34%	7284	83,15%

PORCENTAJES DE CAPTURAS DE CONCENTRACIONES DE OZONO OCTA HORARIOS EN EL AÑO

MES	HORA	EPA Nº de datos octo-horarios O3	% De Captura de datos	BASE NAVAL Nº de datos octo-horarios O3	% De Captura de datos	ZONA FRANCA Nº de datos octo-horarios O3	% De Captura de datos
ENERO	744	694	93,28%	737	99,06%	737	99,06%
FEBRE RO	672	672	100,00%	672	100,00%	672	100,00%
MARZO	744	744	100,00%	160	21,51%	744	100,00%
ABRIL	720	720	100,00%	633	87,92%	720	100,00%
MAY	744	688	92,47%	744	100,00%	247	33,20%

O							
JUNIO	720	229	31,81%	707	98,19%	224	31,11%
JULIO	744	744	100,00%	742	99,73%	744	100,00%
AGOSTO	744	744	100,00%	744	100,00%	744	100,00%
SEPTIEMBRE	720	720	100,00%	720	100,00%	720	100,00%
OCTUBRE	744	744	100,00%	744	100,00%	744	100,00%
NOVIEMBRE	720	0	0,00%	720	100,00%	720	100,00%
DICIEMBRE	744	0	0,00%	503	67,61%	309	41,53%
AÑO	8760	6699	76,47%	7826	89,34%	7325	83,62%

MAXIMAS CONCENTRACIONES DE OZONO MENSUAL

MES	EPA O3 µg/m3	BASE NAVAL O3 µg/m3	ZFC O3 µg/m3	EPA O3 µg/m3	BASE NAVAL O3 µg/m3	ZFC O3 µg/m3
ENERO	80,6	93,0	124,7	51,3	71,8	88,4
FEBRERO	46,2	121,7	107,1	37,9	82,0	66,7
MARZO	46,5	71,5	105,7	26,9	64,6	70,4
ABRIL	43,9	100,9	91,0	31,0	78,2	75,9
MAYO	38,6	98,5	66,6	31,9	72,1	61,5
JUNIO	34,3	90,7	94,8	30,1	76,1	61,2
JULIO	78,9	208,7	184,7	49,8	137,7	115,9
AGOSTO	64,8	182,2	140,4	44,1	112,2	101,6
SEPTIEMBRE	116,3	218,2	203,1	54,4	128,9	121,8
OCTUBRE	103,8	226,0	77,9	67,3	155,9	59,3
NOVIEMBRE		140,0	125,4		104,9	86,1
DICIEMBRE		87,4	92,3		69,3	67,3
MAX AÑO	116,3	226,0	203,1	67,3	155,9	121,8

1.1.5 RECOMENDACIONES:

- El equipo del SVCA recomienda que la entidad EPA- Cartagena, debe ser más eficiente en el proceso contractual para llevar a cabo, los mantenimientos preventivos y correctivos pertinentes para que el sistema de monitoreo pueda operar oportunamente.
- Los recursos para el mantenimiento preventivo y correctivo asignado para el sistema, deben ajustarse a los diagnósticos que el equipo del estado el SVCA realiza en campo. Esta situación impide que se realicen en general los trabajos necesarios para suplir las necesidades del SVCA.

- El personal encargado del monitoreo de la calidad del aire debe ser de planta o estar debidamente estable sobre los equipos para determinar oportunamente las fallas o las alarmas que puedan presentar los equipos y ser corregidos inmediatamente o en su efecto reportados.
- El personal del SVCA debe ser capacitado constantemente con temas de interés relacionado a la contaminación del aire e implementación de medidas de reducción de la contaminación del aire urbano. El ministerio de ambiente cuenta con cursos y seminarios relacionados al monitoreo de la calidad del aire nacional. Sin embargo, por ser el equipo de trabajo del SVCA del EPA contratado por la modalidad de prestación de servicios, los limita esta condición, a participar de las actividades que proporciona y fomenta el Ministerio para capacitar a las autoridades ambientales distritales y regionales.
- Teniendo en cuenta que los equipos analizadores de ozono reportaron más datos que los equipos analizadores de material particulado PM 10 y PM 2.5, el EPA debe realizar los mantenimientos preventivos de los equipos de O3 oportunamente para evitar estar corrigiendo daños a futuro por no realizar este tipo de actividades preventivas.
- La empresa ORGAMBIENTAL con quien el EPA celebro contratación de mantenimiento al SVCA debe Revisar y corregir la operación y funcionalidad del sistema de adquisición y almacenamiento de datos (Software Orgambiental) para meteorología mx 5 estaciones.
- La empresa ORGAMBIENTAL revisar el reporte de los datos arrojados de contaminantes atmosféricos en las estaciones automáticas OFICINA EPA, BASE Y MAMONAL a través del software Orgambiental que no coinciden con los datos descargados directamente de los quipos analizadores de partículas y de ozono. Así mismo, se requiere que el software Orgambiental exporte o descargue correctamente los datos monitoreados.
- La empresa ORGAMBIENTAL debe suministrar un programa de adquisición de datos temporal mientras que esta empresa contratista tome los correctivos del software que la entidad EPA adquirió en el contrato 250-2016.
- La empresa ORGAMBIENTAL debe Apoyar a los funcionarios encargados del SVCA en trasladar los computadores de los lugares donde actualmente se encuentran expuestos a altas temperaturas a otros sitios de las mismas estaciones donde se garanticen una correcta funcionalidad de los computadores. El EPA se encuentra realizando los documentos de solicitud de traslado de estos dispositivos en las entidades POLICIA Y CARDIQUE. Una vez contemos con las respectivas autorizaciones les estaremos informando para que nos apoyen con esta actividad.
- La empresa ORGAMBIENTAL Apoyar a los funcionarios encargados del SVCA en organizar y procesar la información meteorológica obtenida en el primer y segundo semestre del año 2017. Con el fin de poder correlacionar los datos climáticos con las concentraciones de los contaminantes monitoreados en este periodo.

1.1.6 ANEXOS

ANEXO 1: FICHA TECNICA DE LAS ESTACIONES

ANEXO 2: SOPORTE DEL REGISTRO DE CALIBRACIONES

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

ANEXO 4: Reportes de laboratorio (cuando aplique el caso)

ANEXO 5: Memorias de cálculo de datos

ANEXO 6: Registros del Plan de calidad

ANEXO 7: Cadena de custodia de los datos (cuando aplique el caso)

1.2 CALIDAD DEL AGUA

De acuerdo con el IDEAM, para explicar el estado en cuanto a la cantidad y calidad del agua en Colombia, se desarrolló el "Sistema de Indicadores Hídricos" que pretenden responder a los cuestionamientos sobre la disponibilidad del recurso y las restricciones por afectaciones a la oferta o a la calidad. Estos índices están asociados al régimen natural (Índice de Aridez - IA, Índice de Regulación Hídrica - IRH) y a la intervención antrópica (Índice de Uso del Agua - IUA, Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento- IVH, Índice de Amenaza Potencial por Afectación a la Calidad del Agua - IACAL e Índice de Calidad del Agua - ICA).

En cuanto al ICA es un número (entre 0 y 1) que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación. Toma en cuenta una gama de factores ambientales a través de variables simples que permiten el análisis de los principales orígenes de la contaminación: OD, DBO5, Amonio, Fosforo Total, Salinidad, SST, pH, Coliformes Totales y Coliformes Fecales

TABLA 1-4. CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LOS VALORES QUE TOMA EL ICA

Categorías de valores que pueden tomar el indicador	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0,00 – 0,25	Muy mala	Rojo
0,26 -0,50	Mala	Naranja
0,51 – 0,70	Regular	Amarillo
0,71 – 0,90	Aceptable	Verde
0,91 – 1,00	Buena	Azul

Fuente:www.ideam.gov.co

El presente informe evalúa el comportamiento de los diferentes indicadores en la ciénaga de la virgen, considerando de esta tres zonas (Norte, sur y centro), en el mar caribe, en la Ciénaga de Juan Polo, en el Caño de Juan Angola, en la Laguna del Cabrero y la Bahía de Cartagena, la información correspondiente a los meses de enero a abril fue obtenida a través del laboratorio de Acuacar, y el de junio de Cardique.

En los meses de enero, febrero, marzo y abril, no se pudo tomar muestras en algunos cuerpos de agua, por inconvenientes con el transporte, pero a partir de junio y julio se tomaron la totalidad de los puntos definidos (14), sin embargo el informe contiene la información hasta el mes de junio de 2017.

Se anota que el día 25 de abril llovió en horas de la mañana por lo que hubo que esperar que amainara la lluvia para iniciar el monitoreo, además la mañana estuvo nublada, lo anterior no puede soportar el comportamiento de algún indicador.

1.2.1 NORMAS Y METAS DE LOS PARAMETROS MÁS IMPORTANTES QUE DEBE CUMPLIR EL PROYECTO BOCANA DE LA CIENAGA DE LA VIRGEN

Normas Colombianas para aguas destinadas a la recreación.

Parámetro	Recreación Primario	contacto	Recreación Secundario	contacto
Coliformes Fecales (NMP)	200/100 ml		---	
Coliformes Totales (NMP)	1000/100 ml		5000/100 ml	
Compuestos fenólicos (mg/L)	0.002		---	
Oxígeno Disuelto (mg/L)	70% saturación ¹		70% saturación	
PH	5.0 – 9.0		5.0 – 9.0	
Tensoactivos (mg/L)	0.5		0.5	

Metas del proyecto con respecto al estado trófico de la ciénaga.

Parámetros	Metas
DBO (mg/l)	<6
OD (mg/l)	>4
Amonio (mg/L)	<2.0
Fosfatos (mg/L)	<0.3

1.2.2 RESULTADOS DEL MONITOREO

1.2.2.1 Oxígeno Disuelto (Mg/L)

PUNTOS	ZONA	Enero-19-17	feb-29-16	Mzo-21-2017	25/04/2017	21/06/2017**	PROM
10 y 28	NORTE	4,28	4,6	8,3	4	9,19	6,074
2, 4, 5, 6 Y 7	SUR	3,1	4,42	6,29	3,39	9,05	5,25
8 y 22	CENTRO	4,44	5,25	5,53	3,34	8,96	5,504
30	MAR CARIBE	4,65	5,46	4,86	4,47	9,03	5,694
32	JUAN POLO	5,25	5,11	6,2	5,2	8,96	6,144
11	JUAN ANGOLA	0,22	–	–	–	7,97	4,095
13	L DEL CABRERO	–	–	–	–	8,9	8,9
24	BAHIA DE C	–	–	–	–	9,03	9,03

CIENAGA DE LA VIRGEN Zona Norte: Todos los valores promedios mensuales cumplen con la norma (>4.0 mg/l), y además se puede observar que este indicador ha marcado una tendencia a mejorar, excepto el resultado del mes de abril, que pudo estar influenciado por las condiciones climáticas.

CIENAGA DE LA VIRGEN Zona Centro: Igual comportamiento que la zona norte, con la inflexión en el mismo mes (abril)

CIENAGA DE LA VIRGEN Zona Sur: Los valores promedios de enero (3.1 mg/l) y abril (3.39 mg/l), están por debajo de la norma (>4.0 mg/l), sin embargo la tendencia de mejoría mensual se mantenía, con los inconvenientes del mes de abril.

En resumen los promedios mensuales por zonas indican, que la norte ha mantenido mejores niveles de OD (6.07 mg/L), y la sur los niveles más bajos como era de esperar por las descargas generadas en esa área.

Mar Caribe: A pesar que los valores mensuales cumplen con la norma, su comportamiento ha sido fluctuante (suben y bajan), y el valor del mes de junio emitido por Cardique muestra una mejora de este indicador (9.03 mg/l).

Juan Polo: Los valores mensuales fluctúan, y en junio se obtuvo la concentración más alta (8.96 mg/l). Todos los valores promedios cumplen con la norma

Caño Juan Angola: Un valor de 0.22 mg/l como el obtenido en la medición del mes de enero, es tan bajo que por lo general en estas condiciones se presentan cuadros de aboyamiento (anoxia), sin embargo esta situación no se evidenció, el dato del mes de junio (7.97 mg/l), representa mejoría en el cuerpo de agua, el día del monitoreo.

Los niveles de oxígeno disuelto obtenidos en la Laguna del Cabrero (8.9 mg/l) y Bahía de Cartagena (9.03 mg/l), además de cumplir con la norma son muy buenos

Los niveles de oxígeno obtenido del monitoreo de junio, son los más altos obtenidos hasta esa fecha.

1.2.2.2 Demanda Bioquímica de Oxígeno. DBO5 (MG/L)

PUNTOS	ZONA	Enero-19-17	feb-29-16	Mzo-21-2017	25/04/2017	21/06/2017**	PROM
10 y 28	NORTE	3	5,8	8,3	4,3	3,99	5,1
2, 4, 5, 6 Y 7	SUR	3,01	7,54	5,02	9,5	5,37	6,1
8 y 22	CENTRO	3	8,05	5,53	4,4	7,18	5,6
30	MAR CARIBE	3,00	8,6	6,2	<3,0	4,39	5,5
32	JUAN POLO	3,00	4	4,86	6,20	5,7	4,8
11	JUAN ANGOLA	4,03	—	—	—	14,46	9,2
13	L DEL CABRERO	—	—	—	—	5,93	5,9
24	BAHIA DE C	—	—	—	—	3,73	3,7

CIENAGA DE LA VIRGEN Zona Norte: A pesar que el promedio del mes de marzo (8,3 mgO₂/L), no cumple con la norma (<6.0 mgO₂/L), se puede observar que hubo una tendencia a subir de este indicador hasta el mes de marzo, bajando en los meses de abril junio.

CIENAGA DE LA VIRGEN Zona Sur: Los valores promedios de febrero (7.54 mgO₂/L) y abril (9.5 mg O₂/L), no cumplen con la norma, y el comportamiento de este indicador de acuerdo a los resultados ha sido fluctuante, no mostrando una tendencia definida hacia mejorar o empeorar.

CIENAGA DE LA VIRGEN Zona Centro: los promedios de febrero (8.05 mgO₂/L₉ y junio (7.18 mgO₂/L₉ están por encima de la norma, y a pesar de haber mostrado una tendencia a bajar de este parámetro, en el mes de junio subió nuevamente.

Mar Caribe: Solamente los valores de febrero (8.6 mgO₂/L) y marzo (6.2 mgO₂/L) están por encima de la norma (<6.0 mgO₂/L).

Juan Polo: Únicamente el valor correspondiente al mes de abril (6.2 mgO₂/L) no cumple con la norma, se observa una ligera tendencia a subir de este parámetro, alcanzando su punto más alto en abril, en junio hubo una baja.

Caño Juan Angola: La concentración arrojada en el mes de enero (4.03 mgO₂/L) cumple con la norma, mientras que a de junio (14.46 mgO₂/L), está muy por encima de lo que establece la norma.

1.2.2.3 Fosforo Total MG/L

PUNTOS	ZONA	Enero-19-17	feb-29-16	Mzo-21-2017	25/04/2017	21/06/2017**	PROM
10 y 28	NORTE	0,05	0,19	0,05	0,05		0,085
2, 4, 5, 6 Y 7	SUR	0,05	0,19	0,05	0,05		0,085
8 y 22	CENTRO	0,05	0,19	0,05	0,05		0,085
30	MAR CARIBE	0,05	0,49	0,05	<0,05		0,16
32	JUAN POLO	0,05	0,05	0,05	<0,05		0,05
11	JUAN ANGOLA	0,05	—	—	—		0,05
13	L DEL CABRERO	—	—	—	—		—
24	BAHIA DE C	—	—	—	—		—

Fosforo Total: Los valores promedios mensuales en la tres zonas de la Ciénaga de la Virgen son iguales, cumpliendo todos con la norma (<0.3 mg/l).

Mar Caribe: De este indicador solamente el obtenido en el mes de febrero (0.49 mg/l), no cumple con la norma, los otros valores, todos han estado por debajo del límite de detección del equipo (<0.05 mg/L)

Juan Polo: Todos los valores mensuales reportados registran concentraciones por debajo del límite de detección (<0.05 mg/l)

1.2.2.4 Sólidos Suspendidos Totales S.S.T. (MG/L) – 2017

PUNTOS	ZONA	Enero-19-17	feb-29-16	Mzo-21-2017	25/04/2017	21/06/2017**	PROM
10 y 28	NORTE	22,03	52,55	32,4	28,09	32,5	33,51
2, 4, 5, 6 Y 7	SUR	17,15	56,18	65,64	98,06	34,84	54,37
8 y 22	CENTRO	20,7	27,51	20,8	23,5	35	25,50
30	MAR CARIBE	43,9	20,15	31,4	<10	30,5	31,49
32	JUAN POLO	30,4	25,18	35,5	24,3	47,5	32,58
11	JUAN ANGOLA	22,1	—	—	—	16,5	19,30

13	L DEL CABRERO	-	-	-	-	18,5	-
24	BAHIA DE C	-	-	-	-	30	-

Sólidos Suspendidos Totales: Con relación a este parámetro, entre más bajo menos contaminación, sin embargo todos los valores promedios de las zonas de la ciénaga de la virgen y los otros cuerpos de agua, presentan valores que no representan traumas significativos para el normal desarrollo de los distintos procesos fisicoquímicos que estén relacionado con este indicador.

1.2.2.5 Salinidad (o/oo)

PUNTOS	ZONA	Enero-19-17	feb-29-16	Mzo-21-2017	25/04/2017	21/06/2017**	PROM
10 y 28	NORTE	36,15	36,8	37	37,4	22,8	34,03
2, 4, 5, 6 Y 7	SUR	35,94	37,14	36,46	38,03	23,21	34,16
8 y 22	CENTRO	36,15	36,25	36,6	37	22,8	33,76
30	MAR CARIBE	35,8	36	36,7	35,9	23,1	33,50
32	JUAN POLO	35,9	35,9	37,6	38,3	24,3	34,40
11	JUAN ANGOLA	20	-	-	-	14,59	17,30
13	L DEL CABRERO	-	-	-	-	17,15	-
24	BAHIA DE C	-	-	-	-	16,33	-

Salinidad: Los promedios y valores mensuales obtenidos de los diferentes cuerpos de agua, están dentro de un rango que no producen afectaciones significativas a los ecosistemas y especies hidrobiológicas que los habitan. Los valores de cada cuerpo de agua, se mantuvieron relativamente estables hasta el mes de abril, ya en el mes de junio, bajó ligeramente.

1.2.2.6 Ph (Unidades)

PUNTOS	ZONA	Enero-19-17	feb-29-16	Mzo-21-2017	25/04/2017	21/06/2017**	PROM
10 y 28	NORTE	8,29	8,25	8,57	8,26	8,24	8,32
2, 4, 5, 6 Y 7	SUR	8,2	8,18	8,35	8,13	7,94	8,16
8 y 22	CENTRO	8,2	8,14	8,02	8,12	8,13	8,12
30	MAR CARIBE	8,08	8,28	8,2	8,04	7,79	8,08
32	JUAN POLO	8,27	8,27	8,25	8,22	7,86	8,17
11	JUAN ANGOLA	7,37	-	-	-	7,5	7,44
13	L DEL CABRERO	-	-	-	-	7,79	-
24	BAHIA DE C	-	-	-	-	7,88	-

pH: Los promedios mensuales y los valores puntuales de las zonas de la ciénaga de la virgen y los otros cuerpos de agua, se encuentran dentro del rango que establece la norma (5 a 9 Unidades).

1.2.2.7 Coliformes Totales (NMP/100ML) – 2017

PUNTOS	ZONA	Enero-19-17	feb-29-16	Mzo-21-2017	25/04/2017	21/06/2017**	PROM
--------	------	-------------	-----------	-------------	------------	--------------	------

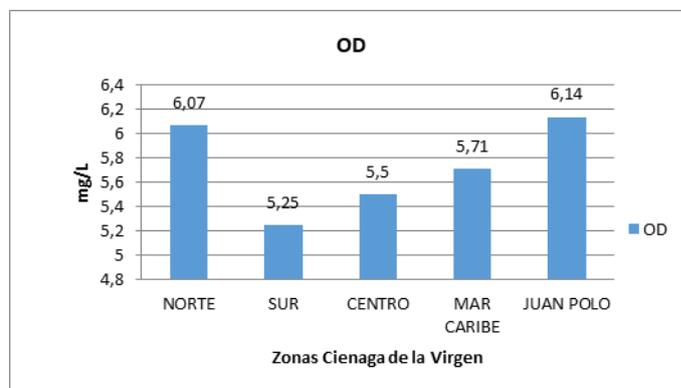
10 y 28	NORTE	52	30	59	41	116	60
2, 4, 5, 6 Y 7	SUR	294	272	5	44	7840	1691
8 y 22	CENTRO	585	44	171	59	4	173
30	MAR CARIBE	79	20	4	7	4,5	23
32	JUAN POLO	130	68	17	11	6,8	47
11	JUAN ANGOLA	49	-	-	-	2300	1175
13	L DEL CABRERO	-	-	-	-	2	-
24	BAHIA DE C	-	-	-	-	170	-

1.2.2.8 Coliformes Fecales (NMP/100ML) – 2017

PUNTOS	ZONA	Enero-19-17	feb-29-16	Mzo-21-2017	25/04/2017	21/06/2017**	PROM
10 y 28	NORTE	36	20	42	30	116	48,8
2, 4, 5, 6 Y 7	SUR	228	124	54	33	2096	507
8 y 22	CENTRO	420	135	119	69	4	149
30	MAR CARIBE	49	20	2	5	4,5	16,1
32	JUAN POLO	49	20	14	8	6,8	20
11	JUAN ANGOLA	33	-	-	-	2300	1166,5
13	L DEL CABRERO	-	-	-	-	2	-
24	BAHIA DE C	-	-	-	-	68	-

COLIFORMES TOTALES Y FECALES: De las tres zonas en que se dividió la Ciénaga de la Virgen para tratar de interpretar mejor la información, observamos que en el sur, se presentan los valores más altos, especialmente en el mes de junio tanto para totales como para fecales (7840 y 2096), lo anterior significa que en la zona sur en el mes de junio se sobrepasó el estándar para contacto secundario (5000). Del resto de cuerpos de agua, el caño Juan Angola presentó los niveles más altos en junio, en resumen en junio subieron los valores tanto de totales como fecales en el norte y sur de la Ciénaga y en Juan Angola.

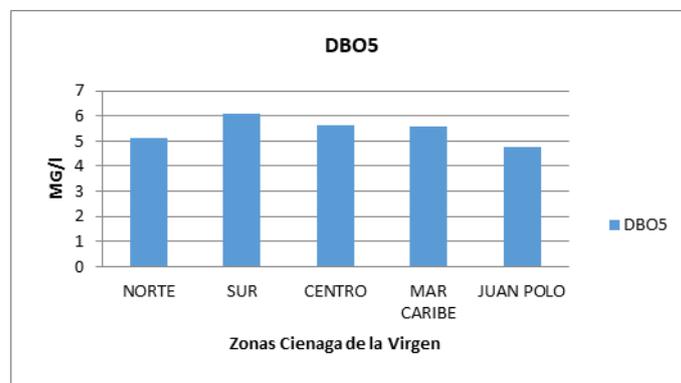
1.2.3 PROMEDIOS DE LOS PARAMETROS POR ZONAS PRIMER SEMESTRE 2017



1.2.3.1 Oxígeno Disuelto- OD

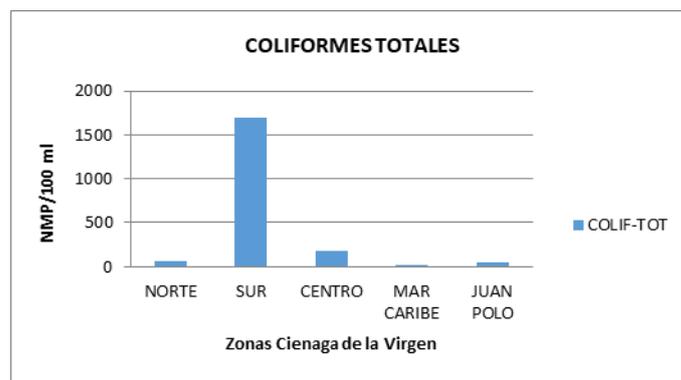
De acuerdo a la información consignada en la tabla de promedios zonas ciénaga de la virgen y cuerpos de agua, se observa que de las tres zonas de la ciénaga, la norte presenta las concentraciones más altas de oxígeno (6.07 mg/L), seguida del centro (5.5 mg/L) y sur (5.25 mg/L), y que en Juan polo se registró la concentración más alta de este indicador (6.14). Lo anterior puede estar asociado a que en la zona sur se producen las mayores descargas de aguas residuales, y en Juan Polo, la alta sedimentación permite que la medición prácticamente se realice en la superficie de la columna.

1.2.3.2 Demanda Bioquímica De Oxígeno.DBO5



Las menores concentraciones de este indicador se registraron en Juan Polo (4.25 mgO₂/L) y zona norte (5.1 mgO₂/L), justamente los puntos con oxígenos más altos, y los valores más altos de DBO₅ en el sur (6.1 mgO₂/L), centro (5.6 mgO₂/L) y mar Caribe (5.55 mgO₂/L), cuyos puntos coinciden con los valores más bajos de oxígeno disuelto.

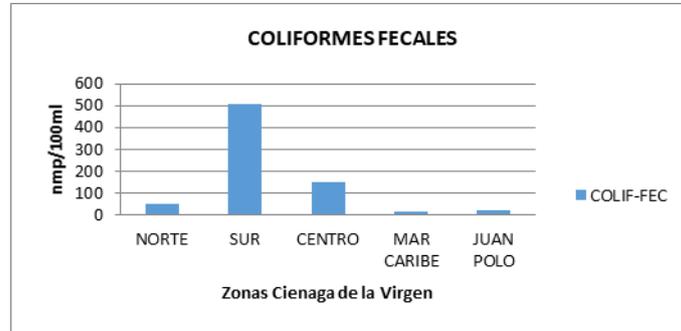
1.2.3.3 Coliformes Totales.



En la Ciénaga de la Virgen los valores promedios más altos se registraron en la zona sur (1691, centro (173) y norte (60).

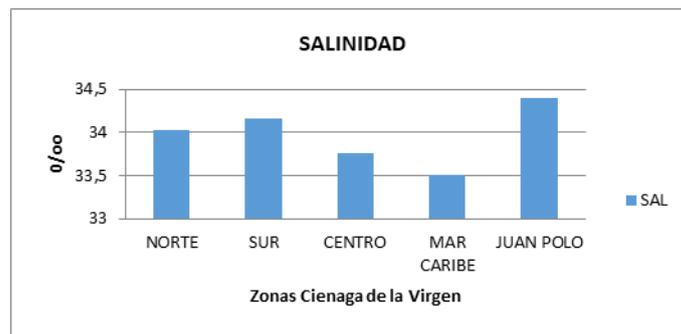
Mientras que de los cuerpos de agua monitoreados el valor más bajo se presenta en el mar caribe (23)

1.2.3.4 COLIFORMES FECALES.



Dentro de la ciénaga de la virgen, los valores más altos se registraron en la zona sur (507), centro (149) y norte (49), y en general el más bajo en el mar caribe (16).

1.2.3.5 SALINIDAD



Los promedios y valores puntuales de salinidad en términos generales podríamos decir que son estables, ya que se encuentran dentro de un rango muy estrecho (33.5 – 34.4 o/oo), sin embargo el valor más alto se presenta en la ciénaga de Juan Polo, lo cual puede estar asociado a la gran sedimentación y con ello mayores índices de evaporación.

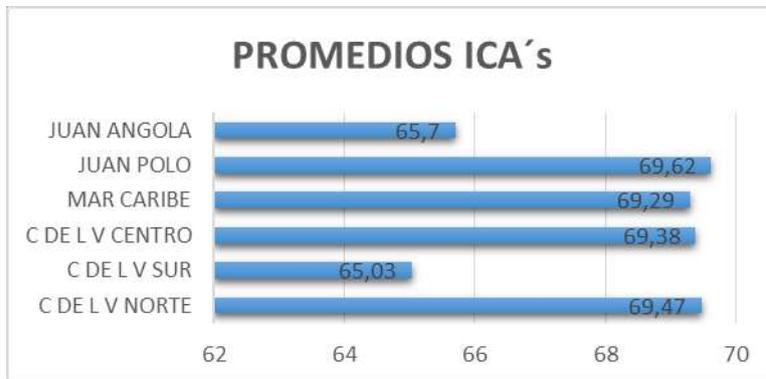
1.2.3.6 ICA'S

A continuación se presentan los ICA's correspondientes al primer semestre de 2017 en los diferentes cuerpos de agua

TABLA 1-5PROMEDIOS ZONAS C DE LA V Y CUERPOS DE AGUAS

ZONA	OD	DBO5	FOSF-TOT	COLIF-FEC	S.S.T.	SAL	CONDUCT	pH	TEMP	NKT	ICAs
NORTE	6,07	5,1	0,0785	49	33,51	34,03	55,2	8,32	29,6	6,11	69,47
SUR	5,25	6,1	0,085	507	54,37	34,16	54,93	8,16	29,2	5,34	65,03
CENTRO	5,5	5,6	0,085	149	25,5	33,76	53,59	8,12	28,4	5	69,38
MAR CARIBE	5,71	5,55	0,16	16	31,49	33,5	53,51	8,07	28,7	5	69,29
JUAN POLO	6,14	4,75	0,05	20	32,58	34,4	60,54	8,24	30,4	5	69,62

JUAN ANGOLA	4,1	9,25	0,05	1167	19,3	27,42	7,44	26,3	6,4	65,7
-------------	-----	------	------	------	------	-------	------	------	-----	------



ICA
OPTIMA 80-100
BUENA 52-79
DUDOSA 37-51
INADEC 20-36
PESIMA 0-19

1.2.4 RESUMEN PROMEDIOS GENERALES POR PUNTOS

PUNTOS	OD	DBO5	FOSF-TOT	COLIF-TOT	COLIF-FEC	pH	S.S.T.	SAL	CONDUCT	AMONIOIO
2	5,91	6,10	0,4	71153	59921	7,95	29,28	28,33	46,20	1,1
4	6,57	5,08	0,26	9225	4556	8,15	32,61	29,99	47,39	0,61
5	5,77	3,90	0,17	16962	14370	8,10	29,27	29,71	47,03	1,13
6	6,05	7,20	0,15	6987	2769	8,15	83,79	29,80	47,28	0,58
7	5,94	6,95	0,14	195541	189896	8,12	53,14	28,23	45,09	3,01
8	6,39	5,81	0,08	18565	16377	8,20	25,98	27,80	44,11	0,85
10	6,76	4,97	0,05	362	204	8,21	33,82	28,19	45,04	0,57
22	6,63	6,26	0,15	8793	8805	8,14	21,53	27,43	43,37	0,63
28	6,68	4,98	0,14	5652	417	8,06	32,55	27,02	43,64	0,57
11	4,98	5,22	0,05	412808	412385	7,52	22,05	15,52	20,88	0,92
13	7,49	5,37	-	18736	16686	7,81	15,72	18,56	29,03	0,71
24	8,29	3,74	-	28684	1953	8,13	11,04	19,66	30,48	0,57
30	6,47	4,28	0,16	2090	662	8,07	24,68	29,05	45,86	0,57
32	6,52	5,08	0,05	1536	1461	8,03	30,23	30,33	48,60	0,57

A partir del cuadro de arriba donde se relacionan los resultados promedios de los diferentes indicadores por estaciones, y de acuerdo a su comportamiento podemos hacer la siguiente evaluación.

Todos los valores promedio de **oxígeno disuelto** registrados en cada una de las estaciones, cumplen con el valor mínimo (<4.0 mg/l) establecido en la normatividad vigente para la preservación de la flora y fauna, el valor más corresponde a la estación no 11 ubicada en el caño Juan Angola cerca de la estación de bombeo el Oro.

Los promedios de **DBO5** en las estaciones de monitoreo 4 (5.08 mgO₂/l), 5 (3.90 mgO₂/l), 8 (5.81 mg O₂/l), 10 (4.97 mgO₂/l), 28 (4.98 mgO₂/L), 11 (5.22 mgO₂/L), 13 (5.37 mgO₂/l), 24 (3.74 mgO₂/l), 30 (4.28 mgO₂/l) y 32 (5.08 mgO₂/l), cumplen con la norma (< 6.0 mgO₂/l) con

relación al estado trófico, solo las estaciones 2 (6.1 mgO₂/l), 6 (7.2 mgO₂/l), 7 (6.95 mgO₂/l) y 22 (6.26 mgO₂/l), no cumplen con esa norma, lo anterior significa que el 72,4 % de los puntos de muestreo presentaron valores promedios que se ajustan a la normatividad ambiental en este aspecto.

Fosforo Total. Los diferentes valores promedios en cada uno de los puntos, se encuentra sombreado de azul, lo cual significa que fueron resultados obtenidos de los meses de enero a abril, y en lo sucesivo no se dispone de este resultado ya que hubo inconveniente con equipo de Cardique, sin embargo de los valores promediados podemos señalar que el más alto corresponde a la estación 2 con 0.4 mg/l, estando por encima de la norma.

De los valores promedios por estaciones de muestreo de **Coliformes totales**, solamente la 10 localizada en el centro de la Ciénaga de la Virgen, la 30 en el mar caribe a la salida de la dársena y la 32 en la Ciénaga de Juan Polo al norte de la Ciénaga, con valores de 362, 2090 y 1536 expresados en NMP/100ml, cumplen con la norma de uso recreativo mediante contacto secundario. Los promedios más altos de Coliformes totales, se presentaron básicamente en las estaciones 7 (195541 NMP/100ml) y 11 (412808 NMP/100ml), localizadas la primera al sur de la ciénaga de la virgen y la última corresponde al caño Juan Angola, como se sabe son sitios que están muy influenciados por descargas de aguas servidas, adicionalmente otro factor que pudo influir significativamente en el incremento de estos valores fueron las grandes y frecuentes escorrentías originadas por la alta temporadas de lluvia en la ciudad.

Como se puede observar los niveles promedio de **Coliformes fecales** son altos en aquellas estaciones donde los totales también lo son, especialmente el punto 11 y 7, lo cual significa que en esos sitios hay una alta presencia de heces fecales, producto de descargas de aguas servidas.

Cabe anotar que en los meses de julio y septiembre se percibieron malos olores al interior de la ciénaga, similares a los que se presentaban antes de la entrada en funcionamiento del emisario.

pH. Los resultados promedio de este indicador son relativamente estables, excepto en las estaciones 2 (7.95 unid), 11 (7.52 unid) y 13 (7.81 unid), localizadas al sur, Juan Angola y Laguna del Cabrero, sin embargo, todos se encuentran dentro de los rangos establecidos por la normatividad vigente (5.0 – 9.0 unid)

Sólidos Suspendidos Totales. Los promedios por estaciones, son relativamente mente bajos incluso el más alto presentado en la estación 6 (83.79 mg/l), ya que esta concentración no generan mayores afectaciones en los procesos normales de producción de oxígeno fotosintético, frente a este comportamiento igual se puede inferir que los aportes de material a los cuerpos de agua tienen un alta velocidad de sedimentación, por lo que no se mantienen suspendidos

Los valores de **salinidad** son relativa estables dentro de un rango aceptable de acuerdo a las características de los ecosistemas, sin embargo, algunos datos como los de las estaciones 11 (15.52 o/oo), 13 (18.56 o/oo) y 24 (19.66^o/oo), que son los más bajos, indican la presencia de Agua dulce. Este mismo comportamiento se refleja en **la conductividad**, donde cada resultado está influenciado, tendiendo a subir o bajar de cuerdo a la presencia de agua dulce.

Amonio (N-Amoniacal). Los promedio generales por estaciones, están por debajo de lo que establece la norma con relación al estado trófico de un cuerpo de agua (<2.0 mg/l), excepto el registrado en la estación 7 (3.01 mg/l), cuyo promedio se debe a que la concentración de este indicador obtenida en el mes de julio fue de 12.07 mg/l, indicando ese valor que era reciente la presencia de éste contaminante en el cuerpo de agua.

1.2.5 RESUMEN PROMEDIO MENSUAL PARÁMETROS

PARAM	Enero-19-17	feb-22-17	Mzo-21-2017	25/04/2017	21/06/2017 **	27/07/2017	31/08/2017	28/09/2017	30/10/2017
OD	3,09	7,09	5,8	6,84	8,96	7,55	5,62	7,52	8,08
DBO5	3,09	7,09	5,8	6,84	5,96	7,32	2,94	5,38	5,17
FOSF-TOT	0,05	0,32	0,21	0,05	—	—	—	—	—
COLIF-TOT	250	145	68,5	41,36	2995	140065	209521	40509	16905
COLIF-FEC	181,9	88,18	55,36	34,18	936	139352	188950	36833	9523
pH	8,14	8,2	8,31	8,15	7,89	7,88	7,89	8,2	7,81
SST	22,77	44,21	45,59	61,78	31,59	31,71	30,51	23,31	16,7
SAL	34,67	36,7	36,71	37,63	21,62	27,69	22,46	18,71	14,8
TEMP	27,8	27,92	29,97	30,94					
CONDUCT	55,5	58,57	60,92	63,15	31,44	58,78	35,71	30,13	2243
NKT	5,12	6,43	5	5					
TURBIEDAD	17,4	21,69	24,21	25,9					
ENTEROCOCCOS	52,4	29,55	7,55	7,9					
COLOR VERD	8,5	6,18	6,18	5,1					
NIT-AMONICAL					0,69	1,86	0,63	0,58	0,68
DQO					1264,86	669,41	708,29	757	799,45

Para realizar el análisis de la información contenida en la tabla anterior es preciso anotar, que los resultados de enero a abril fueron emitidos por el laboratorio de Aguas de Cartagena, y a partir de junio con el laboratorio de Cardique.

Oxígeno Disuelto: De los valores promedios mensuales registrados en la tabla en mención, solamente el correspondiente al mes de enero (3.09 mg/l) está por debajo de la norma (<4.0 mg/l), se observa que a partir del mes de febrero los promedios se incrementaron significativamente hasta el mes de octubre, manteniéndose algunas fluctuaciones como es de esperarse, las cuales pueden estar asociadas a condiciones climáticas.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): Solamente los promedios correspondiente a los meses de febrero (7.9 mgO₂/l), abril (6.84 mgO₂/l) y julio (7.32 mgO₂/l), están por encima de la norma establecida con relación al estado trófico de un cuerpo de agua.

Fosforo Total: Los valores promedios registrados en la tabla No 2 que son hasta el mes de abril, fueron emitidos por Aguas de Cartagena, de allí en adelante no se tiene información de este indicador debido a que el laboratorio de Cardique ha tenido inconveniente con algún

equipo, sin embargo, de los valores reportados solo el correspondiente al mes de febrero (0.32 mg/l), está por encima de la norma (<0.3 mg/l).

Coliformes Totales: Los valores promedios generales mensuales de enero (250 NMP/100ml), febrero (145 NMP/100ml), marzo (68.5 NMP/100ml) y abril (41.36 NMP/100ml), cumplen con la norma para contacto primario, incluso junio (2995 NMP/100ml) cumple para contacto secundario, pero los promedios de julio (140065 NMP/100ml) y agosto (209521 NMP/100ml) se incrementan significativamente, debido a los resultados obtenidos en algunas estaciones como 5 (110000 NMP/100ml), 7 (1700000 NMP/100 ml), y la 8 (130000 NMP/100ml) en julio principalmente, y en agosto las estaciones 2 (170000 NMP/100 ml), 11 (2300000 NMP/100ml) y 24 (130000 NMP/100ml), en el mes de septiembre algunos puntos como el 2 (230000 NMP/100ml) y el 11 (170000 NMP/100ml), registraron altos valores de este indicador, sin embargo, el promedio es más bajo debido a que promedio el resto de las estaciones registran valores relativamente más bajos..

Los Coliformes fecales presentan el mismo comportamiento, y los promedios generales en los meses de julio (139352 NMP/100ml), agosto (188950 NMP/100ml) y septiembre (36833 NMP/100ml), son muy similares al de los totales en los mismos meses, lo cual indica que mayoritariamente la contaminación es por heces fecales, los altos valores promedios de Coliformes fecales, se debe a que estaciones como la 7 (1700000 NMP/100ml), 8 (130000 NMP/100ml) y la 5 (110000 NMP/100ml) en el mes de julio, la 2 (170000 NMP/100ml) y la 11 (2300000 NMP/100ml) en agosto, la 2 (230000 NMP/100ml) y la 11 (170000NMP/100ml) en septiembre, al igual que los totales presentaron altos valores de estos microorganismos.

pH: Los valores promedios de enero a abril, se mantuvieron relativamente estables, pero a partir de junio, bajaron un poco manteniéndose en el mismo rango, pero en general estos valores están en el intervalo (5 – 9 unid) por la normatividad vigente.

Sólidos Suspendidos Totales (SST): A partir del mes de enero (22.77 mg/l), la concentración fue subiendo hasta alcanzar su valor más alto en el mes de abril (61.78 mg/l), y en el mes de junio (31.59 mg/l) empezó a bajar, hasta alcanzar su nivel más bajo en octubre (16.7 mg/l).

Salinidad: Este promedio se mantuvo constante entre los meses de enero y abril, y bajo a partir de junio (21.62 o/oo), haciéndose más marcada esta tendencia en los meses de septiembre (18.71 o/oo) y especialmente octubre (14.8 o/oo), las variaciones se deben a temporadas de lluvias.

Conductividad: Este indicador está asociado a la mayor o menor concentración de iones, en este caso en el agua, y esta condición se ve afectada por la presencia de agua dulce, que finalmente determina la concentración de sal en una solución, lo anterior para explicar, el comportamiento mensual de este indicador

1.2.6 RESUMEN PROMEDIO INDICADORES POR CUERPOS DE AGUA E ICAS A OCT-2017

CPO AGUA	OD	DBO5	FOSF-TOT	COLIF-FEC	SST	pH	COND	N-AMONICAL	TEMP	ICAs
Ciénaga de la Virgen	6,31	5,74	0,17	33035	37,08	8,12	45,46	1	29,11	65,19
Ciénaga Juan Polo	6,26	5,08	0,05	161	30,23	8,03	48,58	0,57	30,4	77,64
Mara Caribe	6,47	4,28	0,16	662	24,68	8,07	45,86	0,57	28,68	74,6
Caño Juan Angola	4,98	5,46	0,05	412386	22,05	7,52	20,88	0,92	26,30	70,84
Laguna del Cabrero	7,49	5,37	—	16686	15,72	7,81	28,99	0,71	—	75
Bahía de Cartagena	8,29	3,74	—	27553	11,04	8,13	30,48	0,57	—	76,81

En la tabla anterior se puede evidencia que el valor promedio más bajo por cuerpo de agua de oxígeno disuelto se presentó en el Caño Juan Angola (4.98 mg/l), aun cuando este cumple con la norma (<4.0 mg/l), igualmente, éste cuerpo de Agua registró el promedio más alto de Coliformes fecales (412386 NMP/100 ml) y el pH más bajo (7.52 unid).

En la columna de los ICAs se anotan los valores que indican la calidad en cada cuerpo de agua.

Se anota que este año se caracterizó por altas y frecuentes lluvias, lo que finalmente modifica el comportamiento de algunos indicadores, por tanto al establecer relaciones frente a los resultados del año anterior, encontramos que este año pudo presentar una connotación diferente.

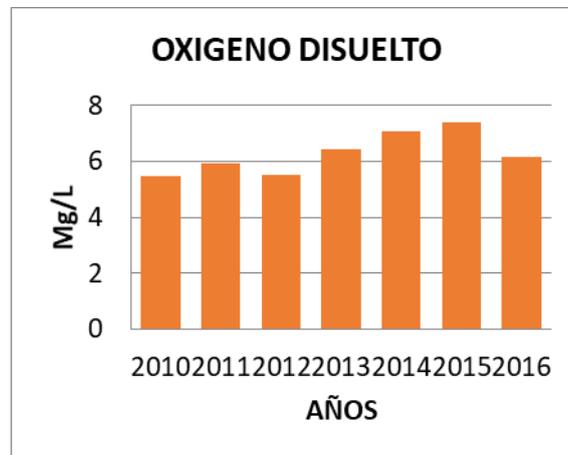
1.2.7 RESUMENES ANUALES 2010 – 2016.

A continuación se presenta una sistesis de la variación promedia de parámetros de la calidad de agua de los cuerpos de Agua internos de Cartagena.

AÑOS	OD	DBO5	AMONIO	FOSF.TOT	SAL	S.S.T.	PH	COLIF-T	COLIF-F
2010	5,46	9,33	0,99	0,29	27,56	27,56	8,36	6595	2137
2011	5,91	8,59	0,62	0,34	18,38	18,38	8,19	86383	31908
2012	5,53	9,85	0,99	0,35	26,53	46,51	8,16	239758	48244
2013	6,45	5,34	0,53	0,17	34,38	39,79	8,14	4799	891
2014	7,07	5,43	0,576	0,16	33,45	31	8,18	6917	2359
2015	7,39	6,58	0,576	0,15	34,36	53,63	8,32	1293	724
2016	6,14	4,09	<LD	0,18	31,8	38	8,14	55001	14107

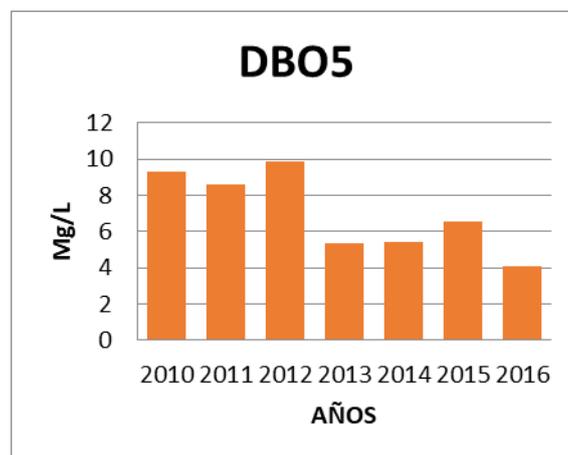
El Oxígeno Disuelto, en termino generales ha venido mejorando, sobre todo a partir del 2013, aunque en el 2016 bajo un poco tal vez influenciado por los efectos de las lluvias, y los altos consumos que depara la presencia de microorganismos en el sistema, y la degradación de la carga orgánica, es obvio esperar que en periodos de lluvias la disolución de este indicador en un cuerpo de agua puede estar afectada por la diferencia de densidades en el mismo, al igual

que la falta de brillo solar afecta la tasas fotosintética y con ello la producción de oxígeno entre otros.

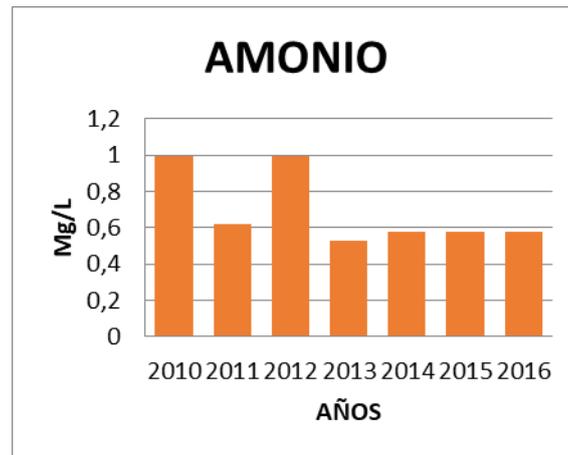


Demanda Bioquímica de Oxígeno. Se observa que hasta el 2012 los valores estaban por encima de la norma (> 6.0 mg/L), y que a partir de 2013, hubo una mejoría sustancial (Cumple norma), la cual está asociada a la entrada en funcionamiento del emisario submarino, sin embargo en el año 2015 subió ligeramente (6.58 mg/l), posiblemente producto de las descargas puntuales que se pueden generar en los alrededores del punto 28 ubicado al norte, a la altura del primer puente de la boquilla, y aún más cuando es una zona de poca recirculación por alta sedimentación.

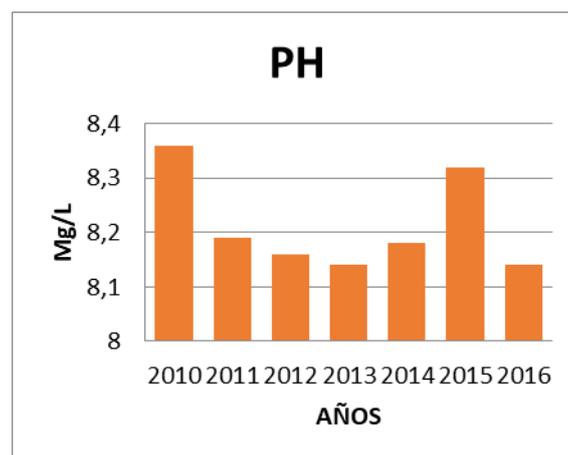
El promedio de 2016 (4.09) indica una mejoría, este valor refleja un cumplimiento de la norma con relación al estado trófico del cuerpo de agua, cabe recordar, que a finales del año pasado se abrió la boca natural lo cual permitió un mayor intercambio con la consecuente oxigenación y dilución de contaminantes.



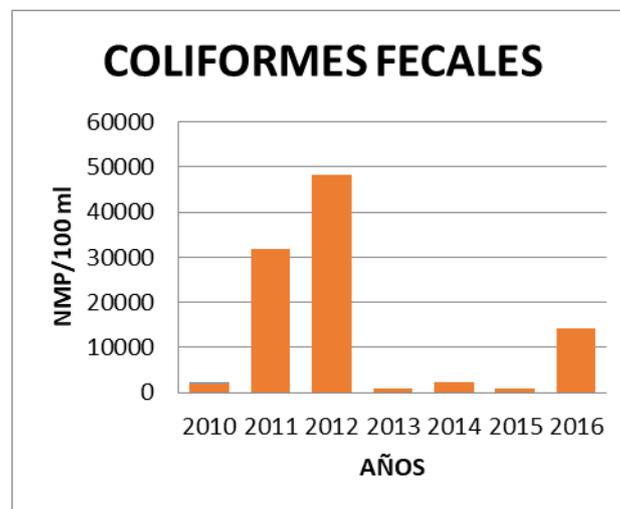
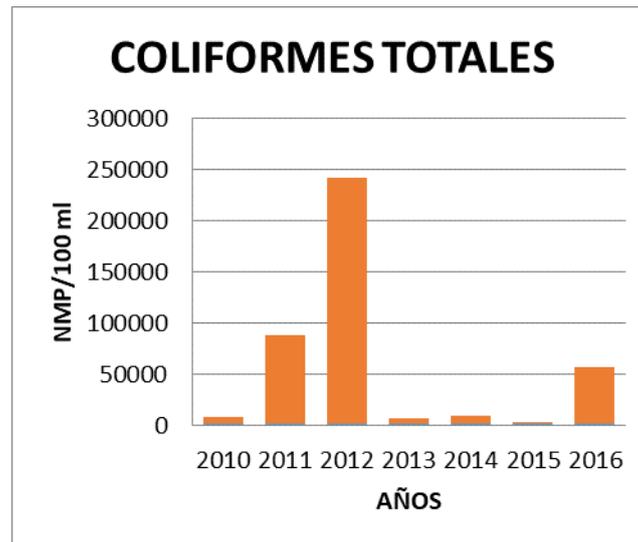
Amonio: Es evidente el comportamiento de este indicador hasta el año 2012, a partir del año 2013 ha presentado unos niveles estables, al punto que las concentraciones registradas por el laboratorio de calidad de Agua, aparecen por debajo de los límites de detección (<LD = 0.576 mg/L), lo anterior puede ser producto de el mejoramiento en la capacidad de asimilación del cuerpo de agua, debido a la disminución de descargas, y al efecto que posiblemente ocasiona el cambio climático sobre la tasa de producción de nitratos a partir de amonio.



pH. Este indicador en términos generales se ha mantenido, con ligeras fluctuaciones que pueden indicar la estabilidad del ecosistema con relación a la ruta a seguir por el Dioxido de carbono producto de respiración acuática, descomposición orgánica y del atmosférico producto del efecto invernadero, incorporado al sistema.



Coliformes Totales y Fecales (Termotolerantes). En los años 2011 y 2012 se reportan altos niveles de estos indicadores, lo cual puede estar asociado a las escorrentías en los diferentes periodos de lluvia, y a los aportes de las descargas de aguas residuales sin tratamiento previo descargadas al sistema, a partir del año 2013 cuando disminuyeron lo aportes y las lluvias disminuyeron en frecuencia, se observó una mejoría significativa, y finalmente en el 2016, se subido nuevamente es parámetro, como consecuencia de los resultados del monitoreo realizado el 15 de noviembre, cuan el día anterior(14) pasó lloviendo todo el día y la noche, lo que representó grandes aportes por arrastres de estos microorganismos.



1.3 MEDICIÓN DE NIVELES DE AGUA Y TEMPERATURA EN EL SISTEMA DE CAÑOS Y LAGUNAS DE CARTAGENA

El sistema de caños y lagunas (o sistema lagunar) de la ciudad de Cartagena de Indias está conformado por 6 cuerpos de agua: ciénaga de Las Quintas, caño de Bazurto, laguna de San Lázaro, laguna de Chambacú, laguna del Cabrero y caño Juan Angola (que incluye lo que se conoce como el canal paralelo). Estos cuerpos de agua no solo están interconectados entre sí, sino que también conectan a la bahía de Cartagena (a través de la ciénaga de Las Quintas y la laguna de San Lázaro) con el mar Caribe (a través de la ciénaga de La Virgen, cual está conectada al sistema lagunar por medio del caño Juan Angola). La Figura 1 muestra la distribución espacial de los cuerpos de agua y su conexión con la bahía de Cartagena y la ciénaga de La Virgen



FIGURA 1-2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL SISTEMA LAGUNAR DE CARTAGENA DE INDIAS

(fuente: Google Earth)

El sistema lagunar es considerado un ecosistema estuarino intramareal boscoso. Alberga a lo largo de su recorrido fauna y flora que dependen de los manglares, los cuales son muy sensibles a los cambios en los valores de diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (pH, temperatura, salinidad, nitratos, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, entre otros) que pueden o no favorecer a la supervivencia de las especies permanentes y temporales de este ecosistema (la mayoría de estos parámetros no son medidos en la actualidad); además de, potencialmente, afectar los servicios ecosistémicos que el manglar ofrece (regulación del régimen hidrológico, control de erosión, regulación de nutrientes y el microclima, hábitat de especies, retención de sólidos, etc.). Igualmente, es relevante el flujo de agua, ya que este mecanismo permite el intercambio de agua desde la bahía de Cartagena y el mar Caribe hacia el sistema lagunar (y viceversa), el cual (el flujo de agua) es controlado por los niveles de agua en los distintos cuerpos de agua a través del día.

Un equipo de seis estudiantes, un docente del departamento de Ingeniería Civil & Ambiental de la Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB), guardias ambientales y un profesional universitario del EPA Cartagena han estado recolectado, cada sábado (de 25Feb2017 a 8Julio2017), los registros de niveles y temperatura del agua medidos por los sensores instalados en los cuerpos de agua (los sensores pertenecen al Establecimiento Público Ambiental de Cartagena de Indias, EPA-Cartagena). Las mediciones continuas de nivel del agua permiten (y permitirán) entender mejor el comportamiento estacional (época de lluvia, seca y de transición) del flujo de agua del sistema lagunar y cómo las mareas afectan este flujo de

agua. Además, complementa la información de niveles de agua recolectados (a través de reglas instaladas en los mismos puntos de los sensores) en el estudio que la universidad de Cartagena realizó para el EPA-Cartagena en el año 2016.

La información recolectada es de gran relevancia dado que ayudará, a futuro, en el rediseño de las secciones transversales del sistema lagunar para mejorar: (a) el régimen hidráulico que permita un incremento en el intercambio de agua bahía de Cartagena – sistema lagunar – ciénaga de La Virgen; (b) la calidad fisicoquímica y biológica del sistema; y (c) la navegabilidad en el sistema.

1.3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se hace uso de sensores HOBO U20L-01, que registran datos de presión absoluta (en Kpa) y temperatura (en °C), y que fueron ubicados dentro de cada cuerpo de agua (Tabla 1-10 y Figuras 1-4 y 1-5). Simultáneamente, se cuenta con un sensor extra para tomar datos de presión barométrica, el cual se mantiene fuera del agua.

TABLA 1-6. UBICACIÓN DE LOS SENSORES.

Cuerpo de Agua	Coordenadas	Nombre Sensor	No. de Serie Sensor	Ubicación
Laguna de Chambacú	10° 25' 30,3" N 75° 32' 38" W	Laguna de Chambacú	852	Centro, Puerto Duro. Frente al Gigante del Hogar
Laguna de San Lázaro	10° 25' 3,5" N 75° 32' 35,2" W	Laguna de San Lázaro	855	CAI de Manga. Frente a la Suzuki
Ciénaga de La Virgen	10° 27' 7,2" N 75° 30' 25,9" W	Bocana	850	Bocana
Caño Juan Angola	10° 26' 31,9" N 75° 31' 56,4" W	Caño Juan Angola	857	Debajo del Puente peatonal nuevo, junto a la vía de Crespo
Caño de Bazurto	10° 24' 52,9" N 75° 31' 56,4" W	Caño Bazurto	854	Junto al puente Jiménez (del lado izquierdo del puente, mirando hacia el Pie de la Popa)
Bahía 2 (Marina Rosales)	10°24' 17,4" N 75° 31' 26,3" W	Bahía 2 M. Rosales	848	Puerto de Marina de Rosales
Presión barométrica		Ambiente	851	Casa localizada en el barrio Torices

Nota: Los sensores localizados en el Parque Espíritu del Manglar y Ciénaga de las Quintas, fueron hurtados, por lo que no se tienen registros de estos cuerpos de agua.

Los sensores se programaron para tomar datos de presión absoluta y de temperatura en intervalos de 5 minutos. Es importante mencionar que los sensores, por no tener suficiente peso propio para mantenerse sumergidos por si solos, se instalaron dentro de tubos de PVC perforados (diámetro 2"), lo cuales, a su vez, fueron anclados a dados de concreto, (de 30 Kg de peso), a través de unas abrazaderas.

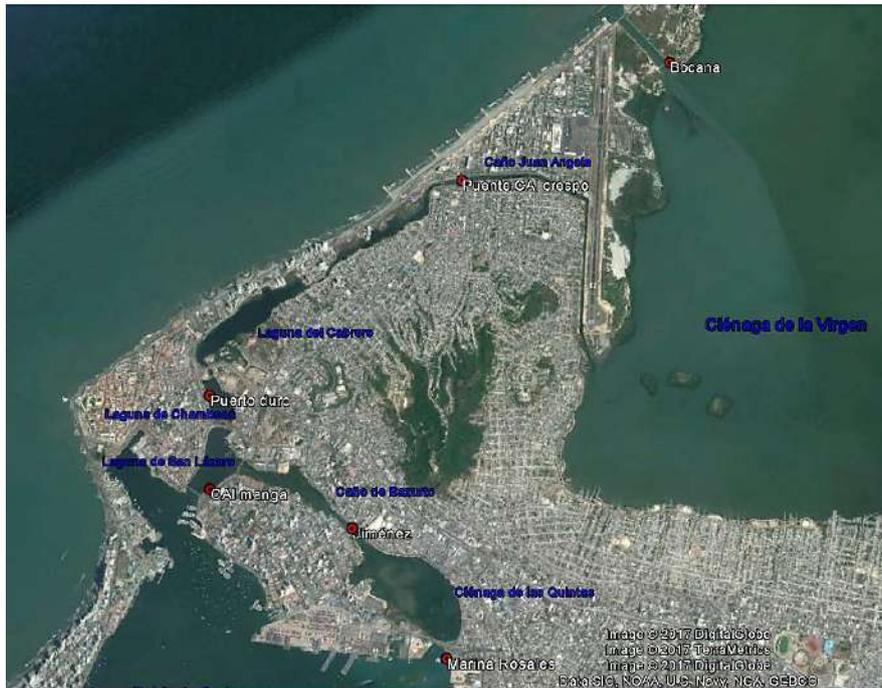


FIGURA 1-3. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE NIVEL Y TEMPERATURA DEL AGUA.

La recolección de datos se hizo los sábados cada quince (15) días a partir del 25 de febrero de 2017 hasta el 8 de julio del mismo año. En cada sesión se extrajeron los sensores, que luego se conectaron a un computador mediante un puerto USB para la descarga de los registros. Al computador tuvo que instalársele previamente el software HOBOWare Pro (Figura 5).

1.3.2 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE AGUA

Para determinar los niveles del agua se hace uso de HOBOWare Pro (Figura 7), un software de registro de datos que permite compilar, organizar y visualizar la información recolectada en los distintos cuerpos de agua del sistema lagunar, además de realizar cálculos de diversos parámetros por medio de sensores. El cálculo de los niveles del agua se realiza a través de diferencias de presión absoluta y atmosférica, aplicando el principio de presión hidrostática, a través de la siguiente ecuación:

$$H (m) = \frac{1000 (P_{abs} - P_{atm})}{\rho_{h_2o} * g} \quad \text{Ecuación 1.}$$

donde,

$\rho_{h_2o} = 1.010 \text{ Kg/m}^3$ (Densidad del agua, considerada como agua salobre).

$g = 9,806 \text{ m/s}^2$.

Es importante aclarar que los datos de nivel del agua, arrojados por el programa son en realidad la profundidad a la que se encuentra el sensor con respecto a la superficie del agua en el momento de la toma de datos del sensor. Por lo que se estableció un nivel de referencia (mediante un levantamiento topográfico. Anexo A) a partir del cual se determinaron las cotas hasta la ubicación de cada sensor. Para esto, se tomó como nivel de referencia el Mojón

(benchmark, BM) # 003 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), ubicado en el barrio chile, con coordenadas **N:** 1641852.956 – **E:** 842679.146 – **Cota:** 38.3 (m.s.n.m.). Este nivel de referencia estará a cierta altura con respecto a la superficie del agua y su función es permitir evaluar como varía el nivel del agua, ya que sin un punto de referencia solo se contaría con datos de profundidad que no son comparables entre sí. En la Figura 6 puede observarse una línea roja, la cual corresponde a la proyección de la ubicación del punto de referencia (BM – mojón # 003), llamada nivel de referencia. A partir de esta, se toma la cota de referencia, la cual corresponde a la distancia (altura) que hay entre el nivel de referencia y la ubicación del sensor. Esta cota de referencia difiere de la profundidad del sensor y, a través de ella, podrá evaluarse si el nivel del agua aumenta o disminuye por medio de una suma algebraica. La cota de referencia es una medida a la que se le asigna un valor negativo. Como se observa en la Figura 6, hay dos condiciones posibles: la condición a que corresponde a niveles de agua por debajo del nivel de referencia y la condición b que se refiere a niveles por encima del nivel de referencia.

A continuación, se hace un ejemplo de cálculo de profundidad del sensor y de nivel del agua con respecto al nivel de referencia para el día 08 de octubre de 2016 a las 12:05:00 PM en la laguna de San Lázaro:

Los sensores que se encuentran sumergidos en los cuerpos de agua toman datos de presión absoluta (Pabs). Para este caso, el valor fue:

$$P_{abs} = 104.252 \text{ Kpa}$$

A su vez, se toma un dato de presión barométrica tomada a la misma hora con el sensor de presión barométrica:

$$P_{atm} = 100,738 \text{ Kpa}$$

Aplicando la Ecuación 1, se obtiene H, que corresponde a la profundidad del sensor:

$$H = \frac{(104.252 - 100.738) * 1000}{1010 * 9.806}$$

$$H = 0.355 \text{ m}$$

Se toma la cota correspondiente a la laguna de San Lázaro (Tabla 2)

$$Cota = -0.598 \text{ m}$$

TABLA 1-7. COTAS DE LOS CUERPOS DE AGUA.

Cota	Descripción
-0.942	Juan Angola
-1.12	La Bocana
-0.845	Chambacú (Puerto Duro)
-0.669	Laguna San Lázaro
-0.772	Bazurto (Puente Jiménez)
-0.748	Muelle Marina Rosales

Fuente: datos del levantamiento topográfico (Anexo A)

Ahora se realiza la suma algebraica:

$$\text{Nivel del agua} = H + \text{Cota}$$

$$\text{Nivel del agua} = 0.355 + (-0.598)$$

$$\text{Nivel del agua} = -0.243 \text{ m}$$

Como se observa, el nivel del agua tiene un valor negativo, eso quiere decir que el nivel del agua está por debajo del nivel de referencia, lo que corresponde a la condición a en la Figura 1-6.

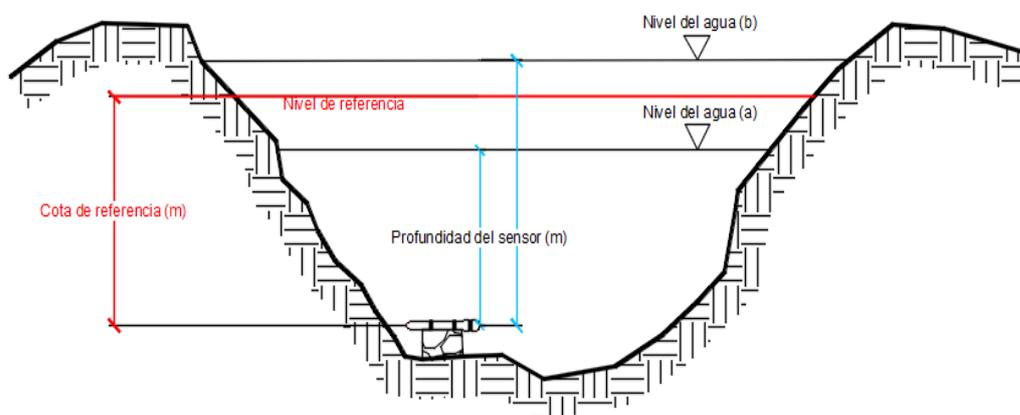


FIGURA 1-4. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE LOS CUERPOS DE AGUA CON SENSOR EN EL FONDO.

1.3.3 FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARE HOBOWARE PRO

A continuación, se explica el proceso de lectura de datos en el software HOBOWare Pro:

1. Tomar un archivo de lectura (extensión *.hobo*) que contenga los datos que se desean analizar. Se debe tener especial cuidado con la fecha en la que se recogieron los datos, ya que esto tiene influencia en los pasos posteriores.
2. Ingresar al asistente de compensación barométrica (recuadro azul en la Figura 7), en donde se escoge la densidad del agua (agua salobre) y la opción de "utilizar archivos de datos barométricos". Luego, se escoge un archivo que tenga registros de presión barométrica (datos recolectados con el sensor de presión barométrica ubicado en la casa del barrio Torices, que correspondan a la fecha de la lectura escogida en el paso anterior. El programa calcula entonces los niveles del agua (en metros) a través de la Ecuación 1. Hecho esto se crea una nueva serie de datos.
3. Seleccionar las series de datos de los parámetros medidos por el sensor que quieren visualizarse (presión absoluta, presión barométrica, temperatura y nivel del agua). Luego, tomar la opción "Trazado".
4. Una vez mostrado el registro se exportan los datos a Excel.

5. Los datos de niveles del agua se deben de sumar al valor correspondiente de la cota de referencia (que tiene valores negativos por ser una profundidad).

1.3.4 DATOS REGISTRADOS

Los registros de nivel de agua y temperatura de las series diarias en el periodo de 25Feb2017 a 8Julio2017 -estimados en el software HOBOWare Pro- fueron graficados de la siguiente manera: (a) serie completa para todos los cuerpos de agua en una sola gráfica (Figuras 1-7 y 1-8); (b) serie completa para cada cuerpo de agua individualmente (Figuras 13 a 24); y (c) serie seccionada semanalmente para todos los cuerpos de agua (Figuras 25 a 46), con el fin de visualizar mejor los cambios de niveles y la dirección del flujo de agua en los diferentes cuerpos de agua a través del tiempo (cosa que no puede apreciarse en la serie completa de la parte a). Adicionalmente, se realizó un análisis de los valores máximos y mínimos de nivel de agua y temperatura para cada uno de los cuerpos de agua y se anotó también el día y la hora en el que los valores se dieron.

Nota: cabe destacar que las fechas mostradas en las gráficas y en las tablas de temperatura y nivel del agua están en formato mm/dd/aa (mes, día y año).

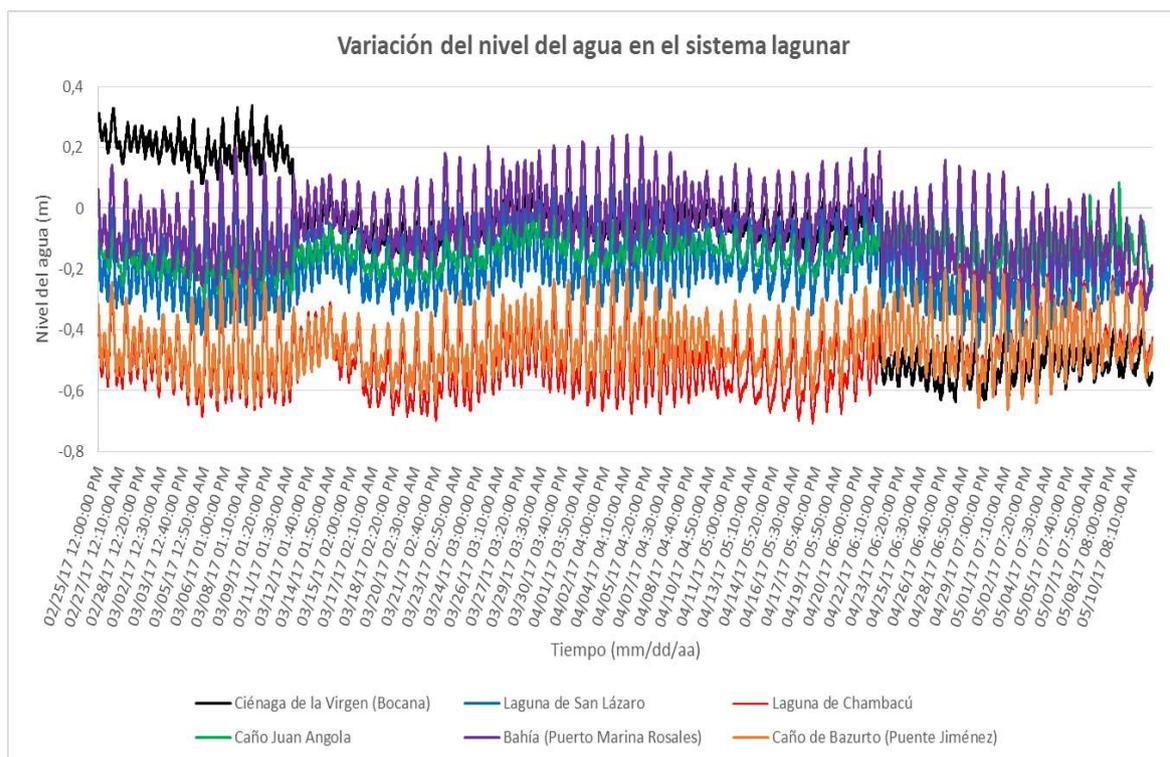


FIGURA 1-5. SERIE COMPLETA DE NIVELES DE AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA

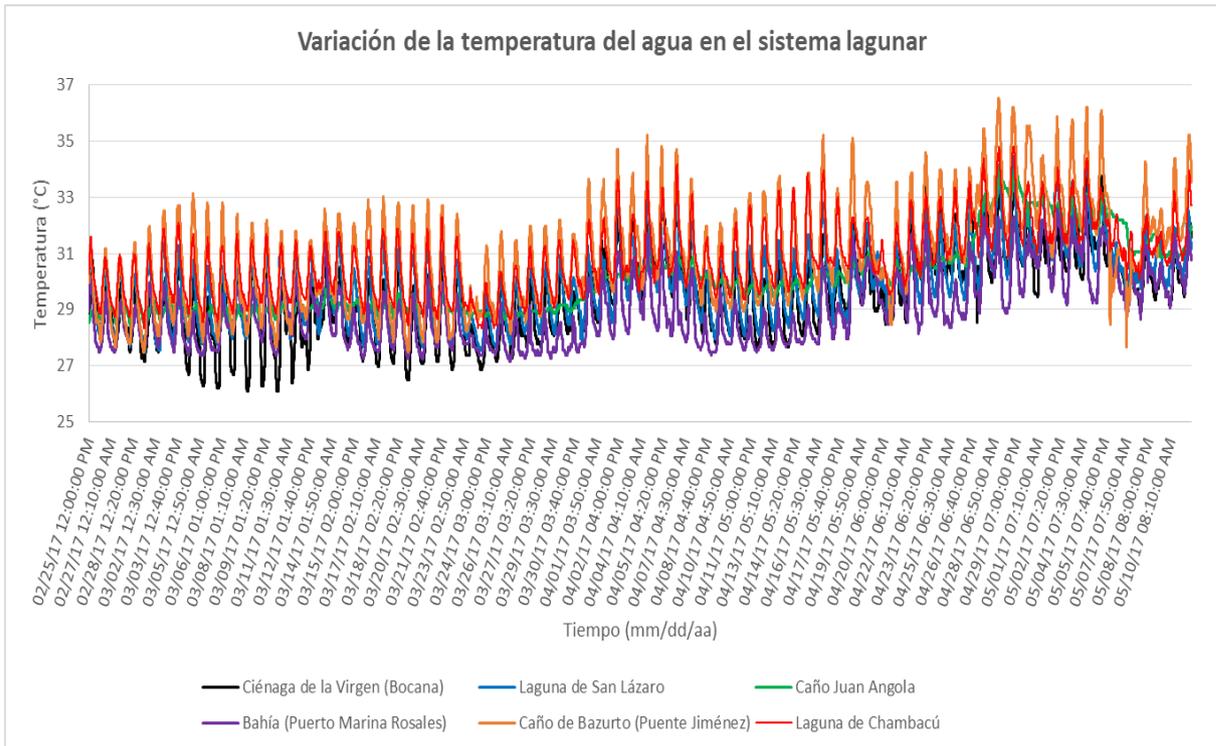


FIGURA 1-6. SERIE COMPLETA DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA

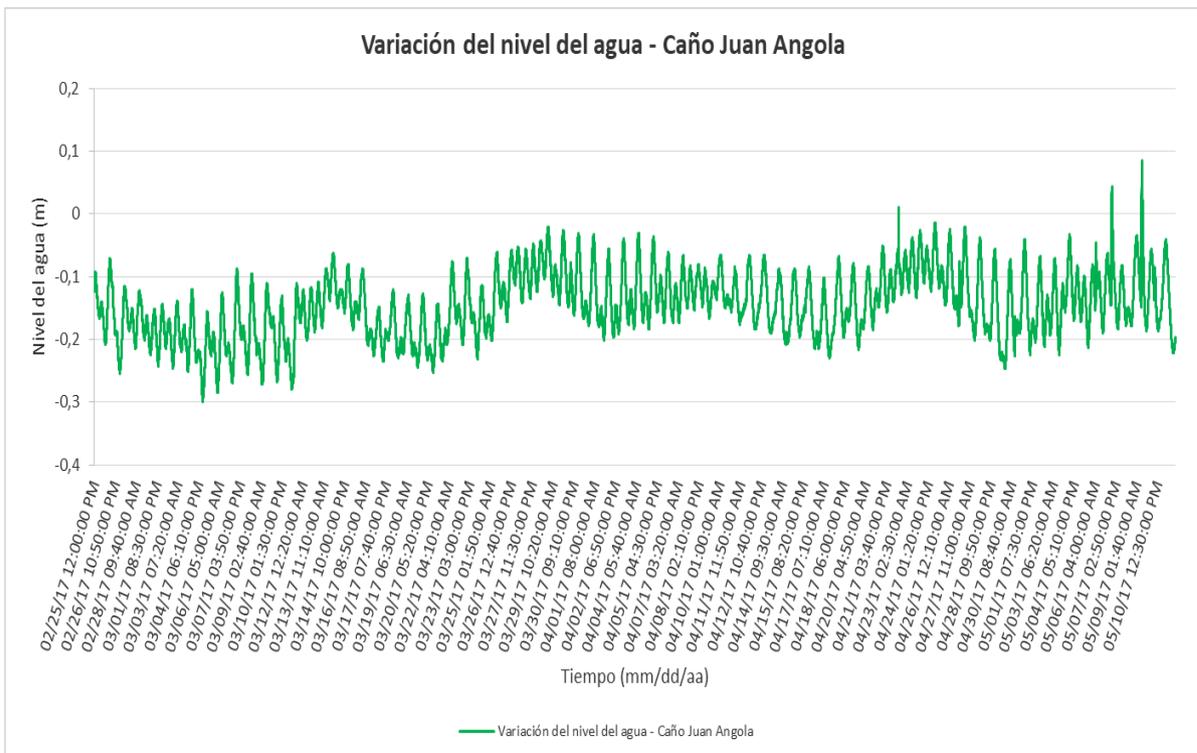


FIGURA 1-7. SERIE COMPLETA DE NIVELES DE AGUA CAÑO JUAN ANGOLA

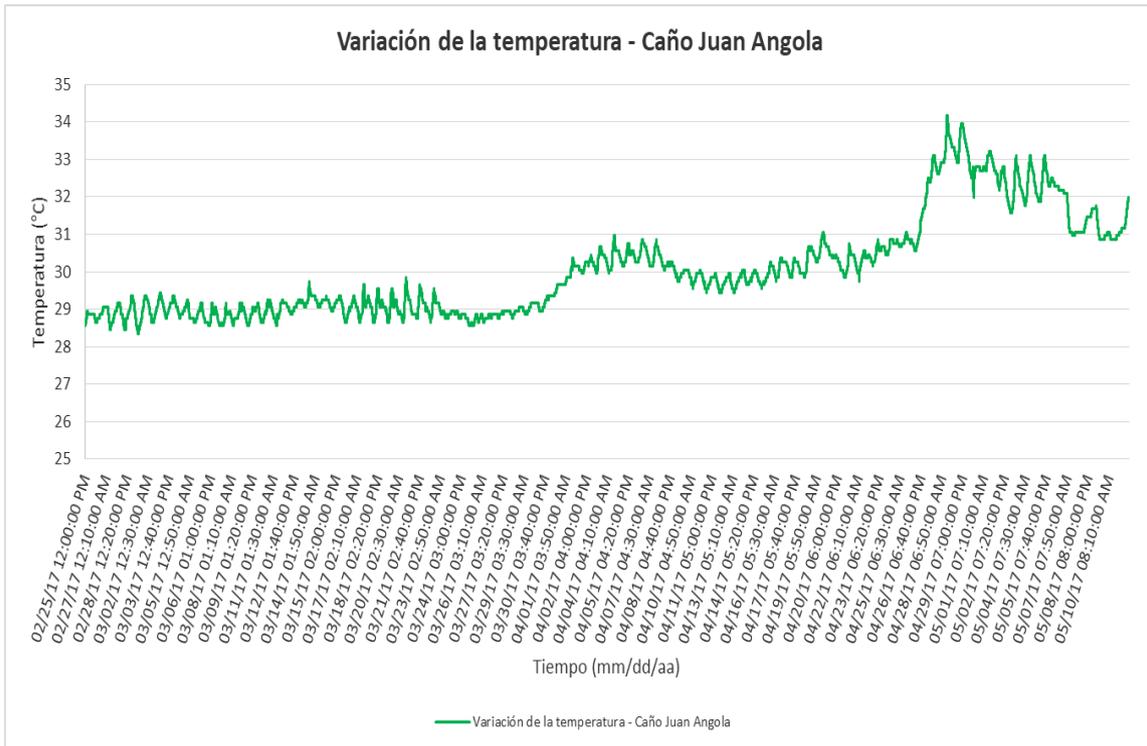


FIGURA 1-8. SERIE COMPLETA DE TEMPERATURA DEL AGUA CAÑO JUAN ANGOLA

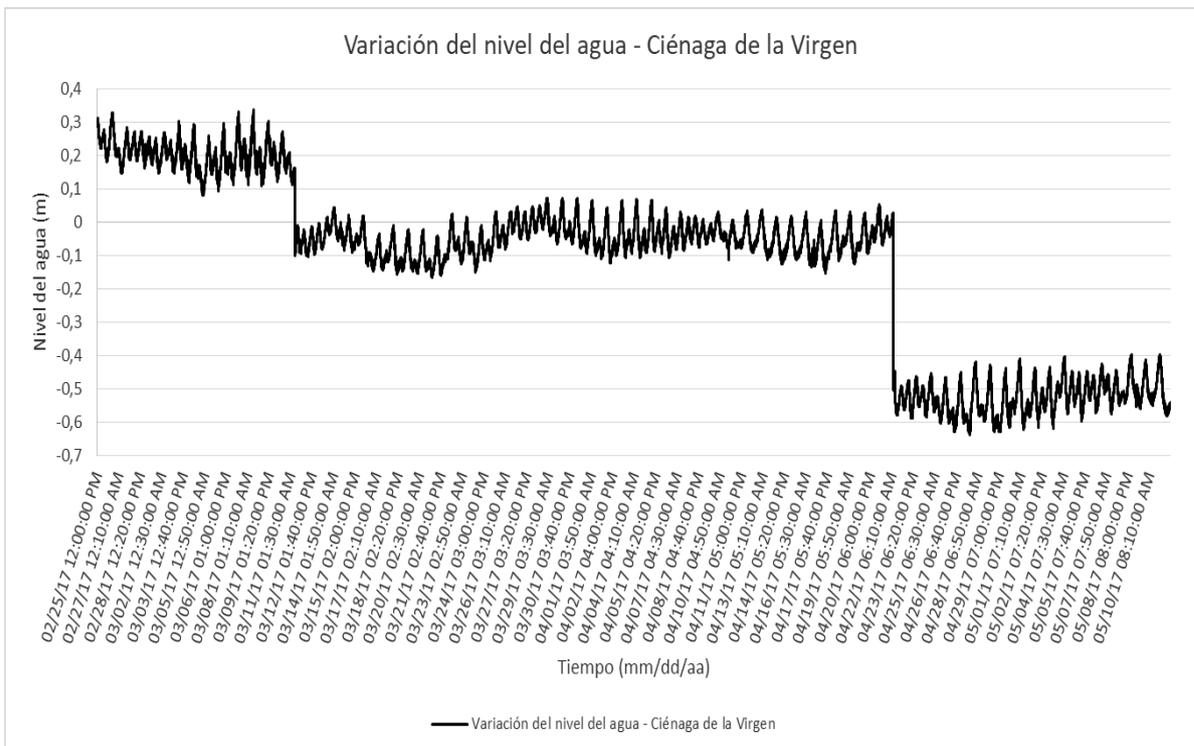


FIGURA 1-9. SERIE COMPLETA DE NIVELES DE AGUA CIÉNAGA DE LA VIRGEN

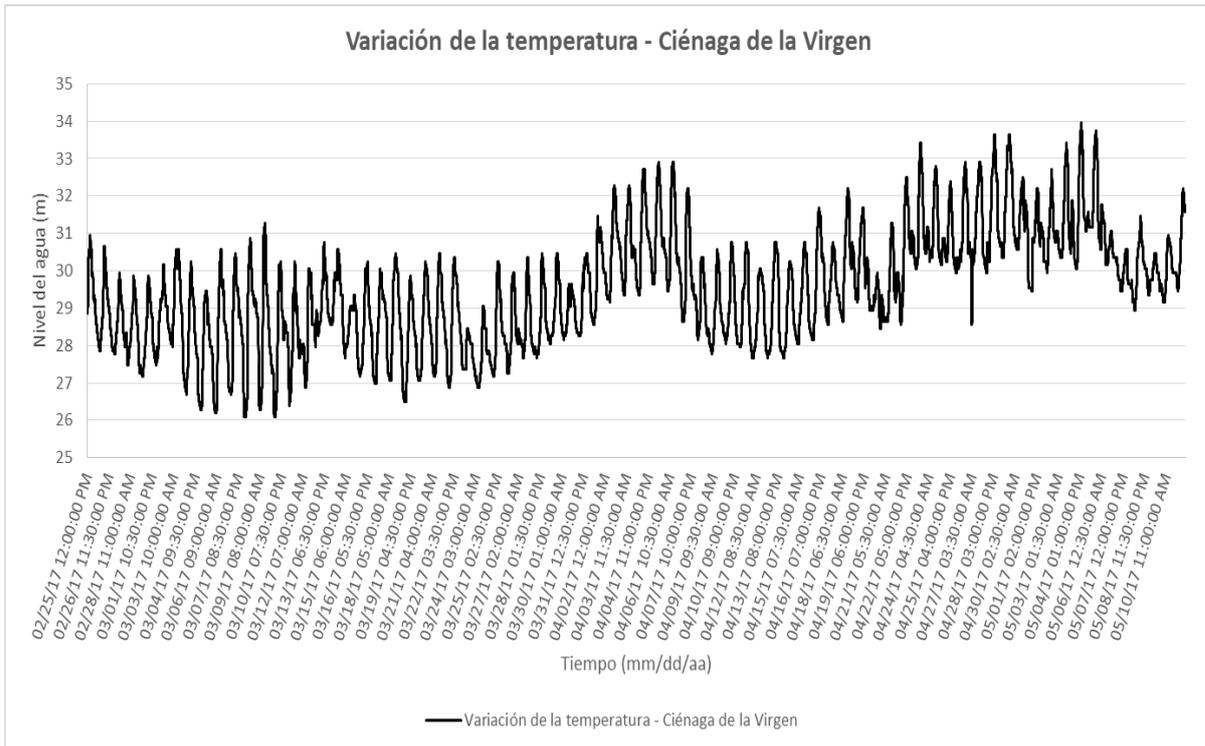


FIGURA 1-10. SERIE COMPLETA DE TEMPERATURA DEL AGUA CIÉNAGA DE LA VIRGEN

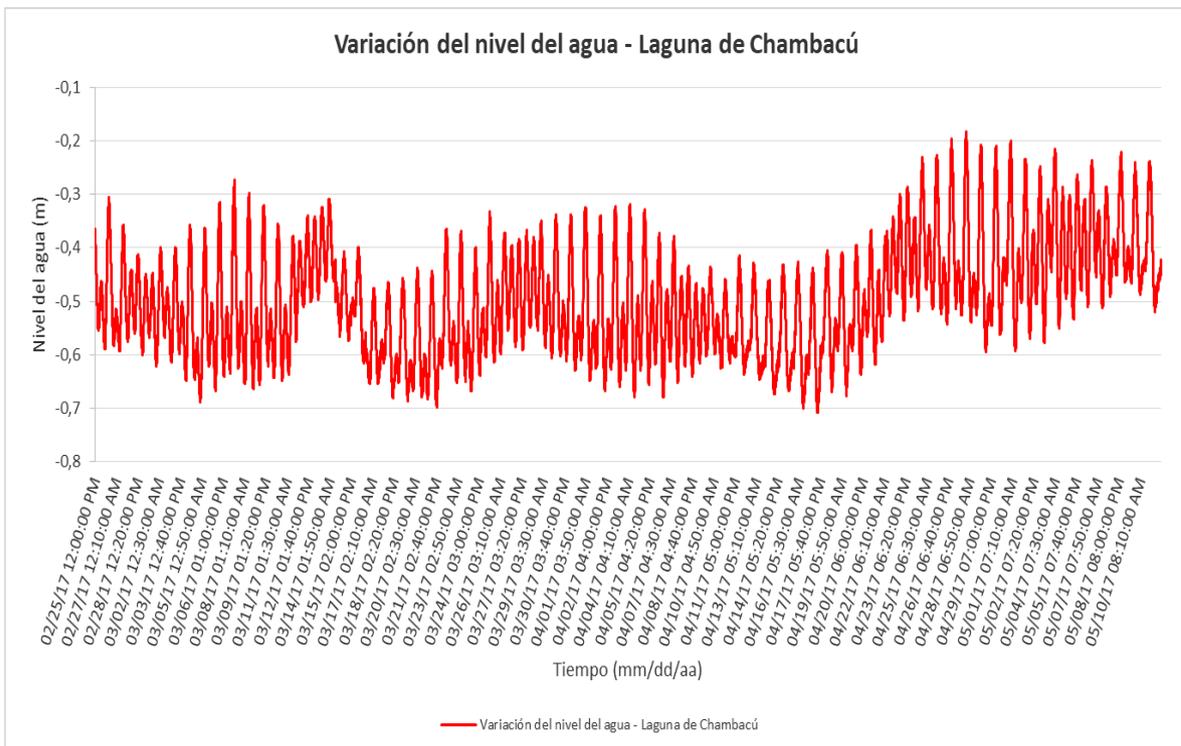


FIGURA 1-11. SERIE COMPLETA DE NIVELES DE AGUA LAGUNA DE CHAMBACÚ

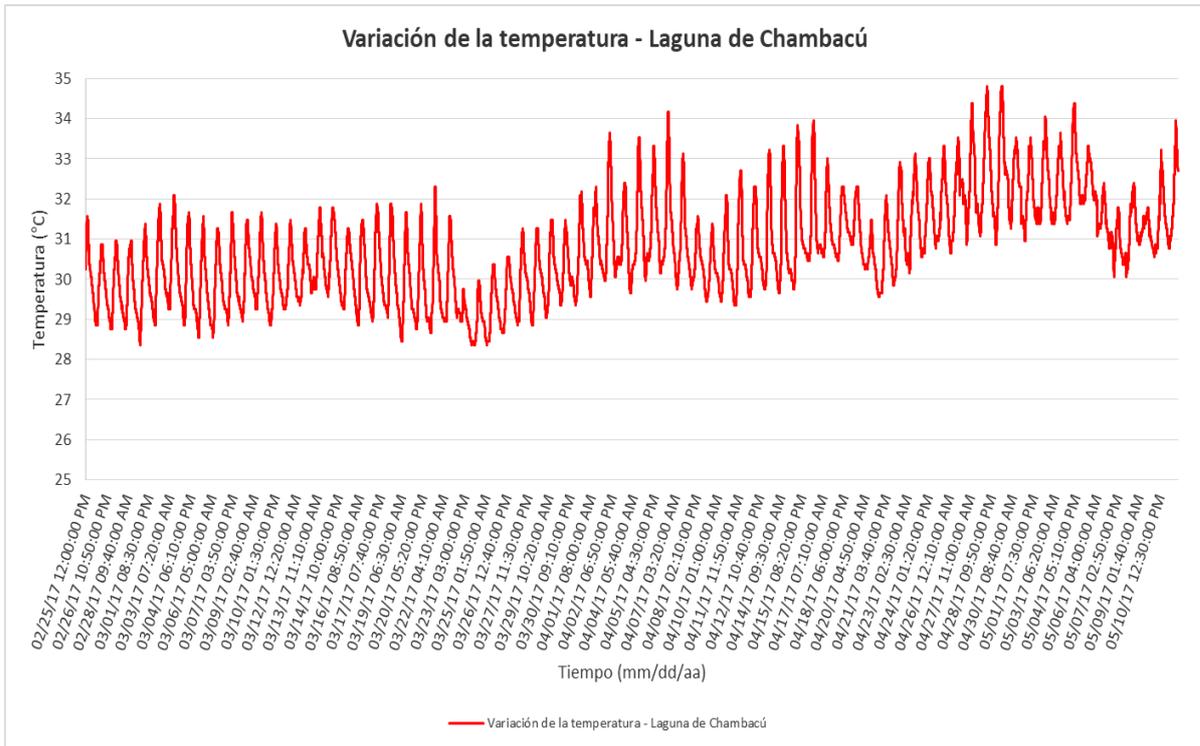


FIGURA 1-12. SERIE COMPLETA DE TEMPERATURA DEL AGUA LAGUNA DE CHAMBACÚ

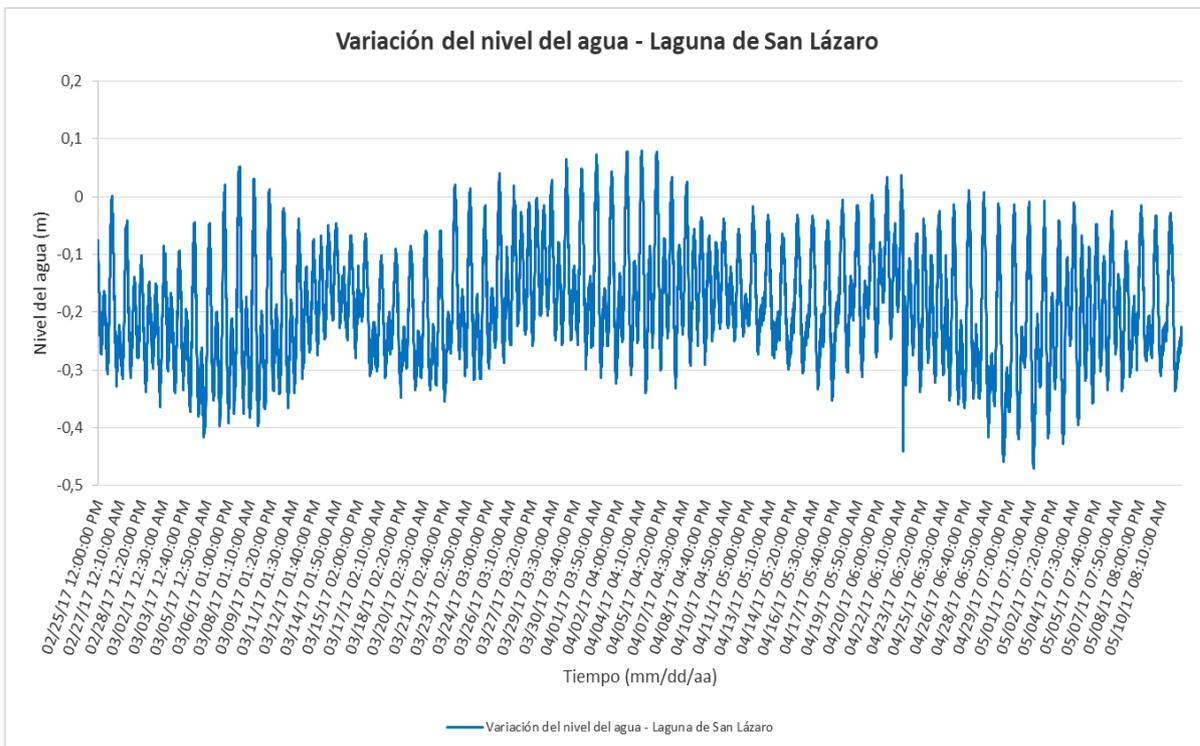


FIGURA 1-13. SERIE COMPLETA DE NIVELES DE AGUA LAGUNA DE SAN LÁZARO

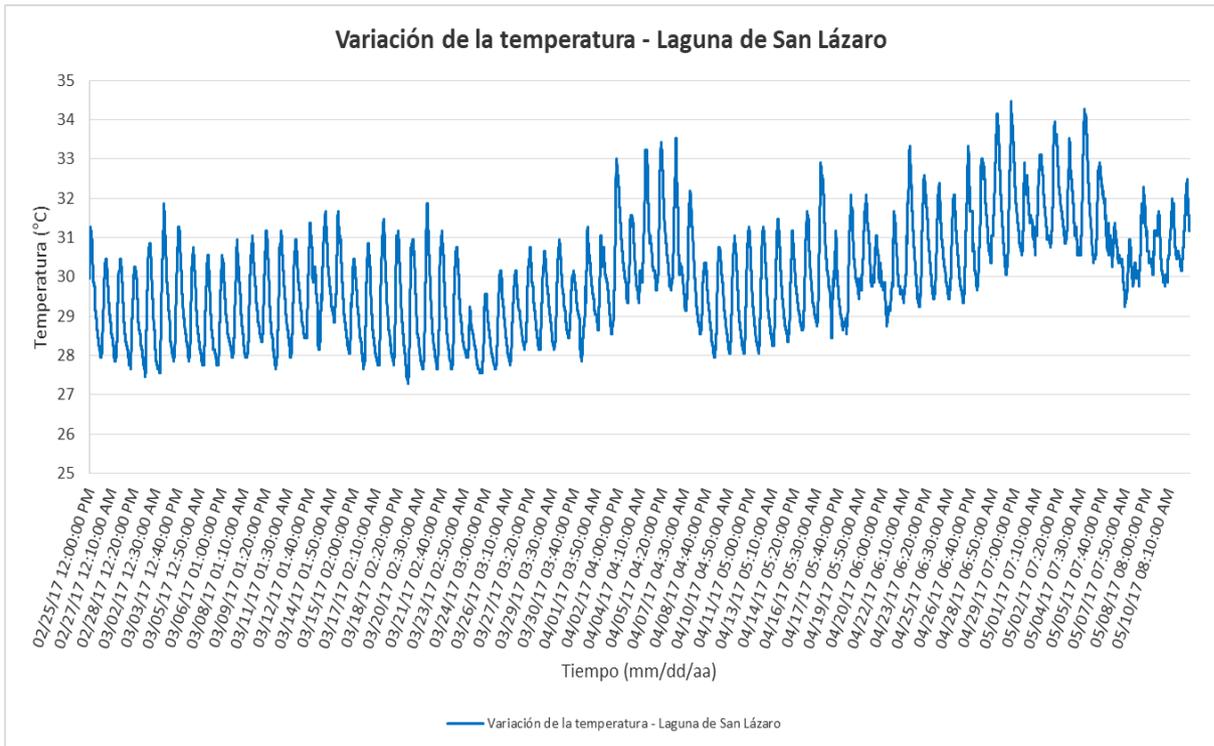


FIGURA 1-14. SERIE COMPLETA DE TEMPERATURA DEL AGUA LAGUNA DE SAN LÁZARO

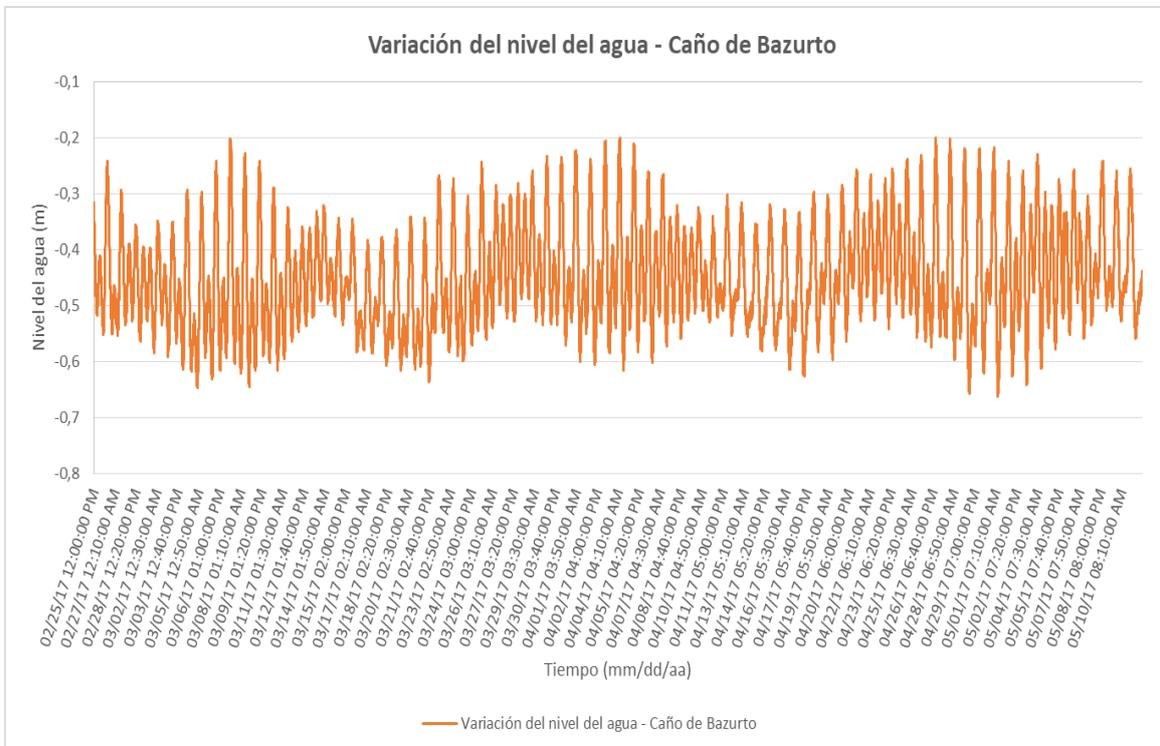


FIGURA 1-15. SERIE COMPLETA DE NIVELES DE AGUA CAÑO DE BAZURTO

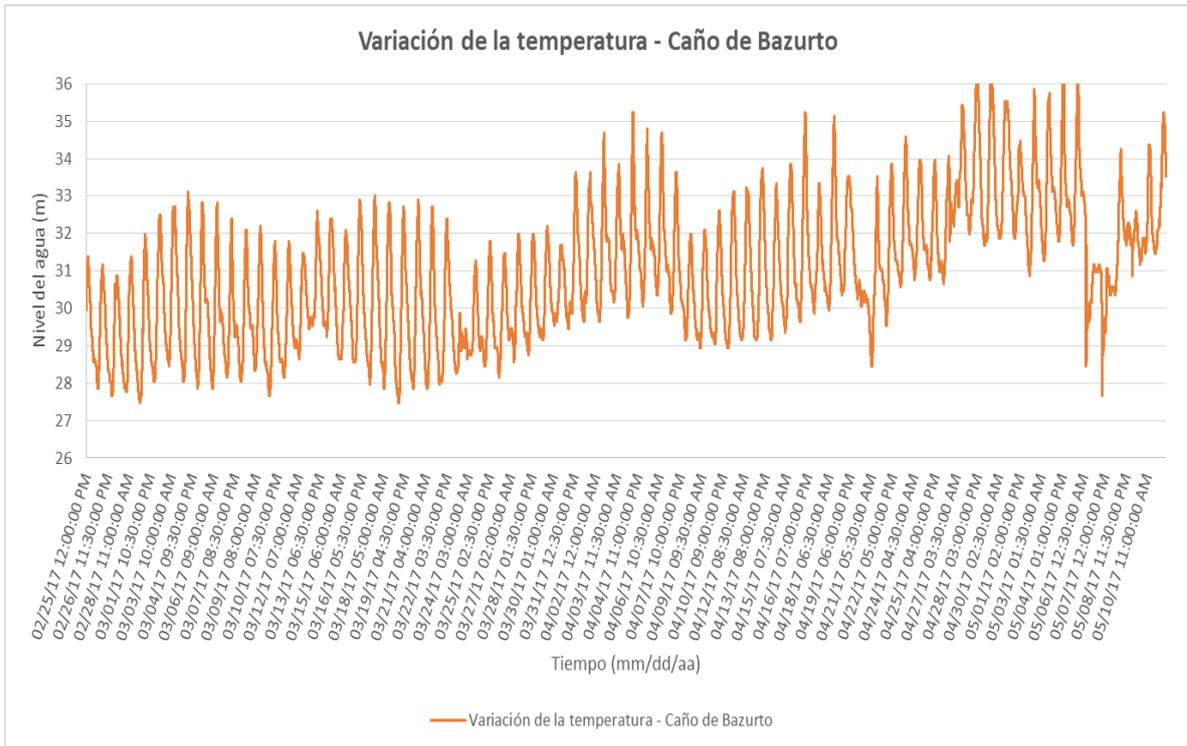


FIGURA 1-16. SERIE COMPLETA DE TEMPERATURA DEL AGUA CAÑO DE BAZURTO

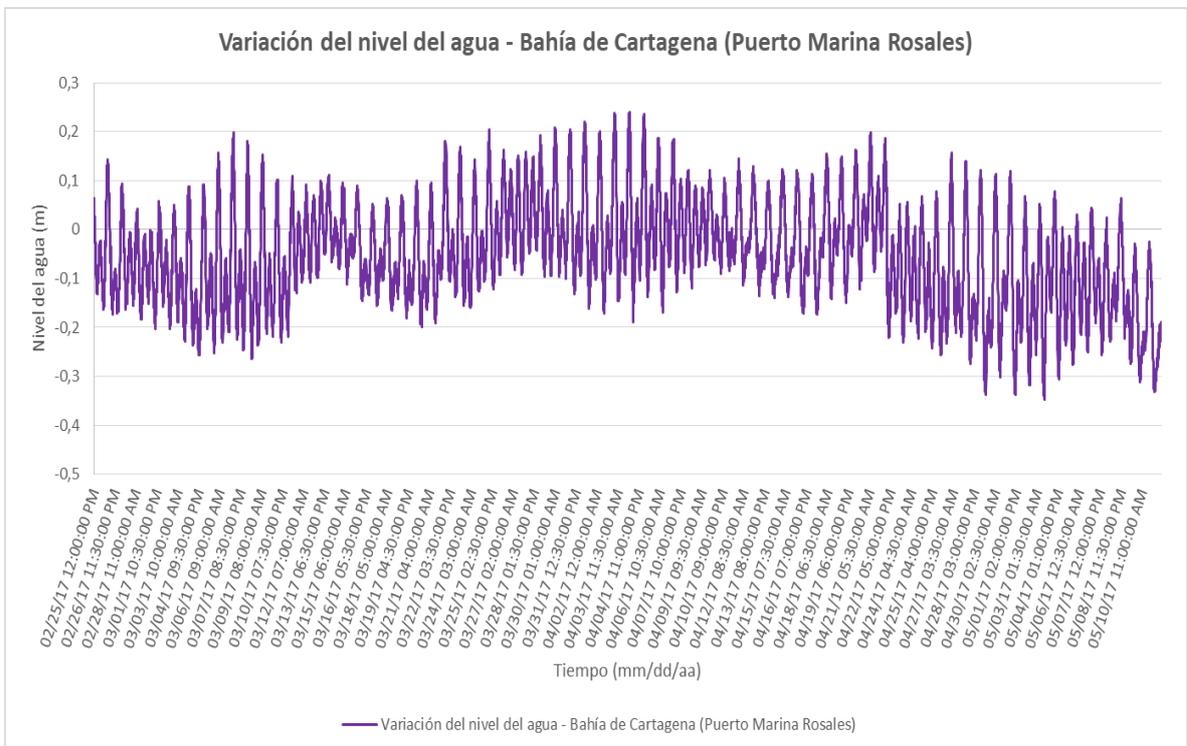


FIGURA 1-17. SERIE COMPLETA DE NIVELES DE AGUA BAHÍA DE CARTAGENA (EN MARINA ROSALES)

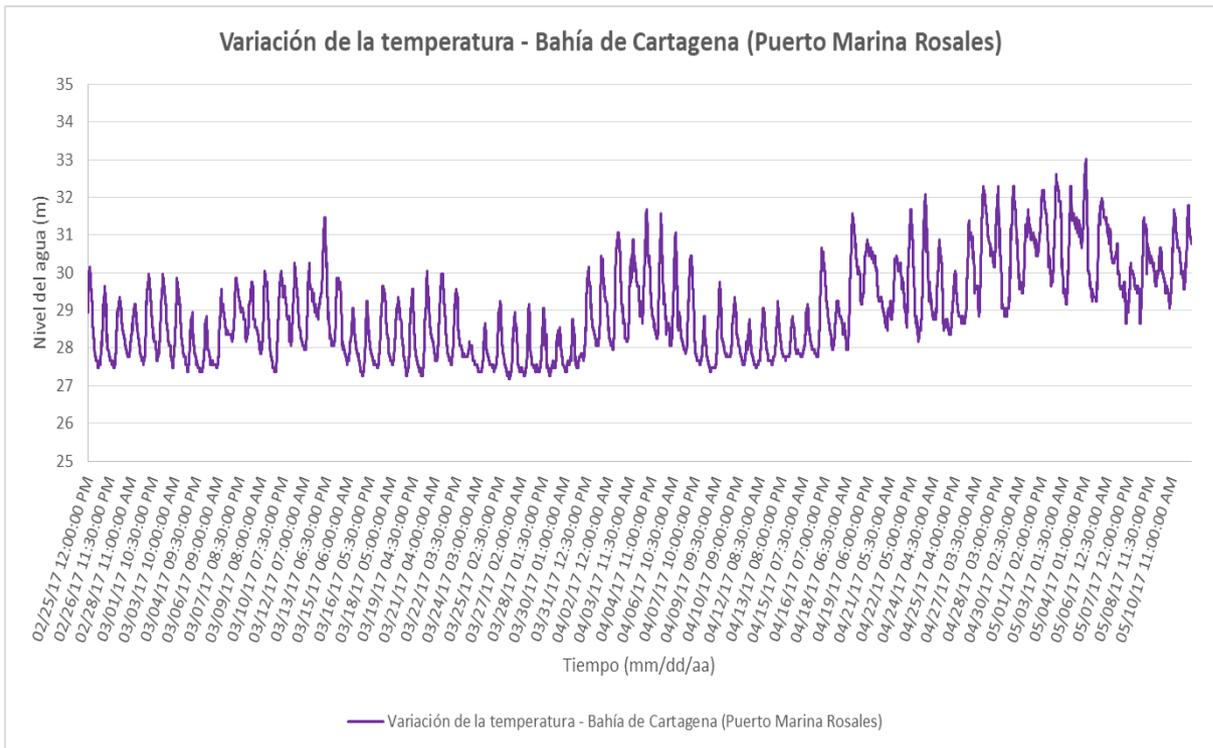


FIGURA 1-18. SERIE COMPLETA DE TEMPERATURA DEL AGUA BAHÍA DE CARTAGENA (EN LA MARINA ROSALES)

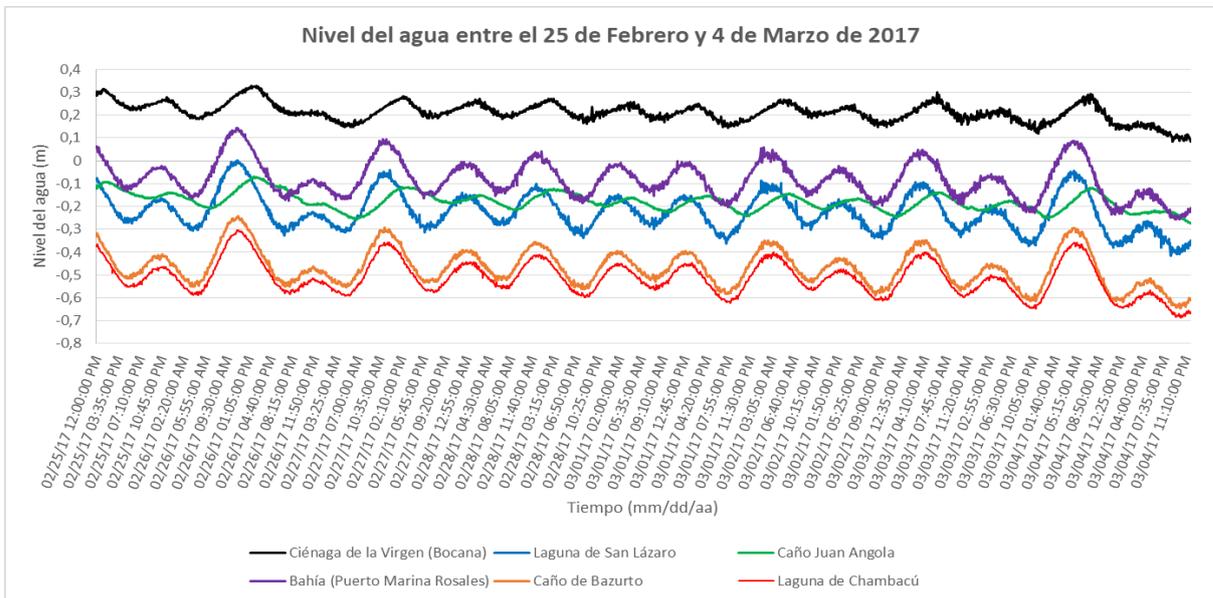


FIGURA 1-19. SERIE SEMANAL DE NIVEL DE AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –25FEB2017 A 4MARZO2017–

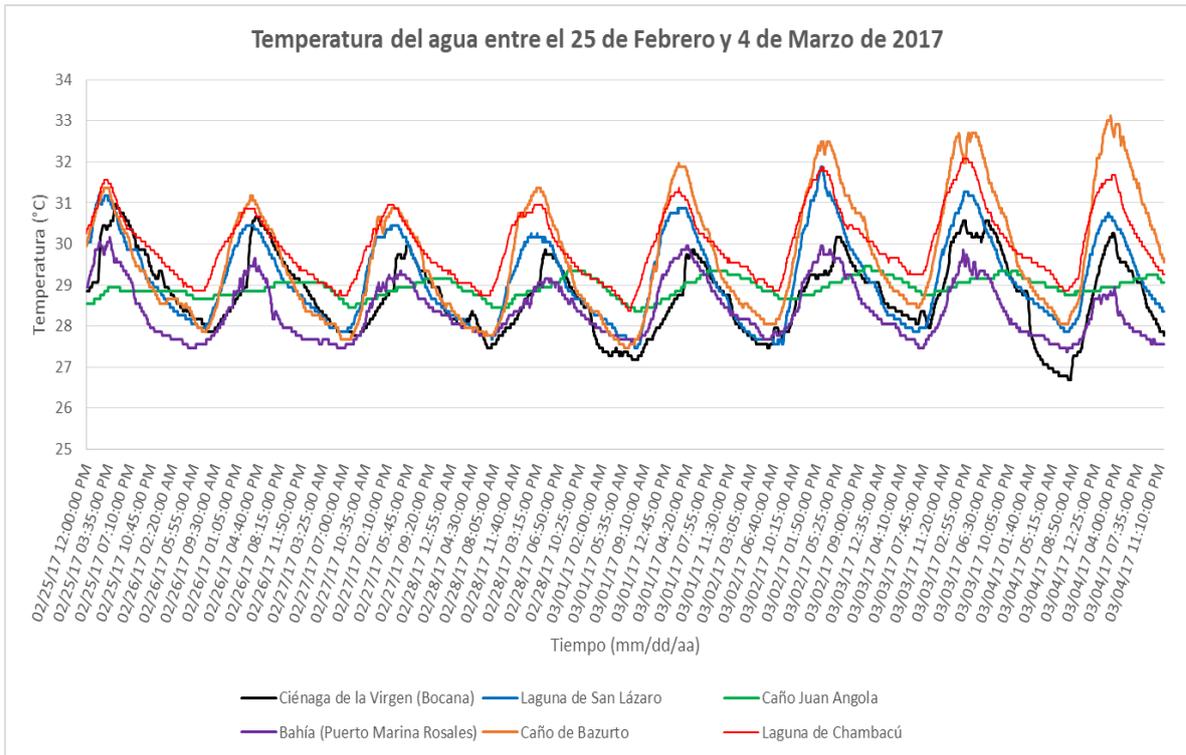


FIGURA 1-20. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –25FEB2017 A 4MARZO2017–

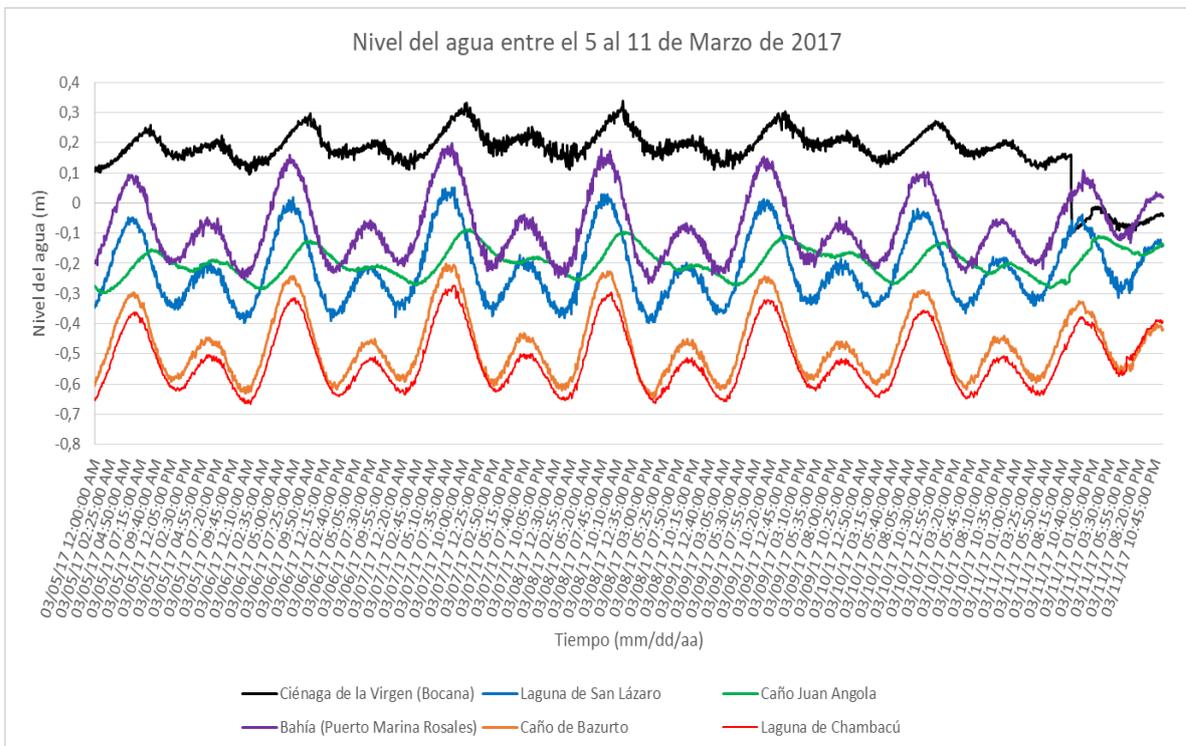


FIGURA 1-21. SERIE SEMANAL DE NIVEL DE AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –5MARZO2017 A 11MARZO2017–

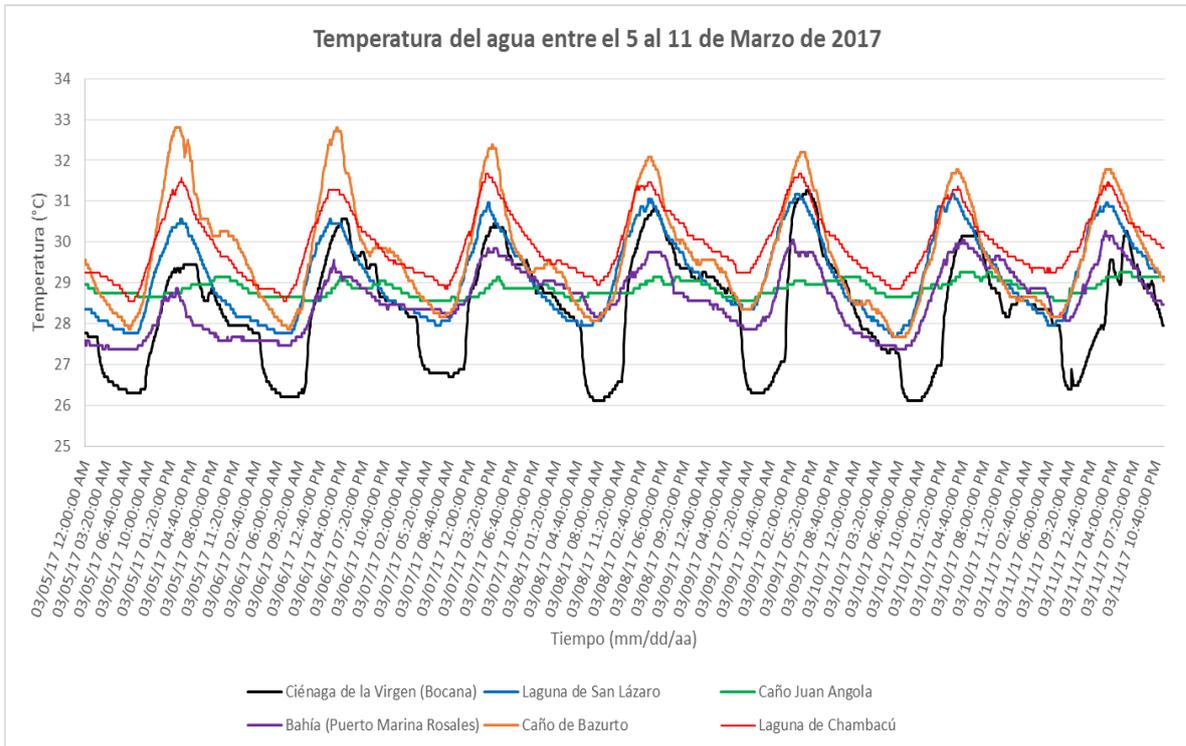


FIGURA 1-22. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –5MARZO2017 A 11MARZO2017

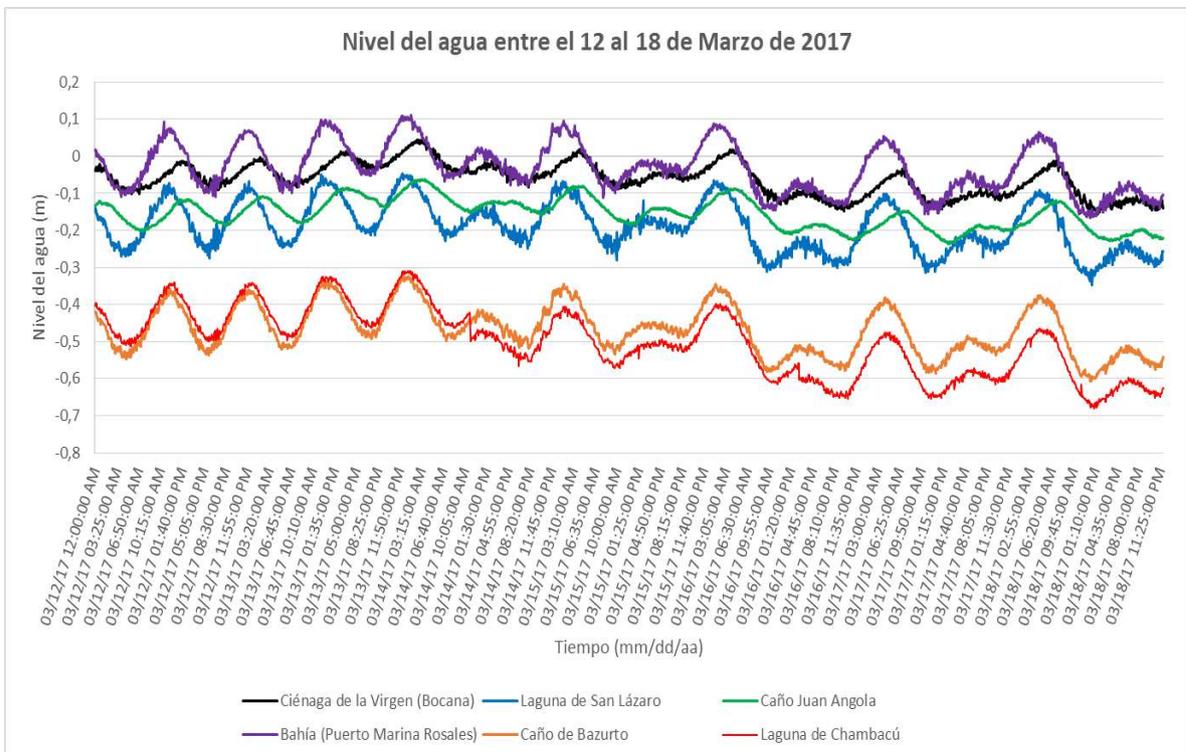


FIGURA 1-23. SERIE SEMANAL DE NIVEL DE AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –12MARZO2017 A 18MARZO2017–

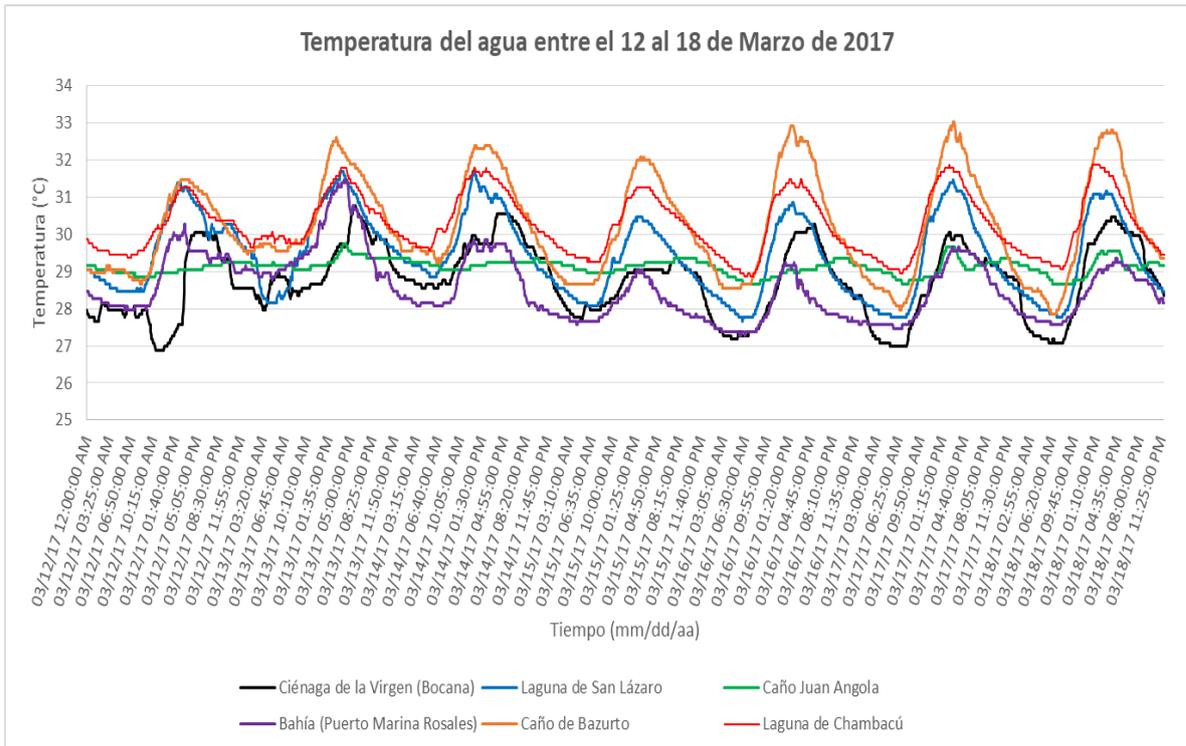


FIGURA 1-24. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA -12MARZO2017 A 18MARZO2017-

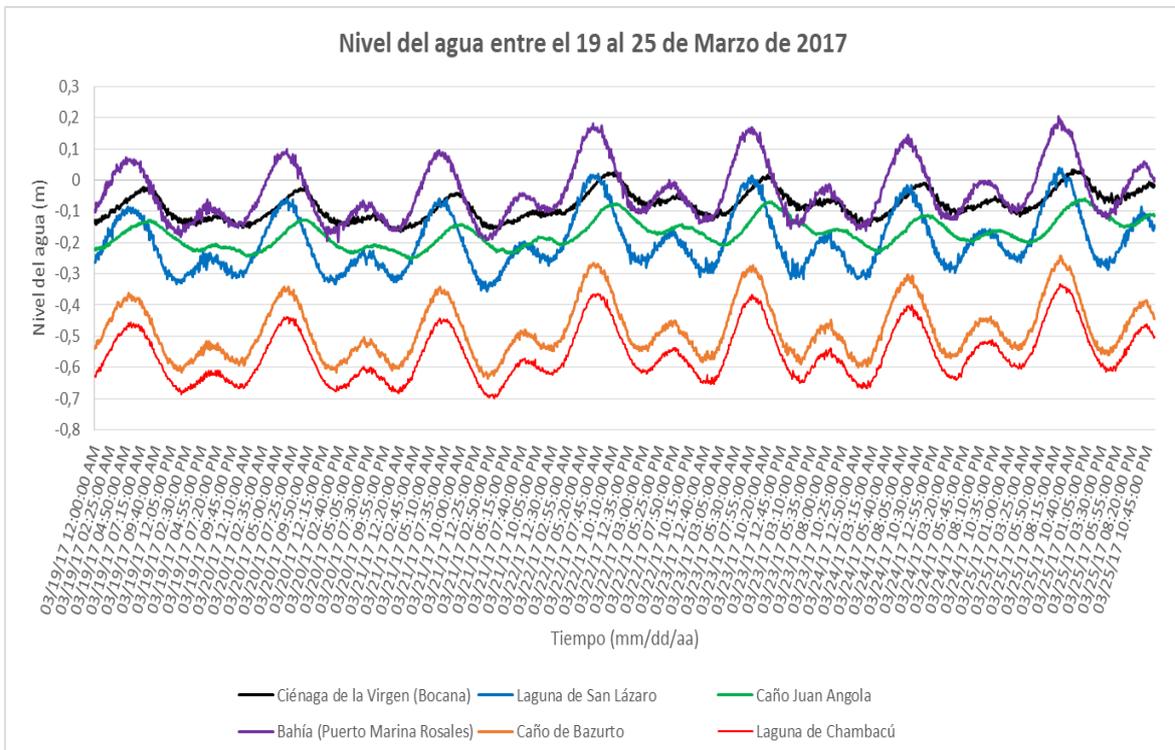


FIGURA 1-25. SERIE SEMANAL DE NIVEL DE AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA -19MARZO2017 A 25MARZO2017-

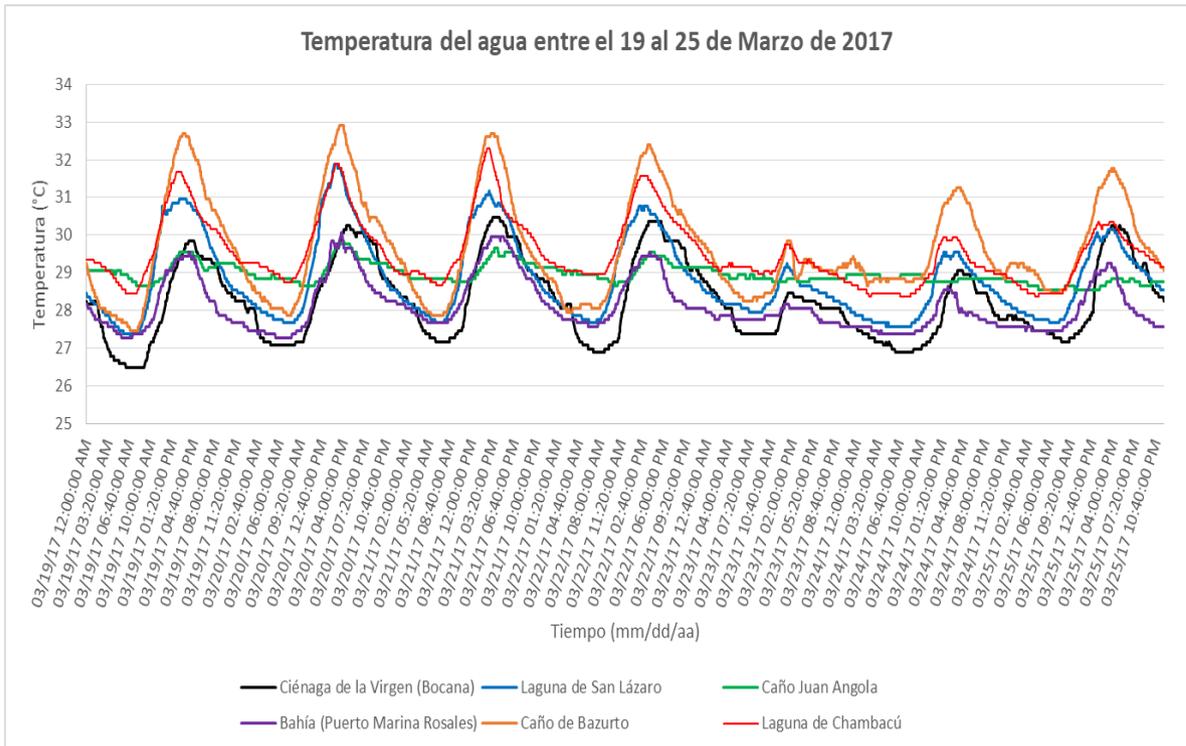


FIGURA 1-26. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –19MARZO2017 A 25MARZO2017–

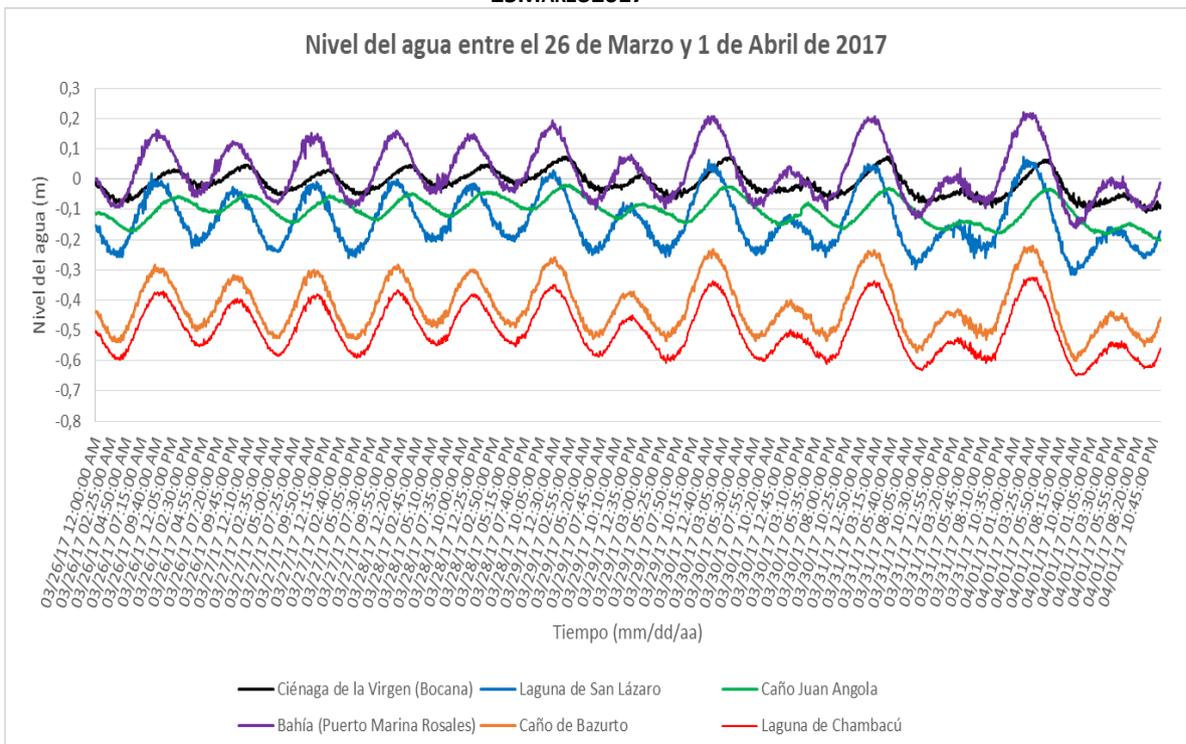


FIGURA 1-27. SERIE SEMANAL DE NIVEL DE AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –26MARZO2017 A 1ABRIL2017–

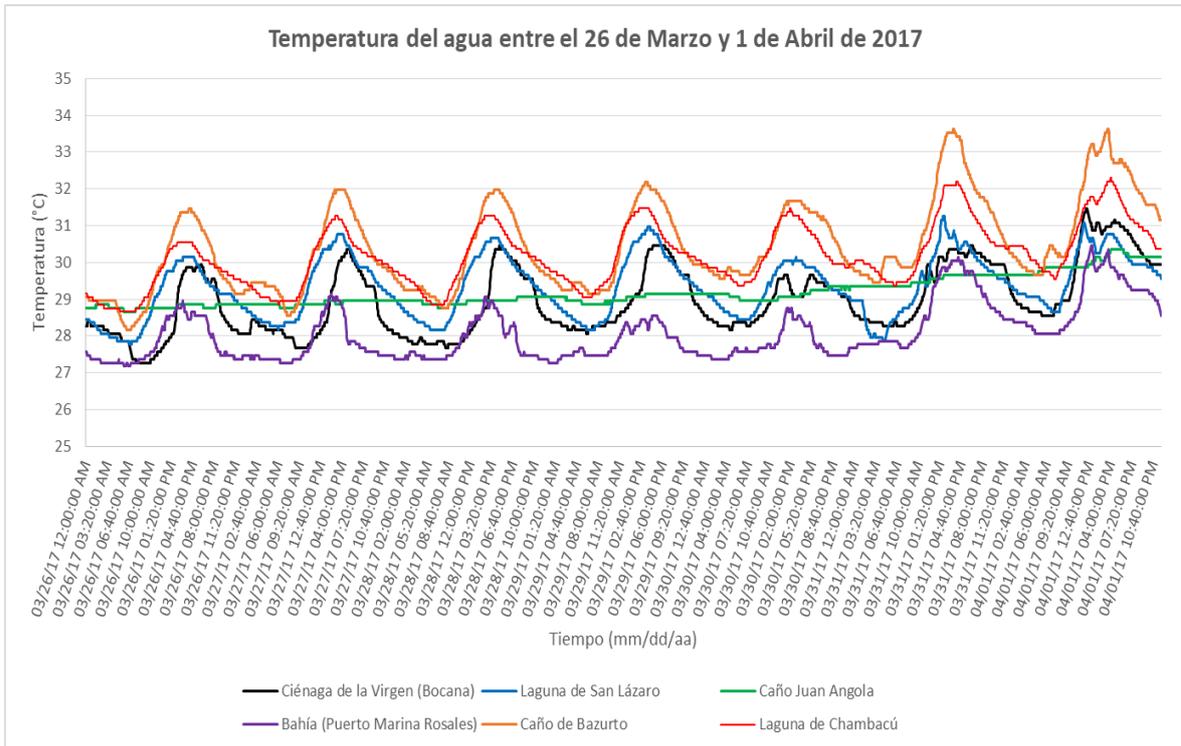


FIGURA 1-28. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –26MARZO2017 A 1ABRIL2017–

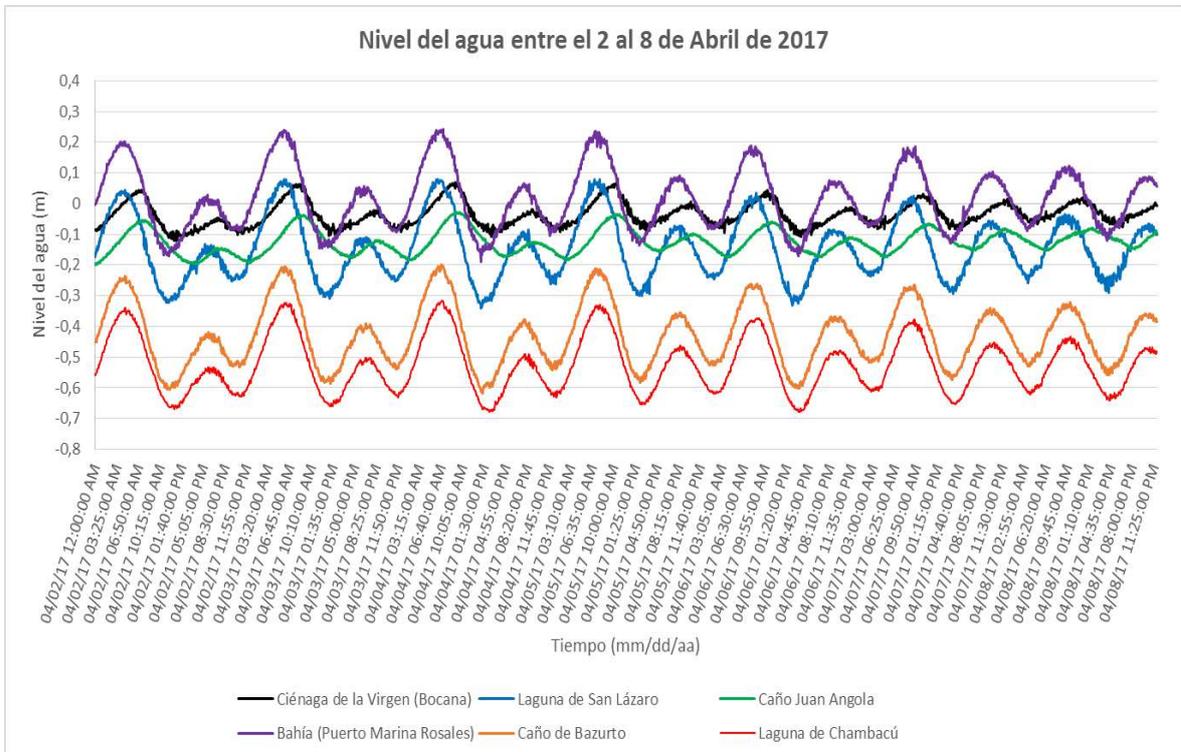


FIGURA 1-29. SERIE SEMANAL DE NIVEL DE AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –2ABRIL2017 A 8ABRIL2017–

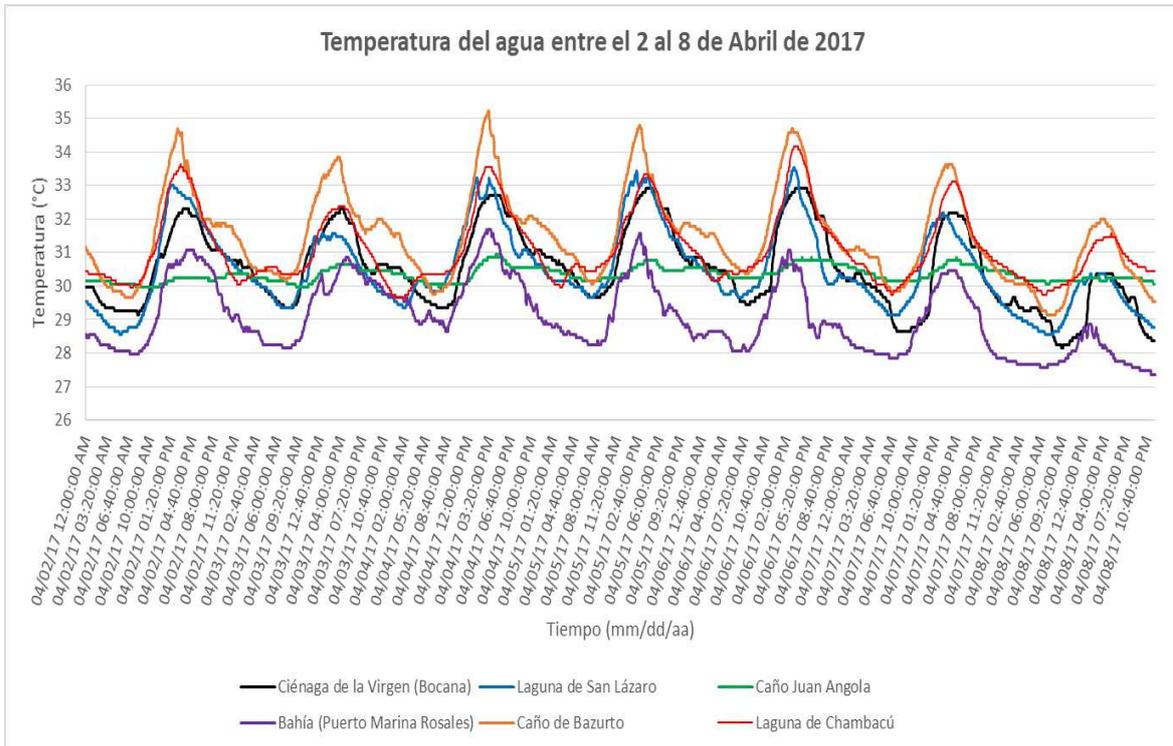


FIGURA 1-30. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –2ABRIL2017 A 8ABRIL2017–

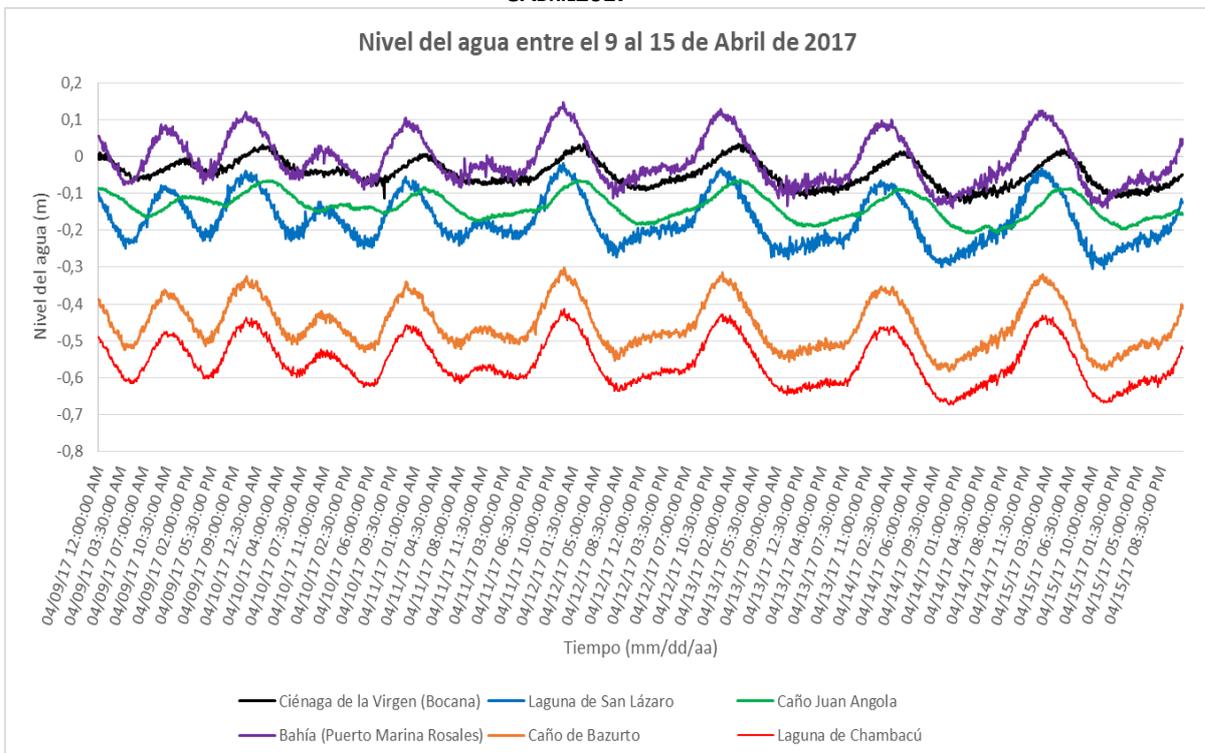


FIGURA 1-31. SERIE SEMANAL DE NIVEL DE AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –9ABRIL2017 A 15ABRIL2017–

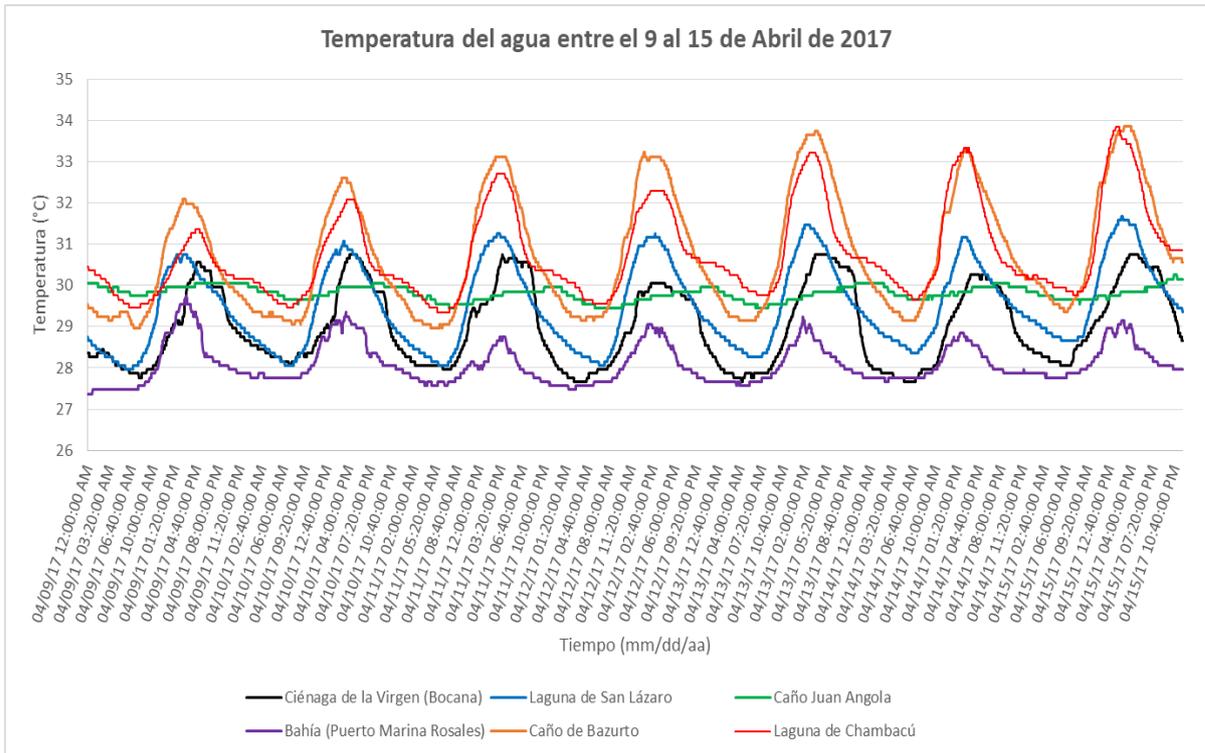


FIGURA 1-32. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –9ABRIL2017 A 15ABRIL2017–

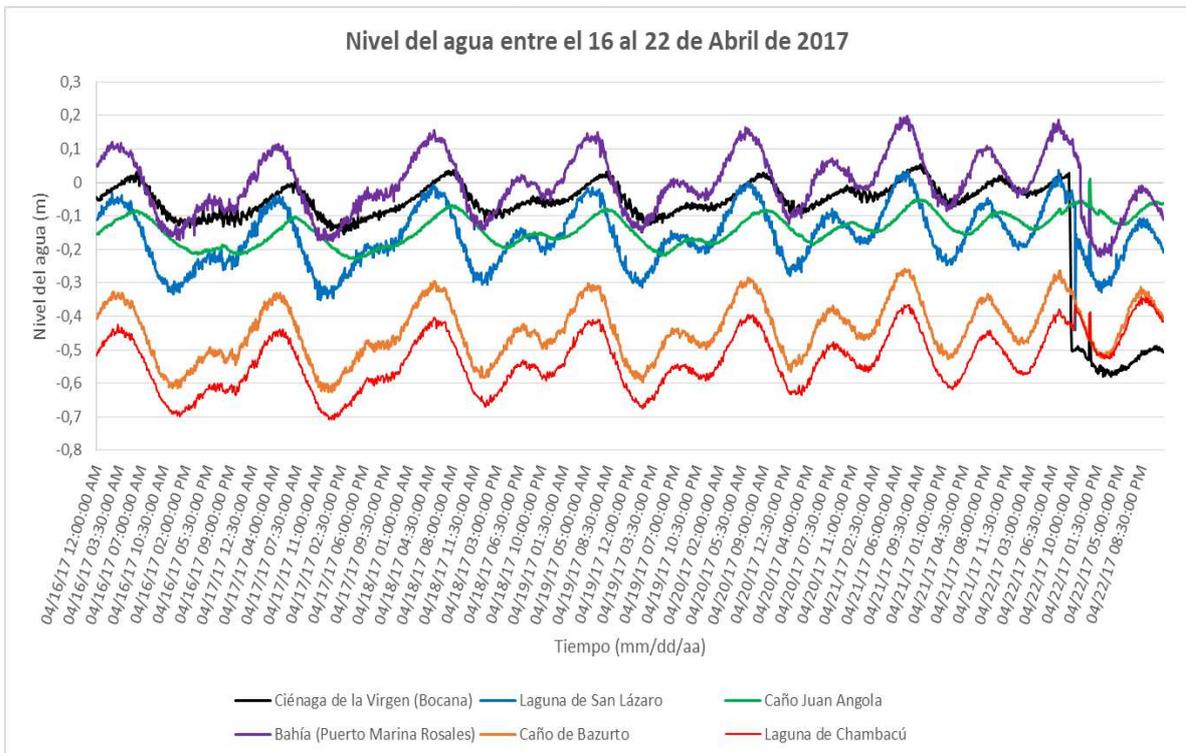


FIGURA 1-33. SERIE SEMANAL DE NIVEL DE AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –16ABRIL2017 A 22ABRIL2017–

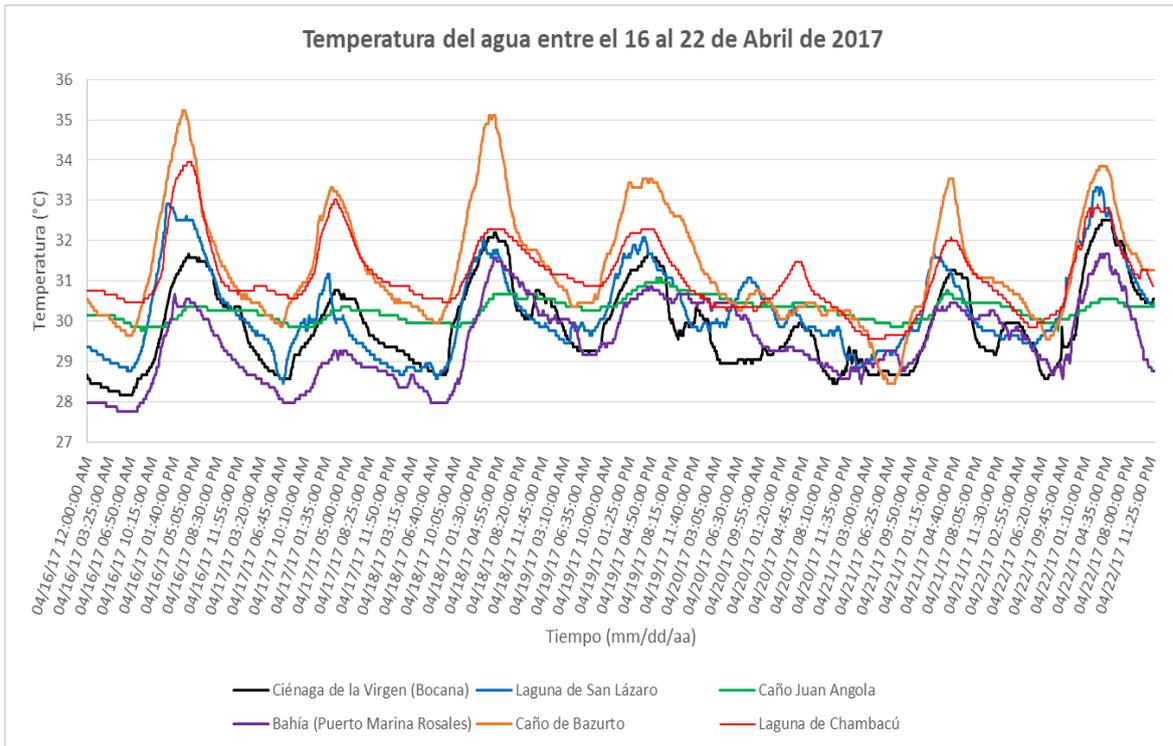


FIGURA 1-34. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –16ABRIL2017 A 22ABRIL2017–

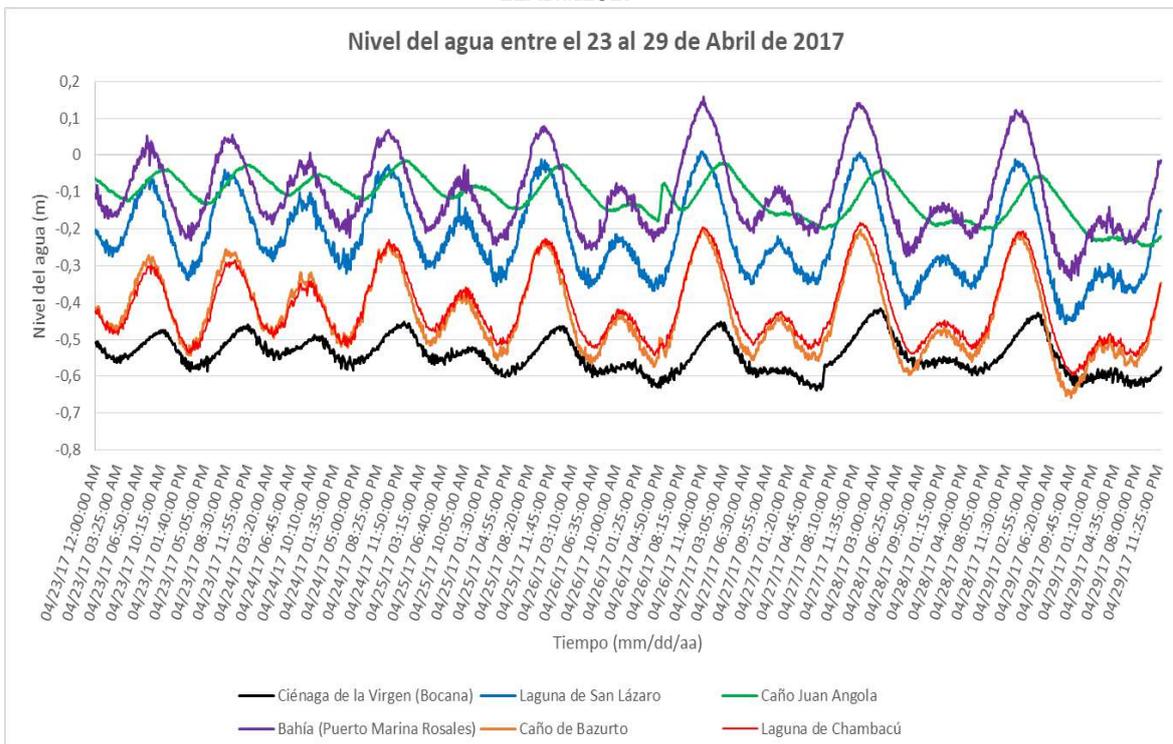


FIGURA 1-35. SERIE SEMANAL DE NIVEL DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –23ABRIL2017 A 29ABRIL2017–

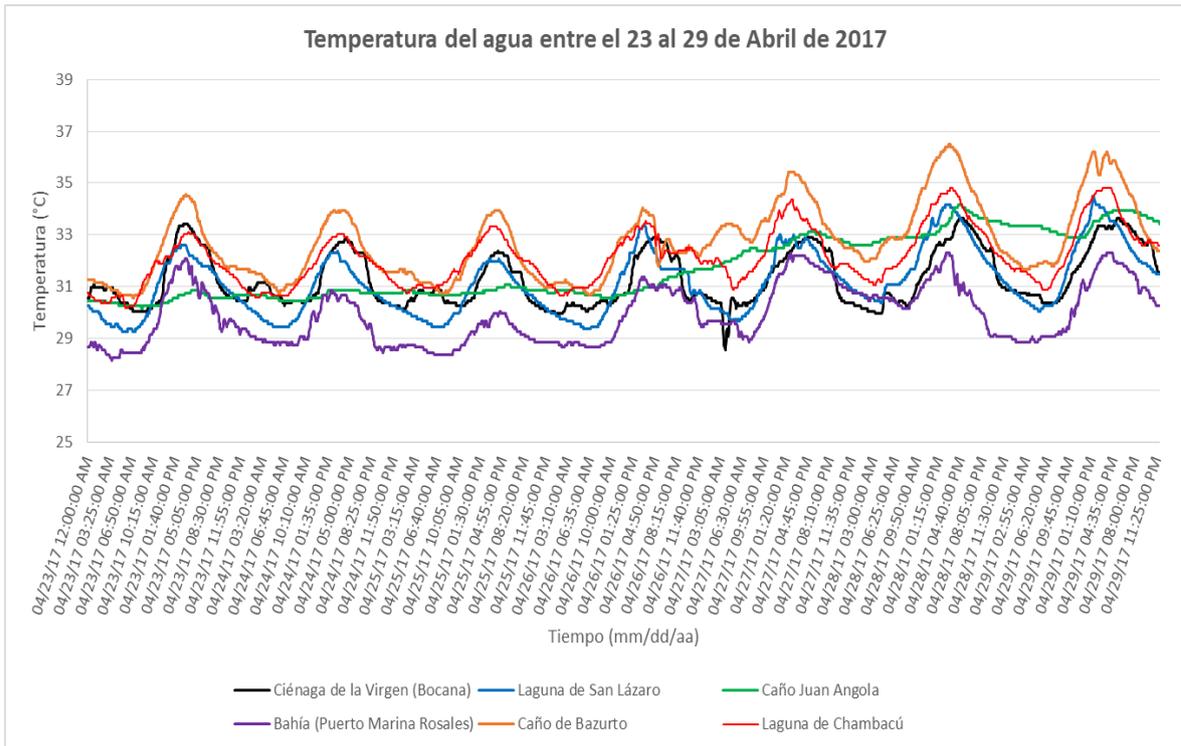


FIGURA 1-36. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –23ABRIL2017 A 29ABRIL2017–

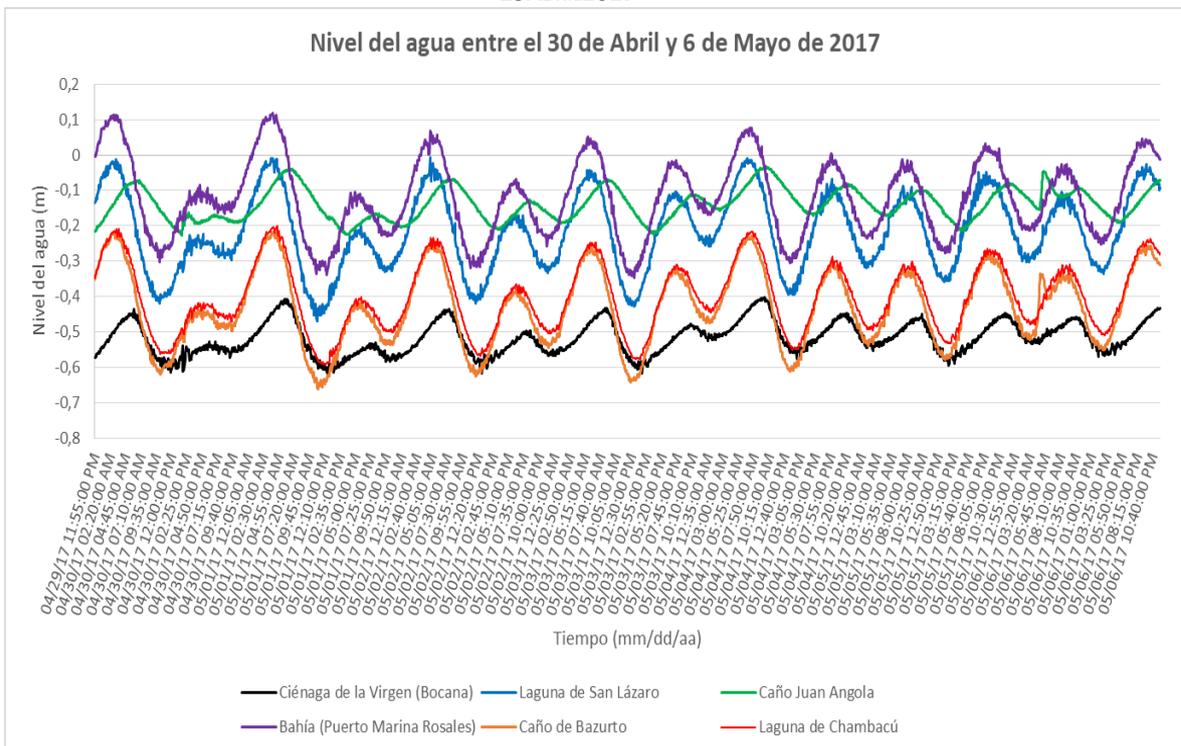


FIGURA 1-37. SERIE SEMANAL DE NIVEL DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –30ABRIL2017 A 6MAYO2017–

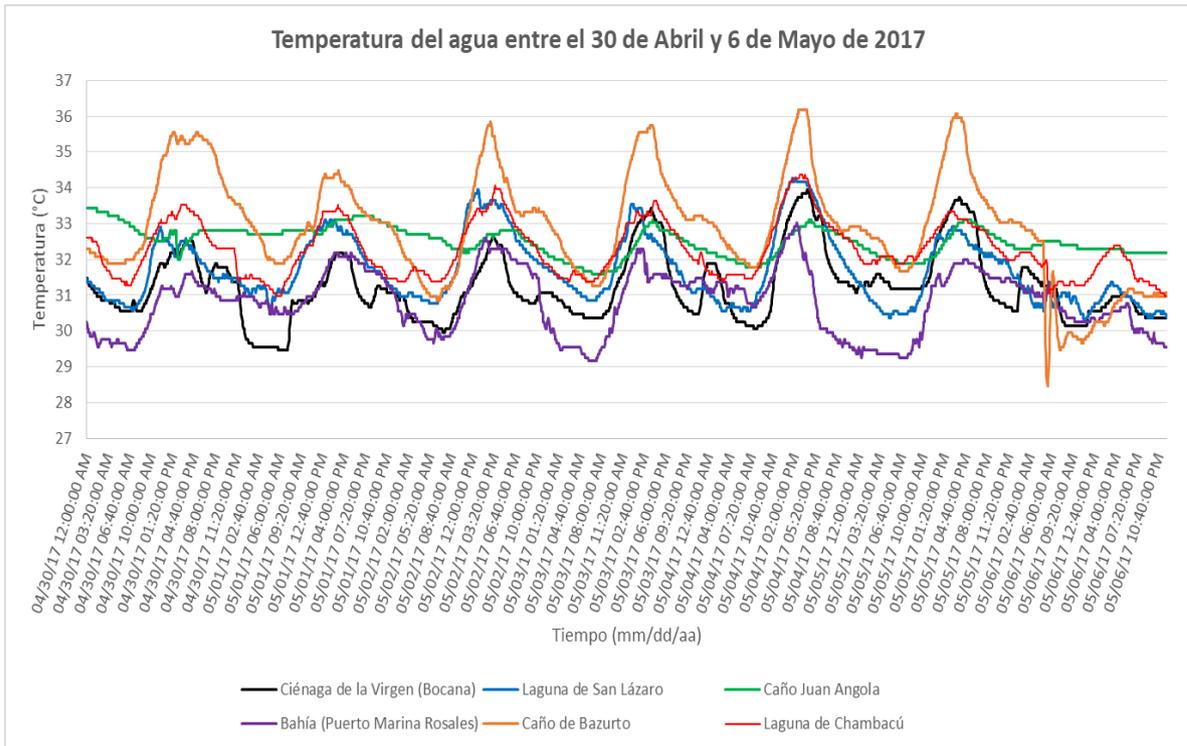


FIGURA 1-38. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –30ABRIL2017 A 6MAYO2017–

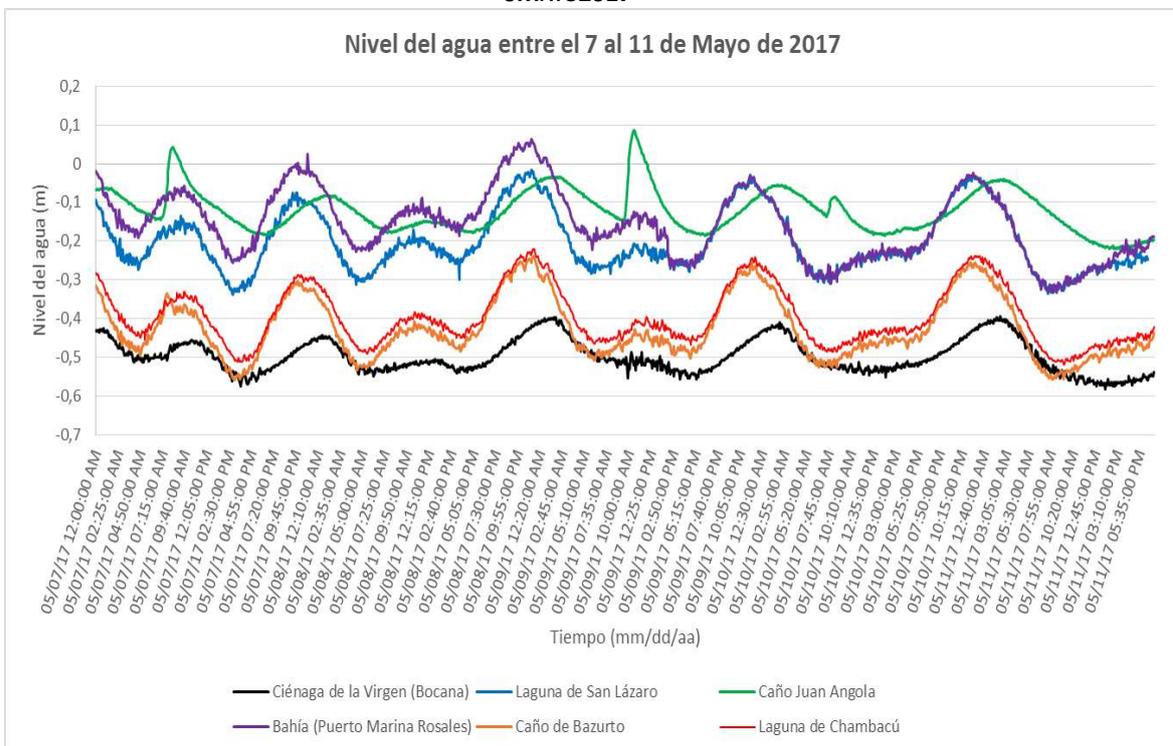


FIGURA 1-39. SERIE SEMANAL DE NIVEL DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –7MAYO2017 A 11MAYO2017–

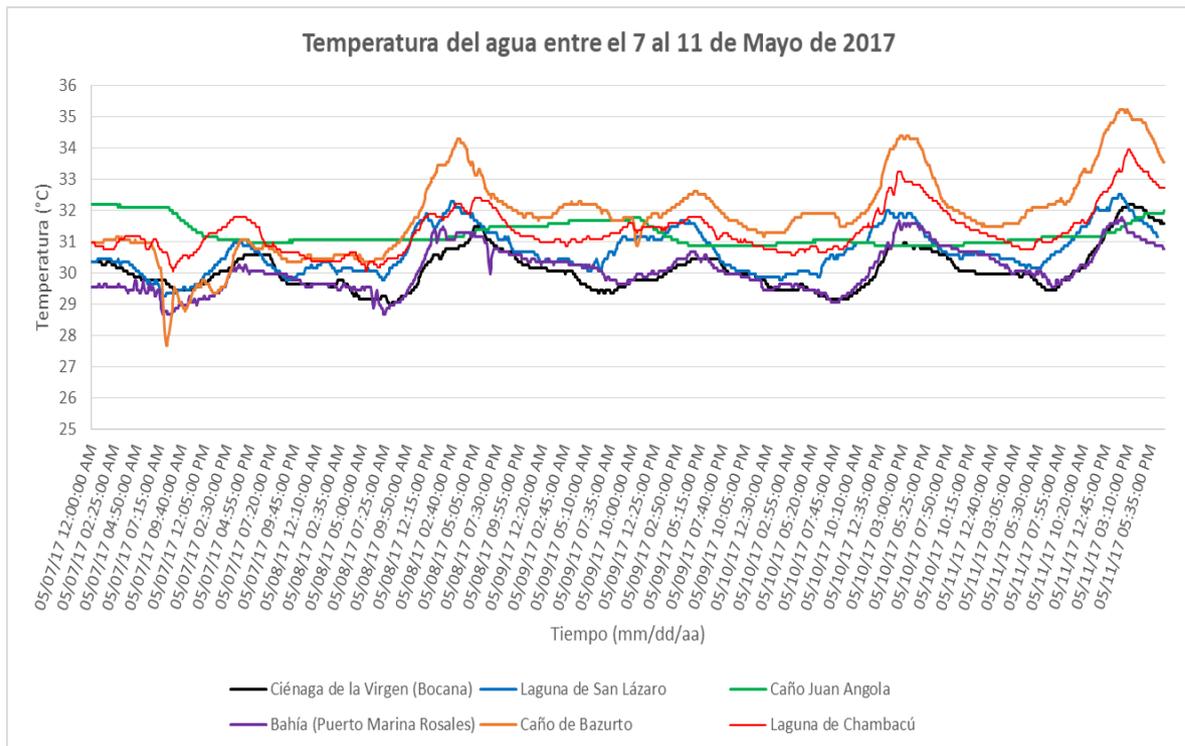


FIGURA 1-40. SERIE SEMANAL DE TEMPERATURA DEL AGUA PARA TODOS LOS CUERPOS DE AGUA –7MAYO2017 A 11MAYO2017–

1.3.5 ANÁLISIS DE DATOS

Se generaron las gráficas citadas anteriormente, a través de éstas, se identificaron patrones de comportamiento para establecer regímenes de flujo diurno, vespertino y nocturno, además, se identificaron tiempos de rezago, y se establecieron comportamientos en la variación de la temperatura del agua en el sistema lagunar. Además, se observaron fenómenos no regulares, a los que se les atribuyó una explicación (algún evento que ocurre antes, durante o después de la anomalía), sin embargo, a ninguna posibilidad se le puede otorgar una certeza absoluta, debido a que no se realizó un estudio paralelo de las variables meteorológicas, mareales, vegetación, que se sabe, afectan la hidrodinámica del sistema de caños y lagos, así como el desplazamiento de los dados de concreto (en los que se encuentran instalados los sensores), provocado por la acción de la corriente, que afecta la toma de datos. Por lo tanto, los resultados no son precisos, pero sí aproximados.

Eventos como: (I) la repotenciación vial en la Bocana, (II) el régimen mareal variable, (III) precipitación y escorrentía, y (IV) la distorsión provocada por sólidos suspendidos de gran volumen (los cuales pueden afectar la toma de datos), son causantes del incremento en la incertidumbre en las mediciones. Sin embargo, debido a la periodicidad de la toma de datos (cada 5 minutos), se asume que la gran cantidad de datos permiten compensar los errores que pudieron presentarse, es decir, la serie de datos generada no pierde su relevancia por su incertidumbre inherente.

En un futuro, con la serie de datos de nivel del agua, se pueden hallar caudales (otra posibilidad es medirlos en campo), y los valores máximos y mínimos obtenidos, se pueden delinear las áreas de inundación potenciales y establecer áreas propensas a inundarse bajo niveles de agua estándar (niveles promedio).

1.3.6 CONCLUSIONES

Dando alcance al objetivo planteado para este trabajo, se realizaron los monitoreos de nivel y temperatura del agua, y según el análisis efectuado a los datos obtenidos, se derivan las siguientes conclusiones, discriminadas en conclusiones para “nivel del agua” y para “temperatura”.

Nivel de agua

- Se establece que hay dos escenarios posibles de flujo (Figura 47 y 48), los cuales ocurren en diferentes horas del día. (I) El agua fluye desde la bahía de Cartagena (Marina Rosales), pasa por la Ciénaga de las Quintas, luego por el Caño de Bazurto, se junta con el agua de la Laguna de San Lázaro (proveniente de la bahía de Cartagena), y sigue el recorrido hacia la ciénaga de la Virgen, pasando antes por la laguna de Chambacú, la laguna del Cabrero y por el Caño Juan Angola (en orden respectivo); esto ocurre entre las 7 AM y las 12PM, y entra las 11 PM y las 2 AM. (II) El agua fluye desde la bahía de Cartagena (Marina Rosales), pasa por la Ciénaga de las Quintas, luego por el Caño de Bazurto, desembocando en la laguna de San Lázaro, mientras que, por otro lado, hay otro flujo proveniente de la ciénaga de la Virgen, que pasa por el caño Juan Angola, la Laguna del Cabrero y la Laguna de Chambacú (en orden respectivo), y que llega también a la Laguna de San Lázaro. Esto ocurre entre las 12 PM y las 11PM, y entre las 2 AM y las 7 AM. Se debe destacar que estos intervalos de tiempo pueden variar según el régimen mareal y climático.
- Todas las direcciones establecidas con los registros de nivel obtenidos podrían ser inexactos, ya que no se tienen datos de nivel de la laguna del Cabrero, y se conoce, por estudios anteriores, como los de EPA y UDC (2015), que el régimen de flujo de este cuerpo de agua varía en horas del día, tarde y noche. Entonces, puede que el agua no siempre corra del Caño Juan Angola a la Laguna de Chambacú, sino que haya un reflujó hacia el mismo Juan Angola.
- Las oscilaciones de Juan Angola y Ciénega de la virgen siguen un mismo patrón, a la vez que laguna de Chambacú, laguna San Lázaro y caño de Bazurto tiene el mismo patrón que la Bahía de Cartagena (Puerto Marina Rosales).
- Cuerpos de agua como la laguna de San Lázaro, la laguna de Chambacú, caño de Bazurto y caño Juan Angola nunca superan el nivel de referencia.



FIGURA 1-41. DIRECCIÓN DEL FLUJO (ESCENARIO 1)



FIGURA 1-42. DIRECCIÓN DEL FLUJO (ESCENARIO 2)

Temperatura

- El caño Juan Angola no presenta muchas variaciones en su temperatura a lo largo de todo el monitoreo. Es el cuerpo de agua más estable, y sus deltas entre máximos y mínimos usualmente son de 1°. Esto es factible, debido a que, es un cuerpo de agua estrecho y que está rodeado por mucha vegetación, lo que hace que se regule la temperatura, es decir, que no

cambie mucho con respecto a la variación de la radiación del sol. Además, otro factor que influye en este fenómeno, es que el caño Juan Angola está conectado (directamente) a la ciénaga de la Virgen, la cual tarda más que el resto de cuerpos de agua en mostrar cambios de temperatura, debido a su gran extensión (área ocupada).

- Las temperaturas más altas entre todos los cuerpos de agua las presentan el Caño Juan Angola (con los registros más altos), seguido de la laguna de Chambacú. La temperatura de la laguna de Chambacú es más alta que la del caño de Bazurto entre las 7 pm y la 1pm del día siguiente (el rango puede variar entre 1 y 2 horas dependiendo del régimen climático). Sin embargo, esta afirmación no se aplica para las semanas que transcurren exactamente después de una apertura de compuertas en la Bocana, ya que, para estos días, las temperaturas se estabilizan a tal grado que es difícil establecer predominancias (cual cuerpo de agua tiene mayor o menor temperatura).

1.3.7 RECOMENDACIONES

A partir de la experiencia obtenida en la realización de este proyecto durante el primer semestre del año 2017, se ofrecen las siguientes recomendaciones, en caso de que se continúe este proceso de monitoreo del sistema lagunar de Cartagena:

- **Reubicación y adquisición de más sensores:** para obtener mejores resultados, se recomienda ubicar los sensores en las entradas y salidas de cada cuerpo de agua, ya que se favorece la comparación de niveles, y así, se pueden establecer direcciones de flujo más precisas. Según lo anterior, y considerando la pérdida de algunos sensores, se deben adquirir más de estos, o de ser posible, adquirir sensores más precisos.
- **Mejoramiento del sistema de anclaje de los sensores:** el sistema de instalación actual de los sensores, como se mencionó antes, consta de un tubo de PVC (el cual contiene el sensor en su interior) amarrado a un dado de concreto de 30 kg a través de abrazaderas. Sin embargo, este sistema no es suficiente para mantener los sensores estáticos, ya que el peso de los dados no contrarresta la acción de la corriente, resultando en desplazamientos de los sensores, lo cuales, afectan la toma de datos, generando mayor incertidumbre; además, al momento de realizar la topografía para referenciar los sensores (la cual permite evaluar la variación de niveles), por efecto de los desplazamientos, las cotas obtenidas no estarán debidamente ajustada a toda la serie de datos, sino solo a los datos obtenidos justo en el momento de efectuar la topografía (acción que induce a una mayor incertidumbre en los datos). Dicho esto, se recomienda mejorar el sistema de anclaje, de forma de que se garantice que los sensores no serán desplazados de su ubicación acordada.
- **Evaluación del efecto de las mareas sobre el sistema lagunar:** se sabe que el sistema lagunar está conectado al mar caribe por la ciénaga de la virgen y a la bahía de Cartagena por la laguna de San Lázaro, por lo que es correcto afirmar que el régimen mareal afecta el flujo del agua de este sistema. Por tanto, es relevante evaluar el comportamiento de la marea para efectuar análisis más intensivos y obtener resultados más precisos.
- **Delineamiento de zonas potenciales y propensas de inundación:** se pueden delinear las zonas propensas de inundaciones para diferentes escenarios asociados al nivel alcanzado por cada cuerpo de agua; se podría establecer zonas de inundación para niveles promedio,

niveles bajos y niveles máximos, así como se pueden proyectar valores de nivel del agua para eventos climáticos extremos. Lo anterior, en conjunto con el ítem anterior y con un monitoreo de precipitaciones y escorrentías, proporcionaría información suficiente para pronosticar cuales serían las zonas propensas a inundarse durante condiciones desfavorables (ascenso del nivel del agua).

- **Adquisición de softwares especializados:** así como se cuenta con el software HOBOWare Pro para el manejo de datos de nivel y de temperatura del agua, se requeriría de programas para analizar la marea y hallar caudales. La marea se estudia a través de análisis de armónicos, los cuales son evaluados a través de modelos matemáticos que requieren softwares para ser ejecutados eficazmente. Mientras que, en cuanto a cálculo de caudales, el principal problema radica en que se debe calcular un área mojada (área transversal ocupada por el agua en cada cuerpo de agua) por cada dato de nivel; esta es una variable necesaria para calcular caudales por ecuaciones matemáticas. Se recomienda evaluar la posibilidad de adquirir softwares permitan realizar estas tareas.

1.4 RUIDO

En las vigencias 2014 y 2015 no cuenta con el resultado de la variable indicativa “Porcentaje de población urbana expuesta a ruido ambiental por encima del valor de referencia para el periodo correspondiente con el mapa de ruido ambiental (%PUAR)”.

Las razones de no contar con ese indicador se deben a que el EPA no ha determinado el “Área de las zonas en las cuales existe un incumplimiento del valor de referencia del nivel equivalente día-noche de 65 dB(A) (AUEP)”.

Lo anterior, teniendo en cuenta la siguiente formula;

$$\%PUAR_{\text{periodo}} = \frac{PUAR}{PUT} \times 100$$

$$PUAR = AUEP \times FDP$$

En los años 2011 y 2013, el EPA contrató con la firma Unión Temporal UT Ruido Cartagena, la elaboración de los MAPAS DIGITALES DE RUIDO AMBIENTAL DEL PERÍMETRO URBANO DE LAS LOCALIDADES 1, 2 y 3 DE LA CIUDAD DE CARTAGENA D. T. Y C., donde se monitorearon 200 puntos en cada una de las Localidades escogidos con base en la normativa de ruido vigente y la identificación de fuentes fijas y móviles representativas, en campañas separadas, con una duración total de 21 días.

En éste estudio se evidenció un elevado índice de ruido en cada una de las Localidades, se identificó que en la Localidad 1 durante un día ordinario, en el horario diurno solo el 19% de los puntos monitoreados cumplen con el límite máximo permisible establecido y durante el nocturno solo el 12%, así mismo, en la Localidad 2 estos valores corresponden a 17% y 7% para horario diurno y nocturno respectivamente (Establecimiento Publico Ambiental –EPA, 2011), y en la Localidad 3 equivalen al 31% y 19%(Establecimiento Publico Ambiental, EPA, 2013).

Del análisis de los mapas realizados por el EPA concluye que la mayor parte del ruido está concentrado en las vías, por lo que las fuentes móviles se constituyen como los principales emisores.

A pesar del resultado obtenido en el monitoreo de ruido ambiental en el perímetro urbano del Distrito de Cartagena, en estos informes no se indica la magnitud de las áreas de las zonas donde se determinó el incumplimiento del valor de referencia del nivel equivalente día-noche de 65 dB(A). Por este motivo que no es posible determinar el %PUAR para el Distrito.

Para la próxima actualización de los mapas de ruido en las tres localidades de Cartagena, como lo contempla la resolución 0627 de 2006, el EPA tendrá en cuenta esta información para determinar no sólo el ruido generado por fuentes fijas y móviles sino también las áreas de las zonas donde se determinó el incumplimiento del mismo.

1.4.1 CONTROL Y VIGILANCIA

El EPA dando cumplimiento de sus funciones de control y vigilancia, dentro de sus acciones realiza operativos de control de ruido en fuentes fijas (establecimientos, discotecas, empresas, tabernas, terrazas y locales) que en el desarrollo de sus actividades se encuentren generando emisiones sonoras que trascienden al medio ambiente, violando lo establecido en la normatividad ambiental, como el Decreto 948 del año 1995 (*Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire*) y Resolución 0627 de 2006 (*establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental*)

Estos operativos de control se realizan en horario diurno y nocturno por parte del EPA - Cartagena, donde se atienden las quejas, solicitudes, reclamos y peticiones de las comunidades de las diferentes localidades del Distrito de Cartagena, que instauran en nuestra entidad ambiental por la contaminación por ruido generado por los establecimientos comerciales abiertos al público, fiestas barriales o de vecinos de manera tal que podamos exigirle el cumplimiento de los decibeles máximos permisibles de ruido, contemplados Resolución 0627 de 2006 (*establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental*) y garantizar el bienestar a la comunidad.

Los seres humanos perciben a través del oído una gran cantidad de sonidos que sirven para identificar determinadas situaciones, para algunos algún sonido puede ser agradable, para otros este mismo sonido que causa perturbación.

Cuando un sonido genera perturbación, se dice que existe un efecto nocivo a la salud humana y en este momento es catalogado como Ruido, y por consiguiente puede llegar a convertirse en contaminación acústica, dependiendo de la durabilidad de este.

El Establecimiento Público Ambiental EPA- Cartagena, desde la Subdirección Técnica de Desarrollo Sostenible para el control de ruido de fuentes fijas producto de los Establecimientos que desarrollan sus actividades comerciales en las diferentes localidades del Distrito de Cartagena realiza con el apoyo de diversas entidades tales como la Secretaría del Interior, Convivencia, Distriseguridad, Personería Distrital, Alcaldías locales 1, 2 y 3, Policía

Metropolitana de Cartagena, Espacio Público, DADIS entre otras, realiza intervenciones para el control de la contaminación auditiva en la ciudad de Cartagena.

A la fecha se han impuesto 22 medidas preventivas de suspensión temporal de actividades generadoras de ruido en los establecimientos de comercio ubicados en las diferentes localidades por contaminación sonora. El motivo de las medidas preventivas es debido a que estos establecimientos generan emisiones sonoras que trascienden los límites de la propiedad sobrepasando de manera grave los Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido consignados en la Resolución 0627 de 2006.

Las medidas impuestas por el Establecimiento Público Ambiental de Cartagena permiten suspender temporalmente la contaminación auditiva por los establecimientos comerciales visitados. Dando cumplimiento a lo estipulado en la ley 1333 de 2009 (por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental).- Artículo 14- Cuando un agente sea sorprendido en flagrancia causando daños al medio ambiente, a los recursos naturales o violando disposición que favorecen el medio ambiente sin que medie ninguna permisión de las autoridades ambientales competentes, la autoridad ambiental impondrá medidas cautelares que garanticen la presencia del agente durante el proceso sancionatorio.

En estos controles de emisión sonora, se ha determinado que existen diferentes actividades que generan ruido en la ciudad de Cartagena, esto como producto de las diferentes temporadas y llegadas de turismo nacional e Internacional.

También se realizan operativos de control de ruido emitidos por fuentes móviles en compañía del Departamento Administrativo de Tránsito y Transporte y la Guardia Ambiental de Cartagena en diferentes sitios de la ciudad de mayor tráfico vehicular.

2 PRINCIPALES ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS URBANOS DEL DISTRITO DE CARTAGENA DE INDIAS

2.1 GENERALIDADES DEL ENTORNO AMBIENTAL DE CARTAGENA DE INDIAS

Fisiográficamente Cartagena D. T y C, hace parte de la provincia Caribe, caracterizada por su topografía suavemente ondulada. Las mayores elevaciones en Cartagena no sobrepasan los 155m sobre el nivel del mar y están representados por los cerros de La Popa, Marión y Albornoz. Las zonas más bajas por su parte, están asociadas a playas, playones, espigas, barras y llanuras intermareales, las cuales se encuentran bordeando los cuerpos de agua internos de la ciudad, con elevaciones sobre el nivel del mar los cuales no superan los 2,5m.

El clima es tropical debido a la interacción de los fenómenos de la Zona de Convergencia Intertropical (CIT), los vientos Alisios, el paso de las ondas del este y la presencia de frentes fríos del hemisferio norte. Cartagena es una ciudad con una característica estacionalidad climática monomodal (CARDIQUE- CI, 2004; IAVH & PUJ, 2015 En: EPA, 2015b). De acuerdo a los registros históricos el comportamiento de la precipitación en el área de influencia presenta un régimen monomodal típico de la costa Caribe colombiana, donde se destaca un periodo de lluvias y un periodo seco o de menos lluvia (EPA, 2017).

El periodo de lluvias se presenta en los meses de abril a noviembre, donde para los meses de abril a julio y diciembre se presenta el periodo de transición tanto de época seca a húmeda (abril a julio) y de época húmeda a seca (diciembre) y que para finales del mes de junio se conoce como veranillo de San Juan, y el periodo seco o de menos lluvia se presenta en los meses de diciembre a marzo (EPA, 2017).

De acuerdo a los registros históricos, la temperatura media mensual en Cartagena corresponde a 27,8°C; se observa que las variaciones en la temperatura media no superan los 2°C durante el año. Esto se debe principalmente a que la temperatura de la superficie del océano presenta fluctuaciones mínimas durante todo el año (EPA, 2017).

Regionalmente, el casco urbano de Cartagena se ubica en un terreno con características litológicas y estructurales muy particulares, llamado Cinturón del Sinú o Terreno Sinú. Este se halla limitado hacia el oriente, por el lineamiento Falla del Sinú, al occidente, por el lineamiento Colombia (límite talud continental y llanura abisal) y por el sur, con la falla Dabeiba (Duque, 1979, INGEOMINAS 1983).

En el área de Cartagena afloran rocas de edad terciaria de origen marino-transicional continental, que se extienden en edad desde el Plioceno superior-Pleistoceno, y que corresponden a las rocas de la Formación La Popa, la unidad más joven del Cinturón del Sinú (Duque, 1984). Discordante sobre estas rocas se encuentran depósitos cuaternarios de origen

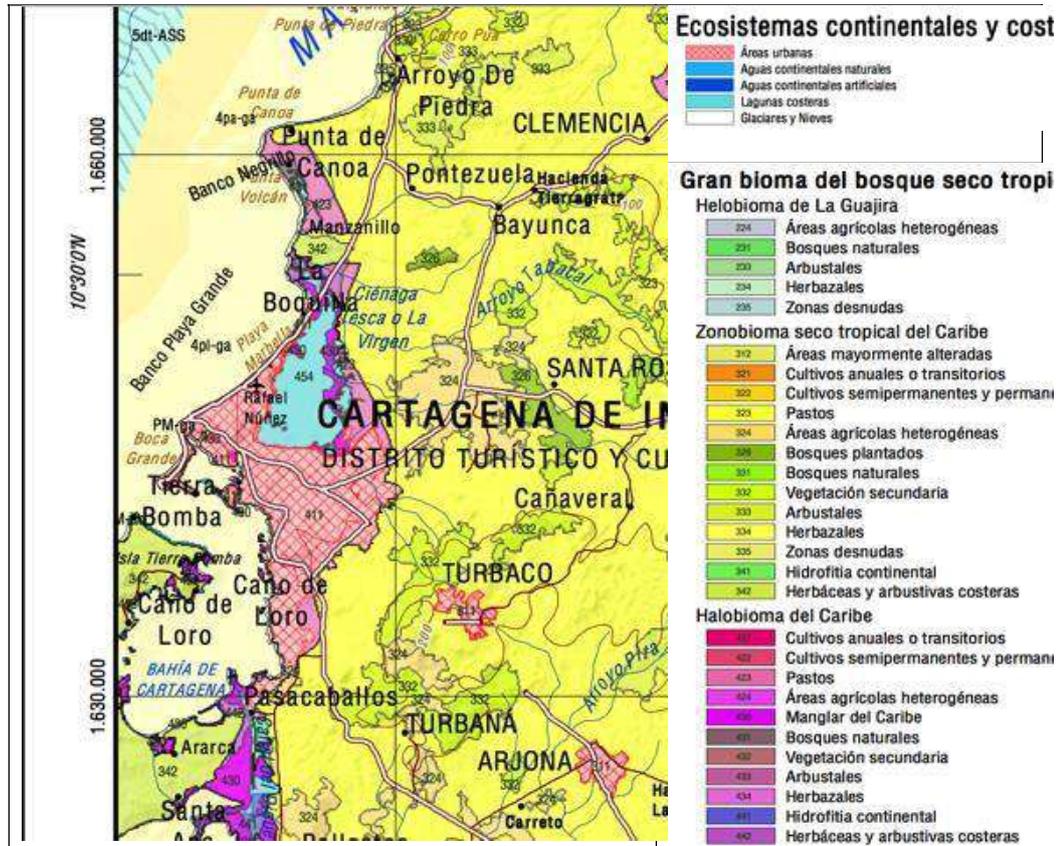
marino y continental, tales como depósitos de playas y playones, intermareales, sustrato de manglar, dunas y depósitos aluviales, coluvioaluviales y de coluvión.

Las zonas de erosión están íntimamente relacionadas con la extracción de materiales de construcción; se localizan principalmente en la parte baja del Cerro La Popa, y hacia el oeste y sur del cerro Albornoz. La extracción de estos materiales ha ocasionado un deterioro ambiental, que se ve reflejado en la formación de escarpes con paredes verticales, con alturas que alcanzan los 5 m, suelos desnudos y desprovistos de vegetación. Todos estos agentes contribuyen y aceleran los procesos erosivos que se ven reflejados en la formación de surcos y en casos extremos, cárcavas.

La ciudad se encuentra igualmente atravesada por cuerpos de agua de menor extensión, tales como el caño Bazurto y las ciénagas de Las Quintas, San Lázaro y Las Animas. Cubren un área aproximada de 100 Ha, y se extienden por 9,5 km con una profundidad promedio de 1,6 m (EDURBE et al., 1992).

La dinámica cambiante del paisaje de Cartagena es una consecuencia mixta de los efectos naturales por su posición geográfica y el muy alto grado de intervención antrópica. El elemento natural que define y modifica la morfología de la zona es el agua ya sea por el mar Caribe o por el aporte fluvial, y gracias al crecimiento demográfico la infraestructura se ha encargado del resto; estas características permiten la consolidación de biotopos diversos en los cuales se han desarrollado los ecosistemas más representativos de la ciudad como son: El cerro de la Popa, Cerro de Albornoz, Sistema de Caños y lagunas, Manglar.

La Ciudad de Cartagena se encuentra ubicada en el gran bioma del bosque seco tropical, e incluye zonobiotomas y halo biomas, con predominio en la matriz en que se enmarca de áreas transformadas con vegetación secundaria, zonas de cultivos y pastizales (EPA, 2017). En términos naturales prevalecen con grandes grados de intervención áreas de manglar y pequeños relictos de bosque seco principalmente en el cerro de la Popa. En la Figura 2-1 se muestra la condición ecosistémica en que se ubica la Ciudad de Cartagena de Indias (EPA, 2017).



Fuente: IGAC (2008) (En: EPA, 2017).

FIGURA 2-1 ECOSISTEMAS DEL ENTORNO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA.

En la Figura 2-2 se muestran las zonas protegidas de la zona urbana de Cartagena de Indias.

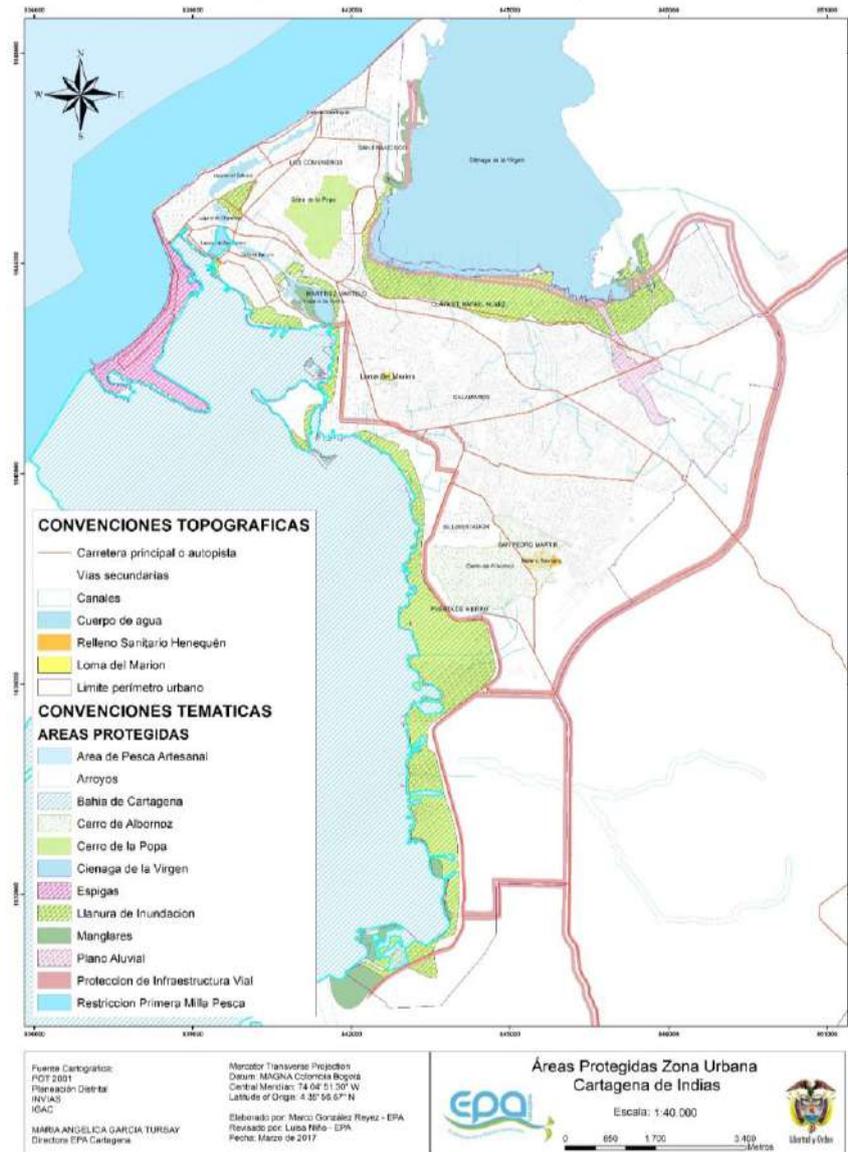


FIGURA 2-2. ÁREAS PROTEGIDAS ZONA URBANA CARTAGENA DE INDIAS.

A continuación se presentan las unidades ecológicas de gestión definidas en el documento “Unidades Ecológicas para una Gestión Ecosistémica en el Distrito Cartagena De Indias (Colombia)” (Torregroza et al., 2014).

TABLA 2-1. UNIDADES ECOLÓGICAS DE GESTIÓN IDENTIFICADAS EN EL DISTRITO DE CARTAGENA;

Nº	Unidad Ecológica de Gestión identificada	Área (km ²)	Población	Densidad Poblacional Hab/km ²
1	UEG Llanura Costera Rural de la Zona Norte	164,34	2.594	16
2	UEG Colinas y lomas Distritales	98,62	190.624	1933
3	UEG Plano ondulado de Canalete	4,38	-	-
4	UEG Planicie Rural Cartagena-Bayunca	83,52	7.410	89
5	UEG Humedal Ciénaga de la Virgen	22,84	-	-
6	UEG Bosque de Manglar de la Ciénaga	7,87	-	-
7	UEG Frente Litoral Boquilla-Crespo	4,06	22.456	5531
8	UEG Planicie de los Caños y Lagunas Interiores	5,80	96.127	16574
9	UEG Cerro de la Popa	2,98	56.119	18832
10	UEG Planicie Urbana de Cartagena	22,35	434.749	19452
11	UEG Territorios Insulares	86,93	10.695	123
12	UEG Planicie Litoral de la Bahía de Cartagena	52,95	132.774	2508
13	UEG Planicie Litoral de la Bahía de Barbacoas	61,65	3.511	57
14	UEG Planicie del Canal del Dique	19,50	10.044	515

Fuente: Torregroza et al, 2014.

2.2 CERRO DE LA POPA

2.2.1 GENERALIDADES

El cerro de La Popa (Figura 2-3) a partir de la cota 25 tiene un área de 197 hectáreas, que deben protegerse de acuerdo a los decretos emitidos por la administración distrital. Según información de Ingeominas, en el año 2000 la cobertura vegetal del Cerro de la Popa tenía una extensión de 124 Hectáreas, que incluía 92 Hectáreas de vegetación arbustiva y 13 Hectáreas de vegetación arbórea; las 19 Hectáreas restantes correspondían a vegetación herbácea de las laderas sur y oriental.



Fuente: Google Earth (2017) y <https://www.google.com.co/search?q=fotos+san+francisco+cartagena+la+popa&rlz>

FIGURA 2-3. VISTA GENERAL DEL CERRO DE LA POPA - DETALLE SALTO DEL CABRON E INVACIONES.

La ocupación ilegal documentada en fotografías aéreas del IGAC se inicia en 1948 y al año 2000 cubría ya un total de 140 Ha, con lo cual el área sin urbanizar sólo llegaba a algo más de 70.5 Ha. Sin embargo, la consultoría detectó que en esta última zona ya existen 645 construcciones dispersas que corresponden a cerca de 3.500 habitantes. En los últimos diez años, desde la expedición del POT, el proceso de ocupación ha cubierto un área de 24 hectáreas con 645 construcciones, pasando de 86 hectáreas que declaraba el POT como de protección a las 62 que se pueden identificar hoy en día de acuerdo a la información cruzada entre la aerofotografía de 2009, levantamientos del IGAC de 2007 – 2009 y el Censo de Corvivienda

2009. Lo anterior significa un promedio anual de 65 construcciones nuevas y la pérdida de 2.4 hectáreas de cobertura vegetal por año.

El estudio de recuperación integral de la Popa, estimo que 279 hectáreas del Cerro están habitadas por 46.128 personas en 8.558 viviendas en los barrios de La María, La Quinta, Palestina, Las Flores, Nariño, San Bernardo, La Paz, 20 de Julio, Loma Fresca, Pablo VI, Petare, Los Comuneros , entre otros.

2.2.1.1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

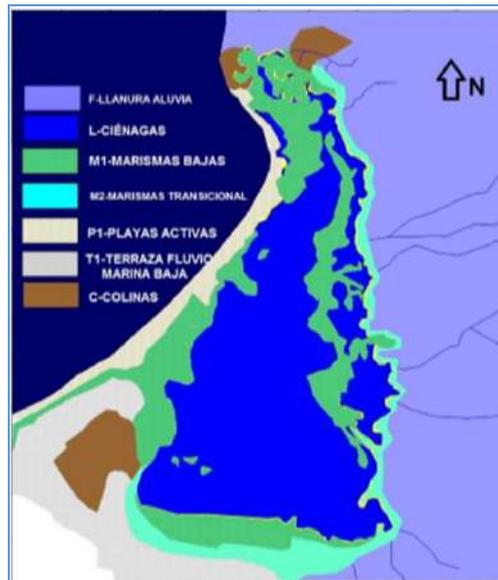
El anticlinal de La Popa es una estructura de aspecto cóncavo en planta, se presenta al costado nororiental del área de estudio en el cerro de La Popa, de donde toma su nombre. El eje de la estructura es de difícil determinación, por la falta de datos estructurales; mientras en el costado occidental del cerro los buzamientos medidos son del orden de 3 - 8° hacia el noroeste, en el flanco oriental son de 3 - 8° NNE. En el sector sur por su parte, el cerro se muestra muy escarpado, lo cual puede deberse a procesos erosivos intensos o a la probable presencia de una falla de trazo aproximado E-W que según Pelgrain (1990) es probablemente de cizallamiento inverso.

La estructura cóncava afecta principalmente las rocas de la Unidad Detrítica de La Popa, y conforma una estructura monoclin. Mientras las calizas de la unidad superior se muestran dispuestas con buzamientos del orden de 5 - 8° hacia el noreste, con locales basculamientos 12 - 27° hacia el oriente, especialmente en el costado nororiental del cerro, en el barrio San Francisco, donde las rocas están afectadas por fallas, bordeando las estructuras prominentes, se encuentran sinclinales amplios, como Policarpa y Socorro.

La unidad rocosa de mayor cobertura en el área de Cartagena, es la Unidad detrítica de La Popa con 22 km² de extensión. Se caracteriza por su morfología de lomas de suave pendiente, donde prevalece un drenaje radial dendrítico muy espaciado.

2.2.1.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

La geomorfología del área está representada por colinas, lomas y depósitos de sedimentos no consolidados. Las zonas más bajas topográficamente y de pendientes casi horizontal están asociadas en general a sedimentos de origen marino-fluvial. Corresponden a la franja de playas marítimas, producidas por la dinámica de las fuerzas de corrientes y oleaje, la llanura costera, conformadas por depósitos aluviales sobre antiguos ambientes marinos, las llanuras intermareales, los planos aluviales formados a partir del depósito de los sedimentos transportados por el drenajes y arroyos, y por último las Ciénagas y lagunas Costeras, en general de baja profundidad.



Fuente: Instituto Humboldt - Fundación Omacha (2015).

FIGURA 2-4 ESQUEMA DE LAS PRINCIPALES UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.

FUENTE: PROYECTO APLICACIÓN DE CRITERIOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES FUNCIONALES DE HUMEDALES EN TRES VENTANAS PILOTO.

En la Figura 2-4 se observa la geomorfología del área directa de influencia de la zona de estudio. Se reconocen fácilmente unidades como los marismas bajas, áreas que se inundan por subidas de mareas y alta pluviometría, en la Ciénaga de la Virgen desembocan un gran número de arroyos en estas marismas bajas, también se observan las marismas de transición que limitan prácticamente todas áreas ocupadas por las marismas bajas.

2.2.2 FLORA Y FAUNA

El Cerro La Popa se caracterizado por su vegetación principalmente del rango arbustiva y herbácea. Las especies dominantes son matorrales, trupillo, bicho, aroma y platanillo; este tipo de vegetación se caracteriza por tener raíces poco profundas y tallo delgado, con hojas caducifóleas, es decir que en período de verano se caen, dando un aspecto desolado al paisaje. La firma Ingetec (1995) identificó 31 especies de flora en el cerro de La Popa; muchas de estas especies ya han desaparecido. La fauna actual del cerro corresponde a especies de insectos, reptiles y algunas aves que habitan el bosque seco y los ecosistemas de los cuerpos de agua cercanos.

2.2.3 ESTADO

La escasez de suelos aptos para hacer sostenible la demanda generada por la creciente expansión urbana y la pobreza extrema ha llevado a que miles de familias ocupen zonas de alto riesgo de inundación, deslizamientos y contaminación, y agraven la presión urbana sobre sistemas tan importantes como el cerro de La Popa.

Los terrenos del cerro de La Popa se requieren como parte de la infraestructura ecológica de la ciudad, pues corresponden a zonas naturales. Estos entornos contribuyen notablemente al paisaje y al mantenimiento del equilibrio natural necesarios para la salud del sistema ecológico urbano y de sus habitantes, pero están muy amenazados, con elevados niveles de deforestación, erosión y riesgos de deslizamiento, en detrimento de la población y del patrimonio natural e histórico de la ciudad.

En este sentido, se configura así un desorden ambiental en la ocupación del territorio, que las normas sólo regulan parcialmente por dificultades en su aplicación y falta de sanciones ejemplarizantes. En su forma más grave, los impactos podrían afectar la viabilidad de las actividades productivas, tanto en la industria como en el turismo y la prestación de servicios.

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT), considera el cerro de la Popa como un patrimonio de la ciudad por poseer áreas verdes destinadas a la conservación y manejo especial, y por contener uno de los vestigios históricos y religiosos más importantes de la ciudad.

La situación del cerro de La Popa es grave teniendo en cuenta que las zonas con pendientes mayores a 17º, presentan susceptibilidad moderada a la remoción en masa, situación que se evidencia en el sector nororiental del cerro, en los barrios San Francisco, La María y sus alrededores; oeste y suroeste del mismo cerro, así como en los barrios Nariño y Kennedy.

Se han identificado 110 Has (hectáreas) con problemas de movimientos en masa en esta zona de la ciudad (cerro de la popa), de los cuales La facultad de ingeniería de la Universidad de Cartagena ha realizado estudios en sectores que se encuentra en estado crítico, como lo son: Loma del diamante, lo amador, Salto de Cabron y San Francisco por eso se hace necesario tomar medidas urgentes para salvar la Popa (Goeneaga y Romero, 2015).

En la actualidad la vegetación del Cerro de La Popa es escasa, al igual que las especies nativas de fauna, pues una y otra se han visto desplazadas como consecuencia de la deforestación y por la acción predatora de animales domésticos introducidos al sector. Tal como se mencionó anteriormente, en el cerro de La Popa muchas especies de flora han desaparecido.

En este sentido, los problemas ambientales del cerro de la Popa son consecuencia directa o indirecta de las dinámicas ambientales nocivas asociadas a la ocupación ilegal del cerro las cuales se origina en gran medida en la falta de integración del cerro de la Popa con el contexto de la ciudad.

2.2.4 PRESIÓN - IMPACTO

Este ecosistema se ha visto presionado constantemente por la invasión y construcción ilegal en sitios no permitidos y con alto riesgo de deslizamiento o remoción en masa por las propias características del terreno, a continuación se presentan las actividades y los impactos generados por cada una de ellas.

Uno de los factores más graves que ha sufrido el cerro de la Popa está relacionado con el traslado del mercado público de Getsemaní a Bazurto, que propició la urbanización de los terrenos próximos a la Ciénaga de la Virgen. Lo anterior, dio origen al crecimiento de

asentamientos subnormales que se establecieron a partir del relleno de este cuerpo de agua. La misma situación de invasión y degradación se presentó en el cerro de La Popa, que por encontrarse en el área de influencia de la nueva plaza de mercado, se convirtió en polo de atracción para la comunidad que encontró una oportunidad de derivar ingresos de las actividades propias del lugar.

Invasión de desagües naturales: Las microcuencas hidrográficas de la zona, que se originan en el cerro y definen los desagües naturales del terreno, han sido invadidas e intervenidas por efecto de los procesos de ocupación; la construcción de viviendas en las hondonadas y lomos del terreno es precedida por prácticas de destrucción de la cobertura vegetal y cortes de taludes; estas prácticas han generado cárcavamientos severos de las cañadas, por lo cual en temporadas de lluvias se producen inundaciones de las mismas y arrastre de sedimentos. Adicionalmente, debido a que la parte baja del sector carece de alcantarillado de aguas lluvias, los vertimientos de agua y sedimentos que se generan inundan las vías y las taponan con material de piedra y arena, para finalmente contaminar los caños que limitan el sector.

Ocupación de zonas de geomorfología no apta para la urbanización: la topografía del sector define con claridad las zonas de ladera y de cauces no aptas para la urbanización; estas zonas han sido invadidas a través de los años mediante destrucción de la cobertura vegetal, excavaciones, rellenos y aterrazamientos antitécnicos.

Ocupación de terrenos con alto grado de susceptibilidad a fenómenos geológicos: la ocupación de zonas de alta susceptibilidad (es decir, de gran fragilidad estructural) ha generado graves conflictos ambientales en el cerro, especialmente en lo relacionado con procesos erosivos y con la susceptibilidad alta a fenómenos de remoción en masa que afectan buena parte de las zonas ocupadas.

Rellenos y excavaciones antitécnicos asociados a la ocupación de escorrentías: las franjas de terreno de los cauces intermitentes del cerro han sido ocupados por invasiones que han generado cárcavamientos y flujos de detritos. Adicionalmente los asentamientos están sometidos a inundaciones anuales de magnitud creciente.

Depredación de los recursos de suelo, flora y fauna del cerro: la aparición de asentamientos es el inicio de procesos de tala de árboles para construcción y como combustible, cortes del terreno, explotación de canteras y depredación de especies animales autóctonas por parte de los habitantes y sus animales domésticos.

Disposición altamente contaminante de los residuos sólidos: los habitantes del cerro arrojan las basuras de manera indiscriminada en caños y laderas; esta práctica ha sido constante durante décadas, y sus efectos se evidencian en las extensas superficies cubiertas de basuras que se detectan en todos los barrios. Adicionalmente en algunos sectores sin alcantarillado las aguas residuales domésticas incluyendo las de origen sanitario son arrojadas directamente al medio.

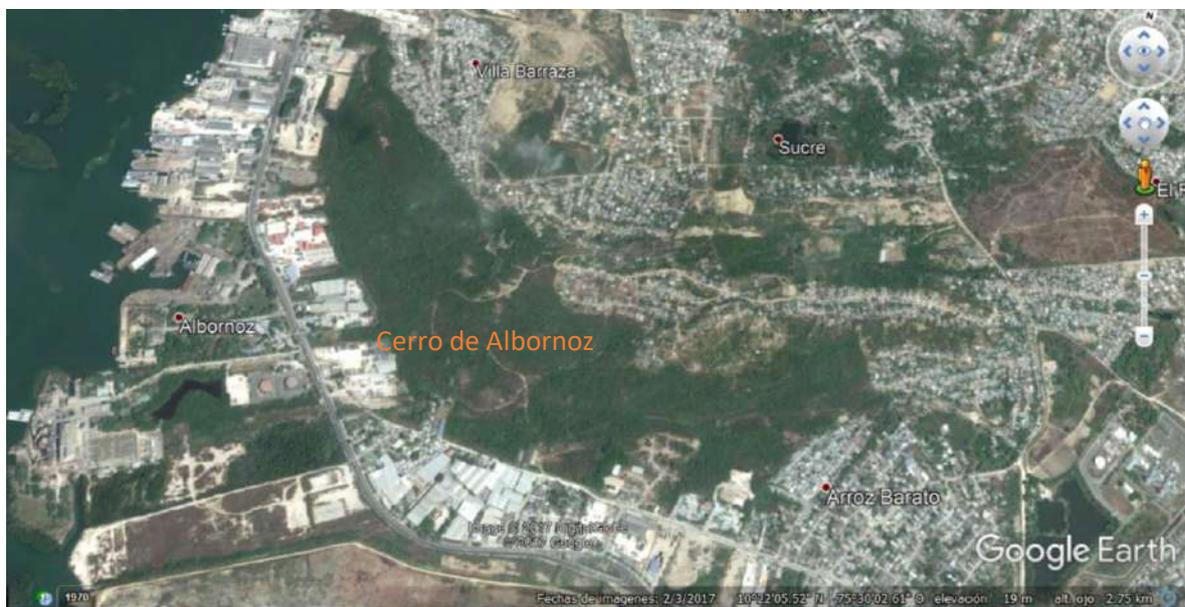
Producción de un hábitat altamente deficiente: en las zonas altas las viviendas en muchos casos están construidas con materiales de desecho y madera; muchas no tienen alcantarillado y es frecuente el hacinamiento en términos de número de personas por

cuarto. Adicionalmente el espacio público y los equipamientos son prácticamente inexistentes.

2.3 CERRO DE ALBORNOZ

2.3.1 GENERALIDADES

El Cerro de Albornoz (Figura 2-5) es un sector donde predomina la extracción de materiales de construcción, se observa vegetación arbustiva hacia la parte alta del cerro. El cerro Albornoz es un sector donde predomina la extracción de materiales de construcción, se observa vegetación arbustiva hacia la parte alta del cerro.



Fuente: Google Earth (2017).

FIGURA 2-5. VISTA GENERAL DEL CERRO DE ALBORNOZ.

El anticlinal de Albornoz se encuentra ubicado en el sector oriental de la bahía de Cartagena (sur del área), en la localidad de Albornoz de donde toma su nombre. El anticlinal es asimétrico y de eje de dirección W-E con buzamientos del orden 30 - 35° en el flanco sur, y 6 - 30° en el flanco norte. El anticlinal cabecea hacia el Oeste 30° en rocas de Unidad Detrítica de La Popa, mientras hacia el oriente la estructura desaparece contra el trazo de la Falla de Mamonal (Figura 2-5).

Es notable la presencia de rocas de la unidad calcárea que bordeando el anticlinal con buzamientos del orden de 35 - 45° en el flanco sur y de 14 - 38° en el norte, donde conforma un paleoatolón localmente afectado por fallamiento intenso. Tal situación fue evidenciada por Angel et al. (1985), al notar el control que tiene la estructura original en la formación de los arrecifes, los cuales fueron basculados posteriormente.

Desde la ecología del paisaje, este cerro es un parche de bosque inmerso en una matriz de viviendas y comercio consolidado (EPA, 2017). En cuanto a los servicios ecosistémicos que

presta a la ciudad por su relieve y por estar cubierto con cobertura arbórea del Zonobioma seco tropical del Caribe, o Bosque seco o muy seco tropical, corresponden a: su belleza escénica que resaltan por ubicarse en medio de planicies costeras, rompiendo el paisaje y exaltando la vegetación que cambia durante el transcurso del año con las lluvias, en especial en la época de floración. Sumado a lo anterior, la vegetación presta servicios en el control de la erosión y remoción en masa; control micro climático al direccionar vientos y bajar las temperaturas; aumentó de presión atmosférica y la probabilidad de lluvias; hábitat para la fauna y flora silvestre; y zonas de recreación y esparcimiento para la comunidad (EPA, 2017).

2.3.2 ESTADO

Durante los últimos años se han invadido y destruido más de 216 hectáreas de los Cerros de Albornoz, esta misma deforestación ha ocasionado una erosión en los suelos de lugar generando un nuevos áreas de riesgo por remoción de masas en la ciudad de Cartagena, de las 216 hectáreas invadidas 120 hectáreas son propiedad del Grupo Argos. En esta comunidad no se cuenta con la prestación formal de los servicios públicos y el grupo Argos pretende donar estos predios al Distrito, sin embargo se debe espera el estudio geológico para establecer las zonas de alto de riesgo en este sector; sin embargo el proceso se encuentra detenido por la responsabilidad legal que tendría que asumir el distrito en caso de recibir los predios.

Planeación distrital ha establecido las restricciones que indica la ley ambiental para el uso del suelo en este sector y ha ratificado que esta es una área de reserva, incorporada a los suelos de protección del distrito y el POT y la legislación ambiental prohíben el uso del suelo con fines urbanísticos en esta zona.

El Cerro de Albornoz es uno de los puntos identificados como uno de los lugares donde se presentan con mayor frecuencia conatos e incendios forestales en Cartagena, debido especialmente a épocas del año con altas temperaturas y la quema indiscriminada de basura.

2.3.3 PRESIÓN - IMPACTO

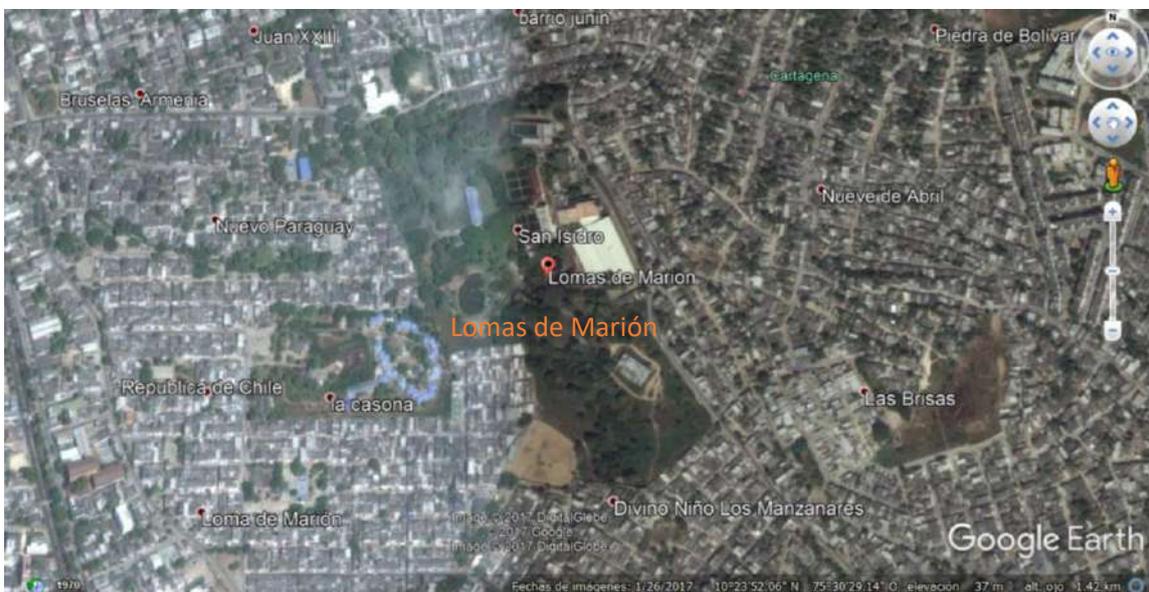
La principal presión que recibe el Cerro de Albornoz es la invasión y urbanización no planificada (EPA, 2017); así como el no cumplimiento de los usos del suelo establecidos en el POT distrital y la legislación asociada que contempla a estos cerros como zonas de protección especial.

Estas ocupaciones indebidas sobre suelos inestables, sumadas a las actividades que se ejecutan para ello como son: retiro del material vegetal, construcción sin cumplimiento de requisitos técnicos o estudios geológicos, han incrementado el riesgo y ocurrencia de fenómenos de remoción en masa con sus respectivas consecuencias sociales; por otra parte el desmoronamiento continuo de los cerros generan sedimentación de los caños y canales cercanos, y en época de lluvia se presenta taponamiento de los caños y canales que provocan a su vez desbordamientos e inundaciones.

2.4 LOMAS DEL MARION

2.4.1 GENERALIDADES

Se encuentra localizada en la zona centro de la ciudad de Cartagena (Figura 2-6), en la localidad Histórica y del Caribe, entre las Unidades Comuneras de Gobierno 8, 9 y 10. El POT de la ciudad ha determinado esta área como zona de Tratamiento de Redesarrollo y Mejoramiento Integral, conformado por los barrios José Antonio Galán, 9 de Abril, Las Brisas, Nueva Granada, las instalaciones del acueducto, el hospital y la universidad de Cartagena, Piedra de Bolívar, La Gloria, La Conquista, Altos de San Isidro y los Cerros.



Fuente: Google Earth (2017).

FIGURA 2-6 VISTA GENERAL DE LAS LOMAS DE MARIÓN.

Cuenta con una extensión de 63 hectáreas, de las cuales 25.5 hectáreas con suelo de protección; sin embargo la mayor parte de este espacio ha sido ocupadas por los barrios José Antonio Galán, las brisas, nueve de abril, Nueva Granada y el sector los Manzanares, quedando como área de protección 7 hectáreas aproximadamente, las cuales están en riesgo por deslizamiento (Planeación Distrital, 2010).

Es una colina con una elevación media de 50 metros, (cerca de la Avenida Crisanto Luque) ubicada entre las siguientes coordenadas: Latitud: 10°23'51.9" (10.3978°) norte y Longitud: 75° 30' 41.7" (75.5116°) oeste.

Las Lomas del Marion fueron considerados terrenos de reserva ecológica por el Decreto 116 del 28 de abril de 1978, han sido ocupados desde hace aproximadamente 15-20 años, invadidos y titulados y deben recuperarse.

2.4.2 ESTADO

Estas áreas aunque son áreas protegidas de acuerdo al POT de la ciudad y además se han clasificado como zonas de remoción en masa alta y moderada, en el diagnóstico realizado por Planeación Distrital y expuesto en el Plan Parcial de Reordenamiento de Lomas del Marion y Zaragocilla (2010) , se ha encontrado que 63 hectáreas las cuales han sido urbanizadas durante los últimos 20 años, encontrándose aproximadamente por 8218 viviendas (DANE 2005 en: Plan Parcial de Reordenamiento de Lomas del Marion y Zaragocilla) y cuenta con una densidad poblacional de 4.8 habitantes por vivienda.

En esta área se han adelantado trabajos para minimizar los riesgos de deslizamiento especialmente durante épocas de lluvia; sin embargo la problemática continúa dadas las condiciones de urbanización en terrenos no aptos y/o restringidos.

El área se siguen procesos de urbanización y legalización de predios por medio de Corvivienda, los cuales debe revisarse la ubicación de los mismos para no legalizar predios que se encuentren en áreas de protección especial.

2.4.3 PRESIÓN - IMPACTO

La principal presión sobre el ecosistema Lomas del Marion es la invasión y urbanización no planificada; así como el no cumplimiento de los usos del suelo establecidos en el POT distrital y la legislación asociada que contempla a estos cerros como zonas de protección especial.

Estas ocupaciones indebidas sobre suelos inestables, sumadas a las actividades que se ejecutan para ello como son: retiro del material vegetal, construcción sin cumplimiento de requisitos técnicos o estudios geológicos, han incrementado el riesgo y ocurrencia de fenómenos de remoción en masa con sus respectivas consecuencias sociales; por otra parte el desmoronamiento continuo de los cerros generan sedimentación de los caños y canales cercanos, y en época de lluvia se presenta taponamiento de los caños y canales que provocan a su vez desbordamientos e inundaciones.

2.5 MANGLAR

2.5.1 GENERALIDADES

Las depresiones costeras llenas con sedimentos marinos o fluviales e influencia de aguas dulces, son ocupadas en los trópicos por un bosque anfibio, los manglares son arboles adaptados a medios salobres, suelos fangosos anóxicos, medios con alta humedad atmosférica, mareas fuertes y salinidad fluctuantes.

Por su localización estratégica en medio de diferentes cuerpos de agua (ciénaga, canales interiores, bahía, mar Caribe), Cartagena cuenta con las condiciones propicias para el desarrollo de los ecosistemas de manglar. Sin embargo, a pesar de su importancia, este ecosistema se ha visto tradicionalmente impactado de la mano de crecimiento urbanístico de la ciudad, el cual ha tenido lugar en espacios propios de ecosistemas de alta fragilidad y productividad biológica. Lo anterior ha generado una significativa erosión de los ecosistemas locales, más cuando históricamente la expansión urbana se ha venido dando de manera no planificada, y ha encontrado en el relleno de los cuerpos de agua una de sus estrategias mayormente implementadas, y más aún cuando la expansión de la ciudad implica la incorporación sistemática de grandes extensiones de suelo.

Sin embargo, los cuerpos de agua se constituyen en límite para esta expansión; por ello la configuración de la ciudad se ha hecho a partir de la invasión y el desecamiento de estos cuerpos, en un escenario de largo plazo donde la falta de planeación y de conocimiento sobre la importancia de estos ecosistemas contribuye a su desaparición y deterioro actual.

El manglar está catalogado entre los ecosistemas más simples y mejor definidos, porque su característica biológica dominante es el relativo bajo grado de especies botánicas; el manglar representa una unidad integrada autosuficiente. Con componentes vegetales y animales adaptados a las condiciones especiales del ambiente.

Es un sistema ecológico abierto con relación al flujo de energía de las cuales depende y reacciona a cualquier influencia anormal externa. Su carácter dinámico se manifiesta en cambios en su estructura faunística y florística, por procesos de transformación continua de suelos y por la capacidad de fijación de energía y síntesis de materia orgánica, bajo la influencia reguladora de los factores ambientales particulares del sistema. Los procesos de intercambio de materia y energía se realizan al interior del ecosistema así y la productividad de un ecosistema de manglar es mayor que la respiración.

Estos bosques funcionan como un gran sistema que asimila toneladas de materia orgánica proveniente de las aguas estuarinas y de los ecosistemas ubicados aguas arriba; La materia orgánica se convierte en tejido animal a sedimentos orgánicos, lo que hace al ecosistema de manglar un sitio muy atractivo para la vida marina donde se consume material orgánica ya procesada y convertida en nutrientes.

El manglar es importante dentro de la geomorfología de la línea de costa ya que protege de la acción de las olas, la acción erosiva de vientos y cumple función estabilizadora del terreno colonizado y consolidando las orillas inestables.

Por otra parte el manglar has sido utilizado en actividades como producción de madera, pesquera, insumo para la construcción, generador de taninos, también se aprovecha para cazar las especies asociadas, la comunidad ha utilizado para su supervivencia la explotación del recurso manglar, bien por la comercialización que hace de la madera en bruto, para hacer carbón, para construcción de sus viviendas, extracción de ostras de sus raíces; Los pescadores se han beneficiado del potencial que representa el manglar en la productividad natural, como sustento de la cadena trófica, como nicho para la mayoría de especies pelágicas en estadios tempranos de su crecimiento; estas actividades extractivas sin control han generado la disminución de la cobertura del manglar en la ciudad ocasionando que las costas queden

expuestas al viento y oleaje así como el riesgo de inundación de los cientos de personas que se han asentado en estos terrenos.

La distribución de este ecosistema en la ciudad de Cartagena se muestra en la Figura 2-7.



Fuente: Observatorio Ambiental de Cartagena de Indias (2017).

FIGURA 2-7. DISTRIBUCIÓN DEL MANGLAR EN CARTAGENA.

2.5.1.1 MANGLAR DEL HUMEDAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

La Ciénaga de la Virgen posee aproximadamente 750 hectáreas de bosque de manglar, conformado por mangle rojo (*Rhizophora mangle*) (Figura 2-8), en los frentes de agua mangle blanco o bobo (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia germinans*) en las zonas intermareales y de interfase y Mangle botón o zaragoza (*Conocarpus erectus*) en las zonas de tierra firme (CARDIQUE & CI, 2004 En: EPA; 2015b). El manglar de la ciénaga corresponde a un bosque típico de cuenca, formado por *Avicennia germinans* (especie dominante, 67%), *Rhizophora mangle* (30%) y *Laguncularia racemosa*, especie poco importante (EPA, 2015b).



FIGURA 2-8 RHIZOPHORA MANGLE – CIÉNAGA DE LA VIRGEN. FOTOGRAFÍA: 2016.

En la ciénaga de La Virgen la vegetación de manglar está especialmente localizada en el sistema cenagoso lagunar costero y en los canales y bocanas que interconectan al complejo del humedal de La Virgen (EPA, 2015b) (Figura 2-9).



FIGURA 2-9 MANGLAR DE LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN. FOTOGRAFÍA: 2016.

2.5.2 FAUNA ASOCIADA AL MANGLAR DEL HUMEDAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

- CRUSTÁCEOS

Para las ciénagas La Virgen y Juan Polo se reportan un total de 11 especies de crustáceos (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016) (Tabla 2-2).

TABLA 2-2 ESPECIES DE CRUSTÁCEOS REPORTADAS PARA EL HUMEDAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN.

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE
-------	----------	---------	---------

Decapoda	Dendrobranchiata	Penaeidae	<i>Penaeus monodon</i>
Decapoda	Pelyocyemata	Portunidae	<i>Callinectes sapidus</i>
Decapoda	Pelyocyemata	Ocypodidae	<i>Uca rapax</i>
Decapoda	Pelyocyemata	Sesarmidae	<i>Aratus pinsonii</i>
Decapoda	Pelyocyemata	Sesarmidae	<i>Armases cinereum</i>
Decapoda	Pelyocyemata	Grapsidae	<i>Gionopsis cruentata</i>
Decapoda	Pelyocyemata	Gecarcinidae	<i>Cardisoma guahnumi</i>
Decapoda	Pelyocyemata	Partenopidae	<i>Eurytium limosum</i>
Decapoda	Pelyocyemata	Diogenidae	<i>Paguristes paraguayensis</i>
Isopoda		Ligiidae	<i>Lygia sp.</i>
Sessilina	Balanomorpha		<i>Balanus eburneus</i>

Fuente: Corpambo & Fundación Ecoprogreso (2016).



Fuente: Corpambo & Fundación EcoProgreso(2016).

FIGURA 2-10 CALLINECTES SAPIDUS (JAIBA) COLECTADA EN EL SECTOR JUAN POLO (2015).



Fuente: Corpambo & Fundación EcoProgreso(2016).

FIGURA 2-11 GIONOPSIS CRUENTATA COLECTADO EN LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN, SECTOR JUAN POLO.

- HERPETOS

Para el caso de las especies de anfibios y reptiles (herpetos) presente en el área de jurisdicción del EPA en la Ciénaga de La Virgen, se reportan un total de 6 y 8 especies, respectivamente (Tabla 2-3).

TABLA 2-3 ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES REPORTADAS PARA LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN, JURISDICCIÓN DEL EPA.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	AMENAZA	
						UICN	CITES
Amphibia	Anura	Ceratophryidae	<i>Ceratophrys</i>	<i>C. calcarata</i>	Sapo cornudo	LC	
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Pseudis</i>	<i>P. paradoxa</i>	Rana mojosa	LC	
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Phyllomedusa</i>	<i>Phyllomedusa</i> sp.			
Amphibia	Anura	Dendrobatidae	<i>Dendrobates</i>	<i>D. truncatus</i>	Rana patito		
Amphibia	Anura	Neobatrachia	<i>Agalychnis</i>	<i>A. callidryas</i>	Rana verde de ojos rojos	LC	
Amphibia	Gymnophiona	Caeciliidae	<i>Caecilia</i>	<i>C. subnigricans</i>	Cecilia Culebra ciega	LC	
Sauropsida	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys</i>	<i>T. scripta</i>	Hicotea, tortuga pintada, tortuga escurridiza	LC	
Sauropsida	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus</i>	<i>C. acutus</i>	Cocodrilo americano, Cocodrilo narigudo, Cocodrilo aguja	VU	I, II
Sauropsida	Squamata	Boidae	<i>Boa</i>	<i>B. constrictor</i>	Boa		I, II
Sauropsida	Squamata	Viperidae	<i>Bothrops</i>	<i>B. asper</i>	Mapaná, talla equis, pudridora, veinticuatro, terciopelo, pelo de gato, rabo de chucha, boca de algodón, cuatronarices		
Sauropsida	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana</i>	<i>I. iguana</i>	Iguana, iguana verde		II
Sauropsida	Squamata	Sphaerodactylidae	<i>Lepidoblepharis</i>	<i>L. sanctaemartae</i>	Lagartijo Geco de Santa Marta	LC	

Fuente: EPA (2015b).



Fuente: EPA (2015b). Fotografía: Angela Moncaleano.

FIGURA 2-12 LAGARTIJA (*ANOLIS* SP.).

- AVES

Por su ubicación y extensión en la región Caribe colombiana, la Ciénaga de la Virgen y Juan Polo es sin duda un importante hábitat para un buen número de especies de aves (Cifuentes-Sarmiento *et al.* 2014 En: Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016). Hasta el momento el listado de aves para la Ciénaga de la Virgen incluye 152 especies de aves tanto terrestres como acuáticas (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016). En la Tabla 2-4 se presentan 22 de las especies reportadas para este humedal.

TABLA 2-4 ALGUNAS DE LAS ESPECIES DE AVES REPORTADAS PARA LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN, JURISDICCIÓN DEL EPA.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	AMENAZA	
					UICN	CITES
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis garrula</i>	La Guacharaca	LC	
Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius</i>	<i>Psarocolius decumano</i>	Cola hedionda Oropéndola crestada Conoto yapú Conoto negro	LC	
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>	María mulata	LC	
Passeriformes	Viduidae	<i>Vidua</i>	<i>Vidua paradisaea</i>	Viuda del Paraíso	LC	
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus</i>	<i>Dryocopus lineatus</i>	Picamaderos listado Carpintero crestirrojo Carpintero real Carpintero de garganta estriada Pito negro listado	LC	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris</i>	<i>Brotogeris jugularis</i>	Periquito de Tovi Catalnica	LC	II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus</i>	<i>Forpus passerinus</i>	Periquito	LC	II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona</i>	<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro Loro real amazónico	LC	II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga</i>	<i>Aratinga pertinax</i>	Perico cara sucia Perico gorgicafé Periquito gorgimoreno	LC	II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lepidopyga</i>	<i>Lepidopyga lilliae</i>	Colibrí cienaguero Colibrí ventrizafiro	CR	II
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus</i>	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Macá gris, Zambullidor chico, Zambullidor menor, Zampullín enano, Tíngua	LC	
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus</i>	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zampullín de pico grueso	LC	
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus</i>	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	LC	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea</i>	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca Garceta grande	LC	N/A
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta</i>	<i>Egretta sp.</i>	Garza	LC	
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna</i>	<i>Dendrocygna autumnali</i>	Pisingo Suirirí piquirrojo	LC	III

Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna</i>	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Suirirí bicolor Sirirí colorado Iguasa maría	LC	N/A
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna</i>	<i>Dendrocygna viduata</i>	Sirirí cariblanco Sirirí de la pampa Yaguasa careta	LC	N/A

Fuente: EPA (2015).



Fuente: Corpambo & Fundación EcoPogreso (2016).

FIGURA 2-13 GARZA REAL (*ARDEA ALBA*), UNA DE LAS ESPECIES MÁS ABUNDANTES EN LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN.

- MAMÍFEROS VOLADORES (MURCIÉLAGOS)

Para la Ciénaga de La Virgen y la Ciénaga Juan Polo se han reportado dos especies de murciélagos: *Artibeus lituratus* (Stenodermatinae) y *Anoura caudifer* (Glossophaginae), ambas pertenecientes a la familia Phyllostomidae (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016).

2.5.3 ESTADO

2.5.3.1 MANGLAR DEL HUMEDAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN

Debido a en la ciénaga de La Virgen la vegetación de manglar está especialmente localizada en el sistema cenagoso lagunar costero y en los canales y bocanas que interconectan al complejo del humedal de La Virgen (EPA, 2015b), este ecosistema esta bastante intervenido y la tala es muy evidente en el costado occidental y sur de la ciénaga. El deterioro es mayor en las cercanías de los asentamientos humanos como la Boquilla y los barrios del sur de la Ciénaga (CARDIQUE- CI, 2004; IAVH & PUJ, 2015 En: EPA, 2015b).

Estructuralmente el manglar se caracteriza por presentar valores bajos de área 20 basal, ya que existe gran número de individuos jóvenes con un DAP reducido, la altura del dosel es de 9,7 m y la densidad de 258,547 ind/0.1 ha (CARDIQUE- CI, 2004; IAVH & PUJ, 2015 En: EPA, 2015b).

2.5.3.2 FAUNA ASOCIADA (HUMEDAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN)

Herpetos: en cuanto al estatus de vulnerabilidad, para el caso de los herpetos se presentan seis especies en la categoría de Preocupación menor- LC, una en la de En peligro- EN y 1 en Vulnerable- VU. Para los apéndices de la UICN se reportan 3 especies para el apéndice I, que incluye especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio, y cuyo comercio se permite solamente en circunstancias excepcionales, y para el apéndice II tres especies, que incluye las especies que no necesariamente están en peligro de extinción, pero en las que el comercio debe ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia y una especie en la categoría N/A (EPA, 2015b).

Aves: el humedal Ciénaga de la Virgen por sus diferentes ambientes (manglares, playas arenosas, bajos intermareales y cuerpo de agua) constituye un ecosistema de gran importancia que ofrece refugio, alimento y sitios de anidación a la avifauna caribeña, así como a las aves que llegan desde el hemisferio norte cada temporada, son más bien pocos los estudios que se han hecho sobre las aves aquí presentes, sobresaliendo algunas listas de observadores, pero no existen trabajos que hayan hecho un seguimiento poblacional sistemático y de largo plazo, algo realmente llamativo teniendo en cuenta la importancia ecosistémica de la Ciénaga, su ubicación geográfica y cercanía de facultades de biología con énfasis en recursos marinos y costeros (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016). Al respecto es de resaltar el trabajo que ha venido realizando en los últimos años Corpambo, la Fundación EcoProgreso y Calidris, en el conocimiento y conservación de las aves de este humedal.

En cuanto al estatus de vulnerabilidad, para el caso de las aves se presentan al menos 19 especies en la categoría de Preocupación menor- LC y una en Peligro Crítico- CR. Para los apéndices de la UICN, se reportan al menos 6 especies en el Apéndice II, que incluye las especies que no necesariamente están en peligro de extinción, pero en las que el comercio debe ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia, una en el apéndice III, especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas y tres especies en la categoría N/A (EPA, 2015b).

Mamíferos voladores: a partir de los resultados obtenidos durante el II Bioconteo realizado en la ciénagas de La Virgen y Juan Polo, llevado a cabo en el año 2015, los investigadores deducen que se están dando procesos de dispersión de semillas y de polinización, pues estas dos especies pertenecen a los gremios frugívoros (*Artibeus lituratus*) y nectarívoro (*Anoura caudifer*) (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016).

Durante este mismo ejercicio se observó una hembra de *A. lituratus* en estado de gravidez, y a una hembra de *A. caudifer* con alopecia en la zona adyacente a los pezones, mostrando un proceso reciente de lactancia (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016). Estos eventos reproductivos podrían estar asociados a una baja abundancia de recursos, ya que son muy costosos en términos de la demanda energética impuesta a las hembras para que el feto se pueda desarrollar, y para la síntesis de leche materna (Neuweiler, 2000 En: Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016).

2.5.4 PRESIÓN - IMPACTO

La principal presión que recibe este ecosistema es la reducción física de la cobertura manglarica, no obstante, el daño asociado a la urbanización trasciende la disminución de las zonas de mangle y genera efectos relacionados con desecación de humedales, contaminación de cuerpos de aguas, afectación dinámica hidráulica, destrucción de corredores biológicos, e introducción de especies foráneas, entre otros.



FIGURA 2-14 URBANIZACIÓN DE LA ZONA NORTE DE CARTAGENA DE INDIAS. FOTOGRAFÍA: 2016.

Por otra parte la presión está dada por la propia percepción que tiene la comunidad en general sobre los manglares pues no contemplan a estos ecosistemas como sus “espacios vitales; la población general no ven en estos ecosistemas un elemento generador de calidad de vida, por el contrario son relacionados a basureros satélite (Figura 2-15), baños públicos o escondites de delinquentes; siendo esta la principal razón por la cual este ecosistema no ha sido valorado y ha sido eliminado de muchos sectores. Esto ocasiona pérdida en la cobertura arbórea de la ciudad, incremento en los riesgos asociados a cambio climático como inundaciones, lluvias, vientos fuertes; aumento en los daños a infraestructura pública como obras de protección costera, vías etc..



FIGURA 2-15 INADECUADO MANEJO DE ESCOMBROS EN LOS CAÑOS DEL HUMEDAL CIÉNAGA DE LA VIRGEN. FOTOGRAFÍA: 2016.

En este orden de ideas, queda claro que los manglares de Cartagena y en general los del Caribe colombiano están gravemente expuestos al deterioro causado por las actividades humanas, siendo la principal diferencia que en tanto para los manglares rurales el problema es en buena

medida la sobreexplotación de sus recursos maderables, para el caso de la ciudad de Cartagena, por su condición de manglares urbanos, el principal tensor se relaciona con la necesidad de ampliar la frontera urbana para la construcción de avenidas, empresas, espacios públicos, y desarrollos urbanos.

Este conflicto resulta especialmente álgido en Cartagena, que en medio de una profunda situación de pobreza, presenta por un lado, altos costos de la propiedad y limitaciones espaciales para su crecimiento urbanístico, y por otro, empiezan a emerger grupos sociales educados y políticamente activos, lo que lleva a la aparición de conflictos ambientales en torno a proyectos productivos, de infraestructura, e inmobiliarios, en virtud de los potenciales impactos ecosistémicos que estos puedan generar.

De esta forma, los conflictos ambientales se suscitan entre actores de una localidad por intereses opuestos en torno al impacto ambiental (o externalidades) de una actividad o proyecto. En este tipo de conflictos resultan determinantes los intereses y la información con que cuenten los agentes, acerca de las externalidades y sus consecuencias sobre el bienestar económico y social de la ciudadanía.

2.6 ARBOLADO URBANO

2.6.1 GENERALIDADES

La vegetación urbana ha hecho parte siembre de las ciudades tanto en áreas públicas como privadas sin embargo recientemente se han valorizado por la necesidad de nuevos elementos en la ciudad que ofrezcan valores estéticos y recreativos así como por los servicios ambientales que puedan ser cuantificados. En este sentido la vegetación tiende a reconocerse como un elemento estructurante de alto valor –estructura ecológica principal- a la par de otros tipos de infraestructura como vías y sistemas de transporte en general, convirtiéndola en un aspecto particularmente vital para la salud y el bienestar de las comunidades, lo cual aplica tanto para entornos urbanos como de periferia (periurbanos). Así mismo, los árboles generan una serie de “costos” asociados a su manejo. Bajo condiciones adecuadas de gestión forestal urbana la relación costo: beneficio debe ser 1:4, por cada peso invertido en la vegetación urbana esta debe retribuir 4 pesos. Lo anterior se logra actuando en la minimizando los costos y con la maximización de los beneficios.

El arbolado de la ciudad de Cartagena es un aliado para la construcción de resiliencia y para la mejora de las condiciones de vida de sus habitantes y de manera particular para una Cartagena en donde los efectos de la variabilidad climática y cambio climático serán cada vez recurrentes y más intensos (EPA, 2017).

A las mayores escalas de interpretación del paisaje, el EPA logró identificar y resaltar la vegetación urbana como elemento esencial del desarrollo de la ciudad. Esta se localiza de acuerdo a sus características y adaptaciones a los diferentes ambientes que ofrece la ciudad. En general se encuentran en los espacios públicos como andenes, playas, canales, caños, línea costera, y cerros tutelares; y en zonas privadas se suelen localizar en los patios de las casas (EPA, 2017) (Figura 2-16).



FIGURA 2-16. ARBOLADO URBANO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS (AVENIDA MIRAMAR, MANGA). FOTOGRAFÍA: 2017.

Los barrios de la ciudad se localizan en 4 zonas, en las que adicionalmente al uso residencial, se fortalecen las siguientes actividades características (EPA, 2017):

Zona Caribe o Zona Norte. Histórica y Cultural, se desarrolla en el territorio insular de la ciudad. Conformado por el Mar Caribe, la Bahía de Cartagena y el sistema de caños, lagunas y ciénagas. Tiene su origen en la ciudad fundacional que alberga el mayor porcentaje del patrimonio inmueble del Distrito y constituye la centralidad primaria de la ciudad. Se identifica por las actividades comerciales, turísticas y portuarias. Forma parte de ella el sistema orográfico del Cerro de la Popa.

Zona Central. Se ubica en el territorio distrital y alberga barrios tradicionales de Cartagena. Se caracteriza por las actividades institucionales; educación, salud, centros de investigación, entre otras. Adicionalmente se ubican las instalaciones de la Armada Nacional en la isla de Manzanillo.

Zona de la Virgen o Zona Suroriental. Se desarrolla en torno a la Ciénaga de la Virgen. La presencia de la unidad deportiva y las características de su población, inducen al fortalecimiento de las actividades culturales, deportivas y ecológicas, ligadas a la preservación del patrimonio intangible y de los recursos ambientales del territorio distrital.

Zona Verde o Zona Sur Occidental. Es la zona con mayor crecimiento reciente. Los elementos ambientales fundamentales de esta zona son los Cerros de Albornoz. Sus desarrollos residenciales iniciales se caracterizan por el predominio de urbanizaciones. Se promueve su fortalecimiento con actividades de servicios de apoyo a los sectores productivos principalmente a la industria, actividades logísticas, de intercambio y comercialización.

2.6.1.1 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los beneficios por los servicios ambientales prestados por la vegetación urbana abarcan ámbitos ambientales, sociales, económicos, culturales y políticos. Estos beneficios están relacionados entre sí y en particular contribuyen con la creación de ciudades y/o paisajes urbanos resilientes y sostenibles.

A continuación se presentan los principales beneficios de acuerdo al documento de EPA (2017):

Proporcionan sombra y reducen la temperatura refrescando el ambiente de nuestras ciudades.

La adición de árboles y otra vegetación al entorno construido ofrece los mayores beneficios en la mitigación el efecto de isla de calor urbano o en su defecto del alto calentamiento urbano. A través del proceso de la transpiración y la provisión de sombra, los árboles ayudan a reducir la temperatura tanto durante el día como en la noche. Al ubicarlos en las calles generan sombra sus hojas reflejan más luz solar y absorben menos calor que los materiales de construcción, lo que reduce el calor absorbido por el entorno construido. Durante la transpiración, las plantas extraen agua del suelo y la liberación de la humedad a través de sus hojas en el aire. Esta atenuación térmica contribuye enormemente a ahorros energéticos y sumado a la sombra de los árboles aumentan la vida útil de los materiales incluyendo los pavimentos.

Contribuyen a la Calidad Atmosférica, reduciendo los gases contaminantes del aire y/o los gases de efecto invernadero que impulsan el cambio climático; y reteniendo las partículas suspendidas y transportadas por el aire.

Los árboles disminuyen los contaminantes gaseosos del aire y que impulsan al cambio climático (dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y el ozono) por medio de la captación de estos a través de los Estomas de sus hojas y la eliminación durante del proceso de fotosíntesis. Por otro lado al intervenir en la variación de la temperatura, pueden ayudar en el ahorro energético, por ende en a reducir la emisión GEI indirecta de las ciudades. También, contribuyen a la calidad atmosférica, reteniendo las pequeñas partículas que están en suspensión en la atmósfera a través de su absorción y posterior fijación al suelo.

Controlan la Polución Acústica.

Distintas pruebas en terreno han demostrado que las plantaciones de árboles y arbustos diseñadas apropiadamente pueden reducir de manera significativa el ruido. Las hojas y ramas reducen el sonido transmitido, principalmente dispersándolo, mientras el suelo lo absorbe.

Proporcionan Efectos Energéticos positivos en el medio construido.

La vegetación tiene un efecto en las temperaturas, llegando en algunos casos a reducir considerablemente el consumo de materiales y de energía. Los árboles actúan como corta vientos en las edificaciones que reducen los requerimientos de calefacción en invierno. Y aportan sombra a las edificaciones en los meses de sequía – que corresponden a los más cálidos -, reduciendo con ello el uso de los aires acondicionados.

Conservan el Agua y Reducen la erosión del suelo, disminuyendo los flujos de aguas pluviales y las cargas de nutrientes.

Las copas y los sistemas radicales al interceptar, retener o disminuir el flujo de la precipitación fluvial que llega al suelo, permiten que los árboles urbanos (conjuntamente con el suelo) puedan jugar una importante función en los espacios hidrológicos urbanos. Los árboles, con la filtración de sus raíces pueden reducir la velocidad y volumen de la escorrentía de una tormenta, retrasando la presión que ejerce esta sobre los sistemas de alcantarillados en los períodos de flujo máximo y por ende contribuyendo a la prevención y mitigación de riesgos y daños por inundación. Al igual los arboles disminuyen los costos por tratamientos de agua de lluvia y los problemas de calidad de agua, ya que reducen el nitrógeno, el fósforo y el contenido de metales pesados que son transportados por las aguas pluviales.

Proporcionan hábitat y mejorar los niveles de biodiversidad.

Una cobertura arbórea saludable contribuye a la biodiversidad y la provisión de hábitat. Los bosques urbanos de todo el mundo han demostrado que el apoyo de una amplia gama de especies, incluso los animales en peligro de extinción y otras especies de alto valor de conservación. Al plantar y manejar diferentes estratos de edad, la biodiversidad y la vida silvestre valores del hábitat se pueden mejorar. Los techos verdes y las paredes también pueden proporcionar un hábitat para la vida silvestre, esto es particularmente importante para las ciudades tropicales como Cartagena en el ofrecimiento de hábitat para aves migratorias.

Contribuyen a la lucha contra el cambio climático.

A partir de los efectos directos de atenuación del efecto de las islas de calor por la sombra y la transpiración de los árboles, la atenuación de lluvia por eventos torrenciales no previstos y la captura de carbono, así mismo por la oferta de hábitat para la fauna de la región. Para el caso específico de ciudades costeras como Cartagena la disposición adecuada de Mangles en la línea de costa se constituye en una barrera de protección ante los potenciales embates por oleaje del mar.

2.6.2 FAUNA

Las zonas verdes dentro de la ciudad y sus alrededores, pueden ser hábitats o proveer recursos interesantes que atraigan elementos faunísticos nativos, que sin la necesidad de mantenerlos en cautiverio, aportarán a la calidad de vida del cartagenero y sus visitantes. En términos generales, especies de árboles, arbustos y herbáceas, con frutos y flores, presentan una oferta alimenticia importante para herbívoros, especialmente a frugívoros y nectarívoros, que a su vez son alimento de carnívoros. Zonas verdes con diversas especies de plantas, atraen diversas especies de fauna, puesto que donde existe mayor complejidad estructural y funcional, vemos mayor número de interacciones ecológicas (EPA, 2017).

Árboles altos y frondosos son atractivos como perchas para aves (rapaces), lugares de anidación y proveen refugio para éstas, también para mamíferos (perezosos, ardillas), reptiles e insectos. Estos árboles (o palmas), en playas, proveen recursos importantes para la fauna en general, además de proveer sombra de calidad a los bañistas (EPA, 2017).

2.6.2.1 HERPETOS

Iguanas (*Iguana iguana*). Al ser casi exclusivamente folívoras, requieren de especies de plantas con follaje, puesto que su alimentación se basa en hojas, flores y frutos tiernos. Árboles frutales como mangos, papayas, ficus y leguminosas en general podrían asociarse a esta especie. Las Iguanas se asolean en las copas de los árboles (EPA, 2017).

Lagartijas (*Tretioscincus bifasciatus*, Lagartija coliazul); (*Anolis auratus*, Lagartijo de línea dorada); (*Ameiva ameiva*, Lobito azul); (*Cnemidophorus lemniscatus*, Lagartija azul)], y Gekos [(*Hemidactylus brookii*, Salamanqueja); (*Thecadactylus rapicauda*, Tuqueque) y (*Hemidactylus frenatus*, Geco casero)]. Estas especies son más generalistas que las iguanas y las podemos encontrar relacionadas también con arbustos y plantas del estrato herbáceo. Se alimentan de insectos y frutos maduros, ayudando a disminuir poblaciones de hormigas y cucarachas (EPA, 2017).

2.6.2.2 MAMÍFEROS

Aunque existen lugares en Latinoamérica e incluso Colombia, donde mamíferos como perezosos, monos, coatíes, mapaches y comadrejas, son parte de la fauna presente en parques y antejardines, la presión generada por el tráfico ilegal de vida silvestre, sobre estas especies representa un riesgo para los individuos (animales) y sus poblaciones silvestres. Además, pueden presentar riesgo de ataques o zoonosis a los humanos. Dentro de los mamíferos asociados al arbolado urbano están los siguientes (EPA, 2017):

Arquilla (*Sciurus granatensis*). Se alimenta principalmente de frutos de árboles como el Higuérón, Almendros y de frutos de algunas palmas.

Murciélagos Polinizadores (Familia Glossophaginae) y Murciélagos frugívoros (Familia Carollidae, Molossidae). Plantas con frutos y flores que abren de noche, son ideales para atraer murciélagos herbívoros, como ceibas, nísperos, borojó y ficus.

Murciélagos Insectívoros (Familia Phyllostomidae, Thyropteridae y Furipteridae). Estos quirópteros utilizan las cavidades naturales y la vegetación, como perchas y refugios, por lo que se alimentan de insectos.

2.6.2.3 AVES

Árboles frutales y de gran porte como las ceibas, ficus, palmas, frutales ya mencionados en los grupos anteriores, atraen a las aves y dependiendo de su fructificación y floración, podemos ver colonias permanentes o estacionales. Las aves que se asocian con este tipo de plantas serían: Loros y guacamayas, Tucanes, Rapaces, Carpinteros y Aves cantoras, además los arbustos y plantas del estrato herbáceo con flores atraen también muchas especies de Colibríes. Cerca de los cuerpos de agua, la presencia de esta vegetación se asocia a especies de Garzas, Playeritos, Patos e Ibis (EPA, 2017).

2.6.3 ESTADO

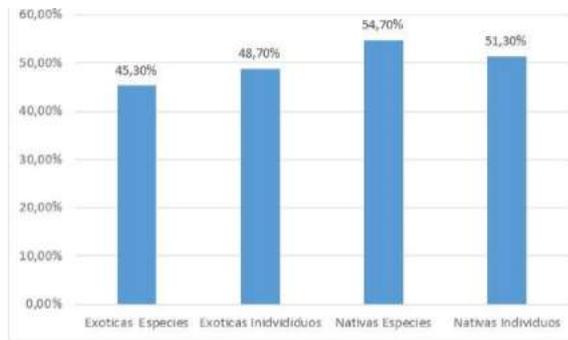
Se estima que en el espacio público urbano de la ciudad de Cartagena hay un total de 57.000 árboles. En estudio realizado durante el año 2014 por el Establecimiento Público Ambiental de Cartagena, se reportan 71 especies de las cuales, un número de cuarenta y cuatro (44) especies corresponden tan solo al 23.1% de los individuos totales encontrados y cinco (5) de ellas (el 7,0%) cubren el 37.1% de estos mismos individuos (251Und); por lo que estas últimas cinco (5) especies se estiman que son las especies potencialmente dominantes.

El tipo biológico de estas cinco especies corresponden en primer lugar a la *Terminalia catappa* (Almendra) con un 10.0% de representación en la dominancia lo que se estima en una cantidad aproximada de 5700 individuos sobre el total de árboles estimado. Le sigue en orden la *Mangifera indica* (Mango) con un 8,8% de representación lo que se estima en una cantidad aproximada de 5000 de individuos sobre el total de árboles estimado, la *Veitchia merilli* (palma manila) con un 8.4% de representación, lo que se estima en 4800 individuos sobre el total de árboles estimado y finalmente la *Cocus nucifera* (palma de coco) y la *Dypsis lutescens* (palma areca), con 6.0% (3400 cantidad de individuos sobre el total de árboles estimados) y 4% (2.300 cantidad de individuos sobre el total de árboles estimados) respectivamente en la representación de la dominancia (EPA, 2014).

Sobre los servicios ambientales que ofrecen estas cinco (5) especies dominantes, siendo las palmas el 22.7% de los individuos y los frutales el 26,3% de los individuos potencialmente dominantes, se demuestra el énfasis funcional sobre el carácter estético de la arborización y en contraste se demuestra una potencialidad de servicios asociados a la caída de frutos y hojas. Al igual se demuestra la existencia potencial de una oferta vegetal urbana con mínimos servicios ambientales asociados a la sombra y/o atenuación térmica urbana, a la captura de carbono, control de la contaminación del aire y a la atenuación acústica, entre otros (EPA, 2014).

Respecto al origen –el carácter nativo o exótico- el 45.3% de las especies encontradas corresponden al carácter exóticas y éstas a su vez cubren el 48.7% de los individuos totales (Figura 2-17). De las cinco (5) especies dominantes, cuatro (4) son de origen exótico y una (1) es pantropical. Lo que demuestra que en la Ciudad de Cartagena se sigue la condición típica o la lógica de arborización urbana, que se caracteriza por el énfasis de los paisajistas sobre el uso de especies foráneas y tropicales, que se reconozcan por su carácter ornamental.

VARIABLE	VALOR
% Exóticas especies	45.3%
% Nativas especies	54.7%
% Exóticas individuos	48.7%
% Nativas individuos	51.3%

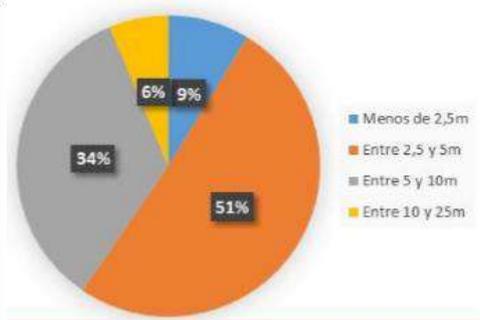


Fuente: EPA (2014)

FIGURA 2-17. REPRESENTACIÓN GRÁFICA Y NUMÉRICA DE LA CANTIDAD PORCENTUAL DEL POTENCIAL DE ESPECIES NATIVAS Y EXÓTICAS DE LA CIUDAD DE CARTAGENA.

En la Figura 2-18, se presenta la estructura de la Vegetación Urbana encontrada, donde los rangos de altura arbórea se encuentran entre 1.6 y 25 metros, centrándose la distribución de estas alturas mayormente entre los 2.5 y los 5 metros con un 50.8% de representación. Los individuos de las especies *Hura crepitans* y *Tabebuia rosea* y *Ficus carica* se constituyen los individuos de mayor alcance en este rango. Por otro lado habrá que considerar el 34.1% que constituye los individuos entre rangos de 5 a 10 metros de altura. Ver tablas 5 y 6. Lo anterior demuestra que en general la vegetación de la ciudad presenta un porte bajo, lo cual se debe a: especies de porte bajo, individuos jóvenes que no han aún alcanzado el porte de la edad adulta y condiciones edáficas que limitan el crecimiento de los árboles.

RANGO	%
Menos de 2.5 metros	8.7%
Entre 2.5 y 5 metros	50.8%
Entre 5 y 10 metros	34.1%
10 – 25 metros	6.3%



Fuente: EPA (2014)

FIGURA 2-18 DISTRIBUCIÓN DE LAS ALTURAS ENCONTRADAS PARA LOS ARBOLES MUESTREADOS.

La altura de la vegetación es determinante en la prestación de servicios ambientales tanto como en la determinación de las posibilidades de producirse daños asociados a riesgos urbanos por caída de árboles. En general como se muestra en la Tabla 2-5, los rangos de alturas que oscilan entre 5 y 10 metros son deseables para espacios como vías y calles y alturas mayores para grandes espacios abiertos como parques y plazoletas. En la Ciudad de Cartagena los rangos entre 5 – 10 metros y 10 – 25 de altura se localizan en andenes y zonas verdes.

TABLA 2-5 ESPECIES CON MAYORES ALTURAS.

ESPECIE	ALTURA (m)
<i>Terminalia catappa</i>	14
<i>Ficus carica</i>	15
<i>Cocus nucifera</i>	15
<i>Albizia julibrissin</i> (Carbonero de la India)	16
<i>Tabebuia rosea</i>	22
<i>Hura crepitans</i>	25

De estas cinco (5) especies, tres (3), (es decir más del 40% de las especies potencialmente dominantes, lo que se estima en más de 10.000 individuos sobre el total de árboles estimados) corresponden a tipos de palmas y las otras dos (2) especies dominantes corresponden a tipos biológicos de especies frutales (*Mangifera indica* y *Cocus nucifera*), lo que se estima en más de 8300 individuos sobre el total de árboles estimados. Vale la pena señalar que entre estas palmas y frutales existe un valor importante aportado por la palma de coco con 6.0% de los individuos totales. Perímetro Urbano del Distrito de Cartagena.

2.6.3.1 ESTADO DE AVANCE PLAN DE SILVICULTURA URBANA (AÑO 2017)

En la Tabla 2-6 se presenta el avance del Plan de Silvicultura Urbana para el año 2017.

TABLA 2-6 ESTADO DE CUMPLIMIENTO DEL PLANTEAMIENTO DEL PLAN DE SILVICULTURA URBANA.

ESTADO DE CUMPLIMIENTO DEL PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PLAN DE SILVICULTURA URBANA (Año 2017)							
PROGRAMA	PROGRAMA	PROYECTO	UNIDAD	AÑO	CANTIDAD	META	% CUMPLIMIENTO
PLAN DE SILVICULTURA	REFORESTACIÓN, URBANA, SIEMBRA, MANTENIMIENTO	SIEMBRA	ARBOLES	2017	5964	10000	60%
		MANTENIMIENTO	ARBOLES		25000	50000	50%
		VIVERO	VIVERO		0	1	0%
	EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN	EDUCACION A COLEGIOS	COLEGIOS CUBIERTOS	22	100	22%	
		EDUCACION OPERARIOS	CURSOS	4	4	100%	
		EDUCACION TÉCNICOS	CURSOS	3	3	100%	
		EDUCACION PROFESIONALES	CURSOS	2	2	100%	
		EVENTOS COMUNIDAD EN GENERAL	CURSOS	1	1	100%	
		PUBLICACIONES	LIBROS	0	5	0%	
		SEGUIMIENTO Y	PAGINA WEB DE SILVICULTURA	REGISTRO APLICATIVO	2017	0%	50%

	MONITOREO (PAGINA WEB) GEOREFERENCIACIÓN	SISTEMA DE MONITOREO	REGISTRO APLICATIVO		0%	100%	0%
	FINANCIACION Y NORMATIVO	EJECUCION DE COMPENSACION	EJECUCION	2017	0%	100%	0%
		FONDO DE CARBONO NEUTRO	EJECUCION	2017	0%	100%	0%
		PLAN MUNICIPAL DEL PLAN DE SILVICULTURA URBANA	EJECUCION	2017	0%	100%	0%
TOTAL % CUMPLIMIENTO							

2.6.4 PRESIÓN - IMPACTO

Este ecosistema al igual que los tratados en puntos anteriores la principal presión que recibe es el crecimiento urbano, el cual en algunas ocasiones se hace de manera ilegal y desordenada; por lo cual se hace de tal manera que no es coherente con las políticas de desarrollo y crecimiento urbano de la ciudad.

A las condiciones de temperatura se suma la variabilidad en la precipitación y el aumento en el nivel medio del mar, lo cual se constituye en amenazas para la Ciudad de Cartagena de Indias. En la Tabla 2-7 se muestran las principales amenazas por cambio climático.

TABLA 2-7 AMENAZAS POR CAMBIO CLIMÁTICO.

Fenómenos climáticos amenazantes	Actual año 2010	Futuro año 2040	Consecuencias al 2040
Aumento de la temperatura	27,9°C	29,1°C	- Redistribución de ecosistemas y especies, y posible alteración de los servicios ambientales. - Duplicación de casos de enfermedades transmitidas por vectores como el dengue y la leptospirosis. - Afectación de actividades productivas como la pesca.
Aumento en el nivel medio del mar	14 cm	15-20 cm	- Aumento del orden de 2 a 5 mm constantes por año. - Pérdida paulatina de grandes áreas de terreno y extensión de las inundaciones ocurridas durante los periodos invernales. - Pérdida del patrimonio ecológico y retroceso de playas. - Daños en viviendas, patrimonio histórico y cultural, infraestructura vial, portuaria e industrial.
Incremento de los meses con eventos lluviosos extremos	3% (4 meses con lluvias extremas)	30% (36 meses con lluvias extremas)	Continuará la tendencia al aumento en las probabilidades de ocurrencia e intensidad de eventos extremos sugeridos por el IPCC (2007): lluvias más intensas y frecuentes, olas de calor, mayor frecuencia de huracanes en el Caribe.

Fuente: Plan C4 en escenario de cambio climático. Cartagena de Indias Competitiva y Compatible con el Clima 2014 En: EPA (2017).

Así mismo las anomalías climáticas como las fuertes lluvias acompañadas de fuertes vientos que se presentan en la ciudad durante algunas épocas del año, son una amenaza para el arbolado urbano.



Fuente: El Universal (8 de mayo de 2016).

FIGURA 2-19 ÁRBOL CAIDO EN EL PARQUE BOLIVAR COMO CONSECUENCIA DE LOS FUERTES VIENTOS (MAYO, 2016).

Otros factores como el vandalismo, la falta de cuidado y mantenimiento, la mala práctica de siembra (emplazamiento), también son factores de presión sobre el arbolado urbano.

La pérdida de cobertura arbórea en la ciudad puede generar efectos en la temperatura de la ciudad, discomfort térmico, mayores niveles de evaporación, incremento en el CO₂, disminución del O₂ generado por efectos de la fotosíntesis, disminución de la calidad de aire de la ciudad.

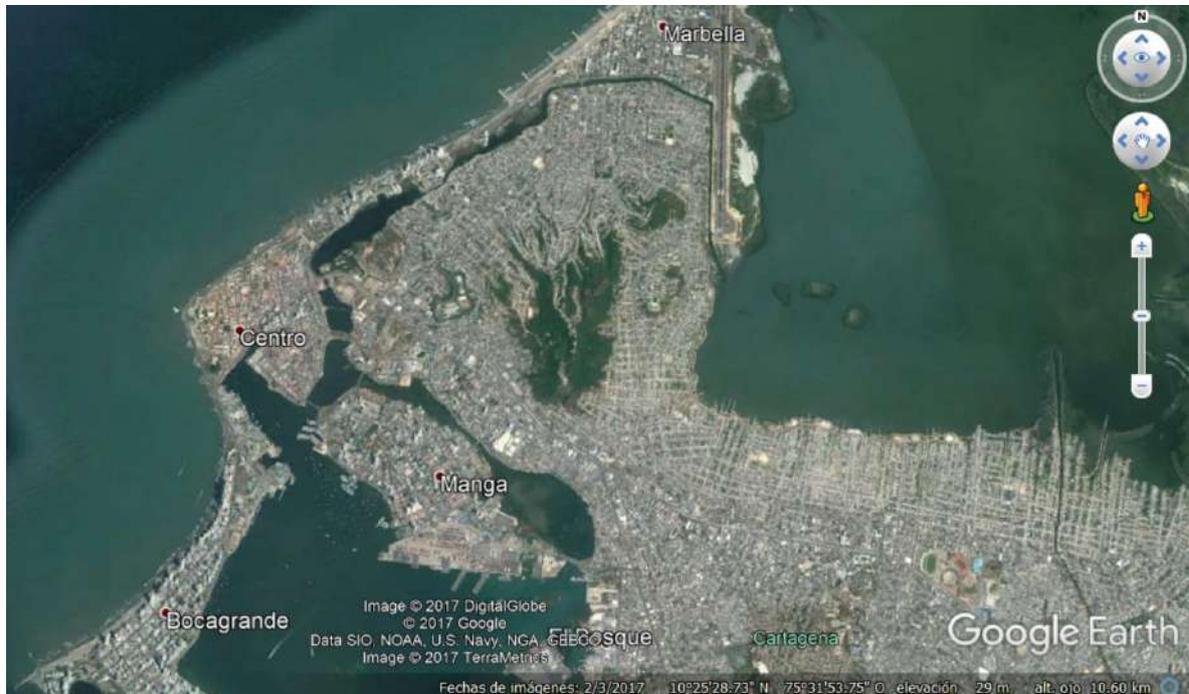
2.7 SISTEMA DE CAÑOS Y CANALES/ SISTEMAS DE CAÑOS Y LAGUNAS/ SISTEMA DE CAÑOS Y LAGOS

2.7.1 GENERALIDADES

La Ciénaga de La Virgen, representa uno de los humedales costeros más importante para el Distrito de Cartagena, con su superficie de 502,45 km², en los que predomina el ecosistema de manglar, y en los cuales a pesar de su inminente problemática, se puede aún observar que sigue siendo un valioso refugio de especies de fauna que habitan en ella y que representan una fuente de recursos para las poblaciones de pescadores que dependen directamente de esta (EPA, 2015b).

El Humedal Ciénaga de La Virgen se encuentra conectado con la bahía de Cartagena a través de caños y lagos interiores. El humedal esta conformados por La Ciénaga Las Quintas, El Caño

Bazurto, la Laguna de San Lázaro, la Laguna de Chambacú, la Laguna del Cabrero y el Caño Juan Angola (IAVH & PUJ, 2015 En: EPA; 2015b).



Fuente: Google Earth (2017).

FIGURA 2-20. VISTA GENERAL DE LA CIUDAD DE CARTAGENA Y EL SISTEMA DE CAÑOS Y LAGOS.

Ciénaga de Las Quintas, Tiene una profundidad de 2.25 mt., con una longitud aproximada de 1.29 Km. y como espejo de agua unas 30 hectáreas (Figura 2-21). En la ciénaga se logra observar especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle prieto (*Avicennia germinans*).



FIGURA 2-21 VISTA GENERAL DE LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN Y LA CIENAGA DE LAS QUINTAS.

Caño Bazurto, Tiene una profundidad promedio de 1.73 m., con una longitud aproximada de 1.2 Km. y 12 hectáreas de espejo de agua. En el caño, específicamente en la avenida del lago predominan las especies de Mangle prieto (*Avicennia germinans*) y del mangle bobo (*Laguncularia racemosa*).

Laguna de San Lázaro, Tiene una longitud aproximada de 0.67 Km., un espejo de agua de unas 15 hectáreas y una profundidad promedio de 2.1 m. En estas Laguna encontramos islotes separados donde predomina el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle prieto (*Avicennia germinans*).

Por su parte, teniendo en cuenta la clasificación de la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar versión 2009-2014, la Ciénaga de la Virgen se clasifica como un Humedal marino/coestero de estuario (Morales et al., 2014). Y sus límites están definidos por el límite de la ciénaga y se encuentra a los 10°26'37.82"N y 75°29'24.14"O.

Este humedal costero, se caracteriza por su forma triangular, con una anchura máxima de 4,5 Km, una longitud de 7 Km aproximadamente y un espejo de agua de 2250 ha. La Ciénaga de La Virgen, posee en sus márgenes manglar de tipo *Rhizophora mangle*, excepto en la zona sur y suroeste (Castro et al., 2002; Álvarez-León & Blanco Racedo, 1985).

Por su parte, teniendo en cuenta la clasificación de la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar versión 2009-2014, la Ciénaga de la Virgen se clasifica como un Humedal marino/coestero de estuario (Morales et al., 2014).

Delimita con el mar por un cordón de arena de aproximadamente 1 m de altura conocido como “La Boquilla” siendo este el principal canal natural de comunicación entre el mar y la ciénaga, que se abría solo en invierno, (GEO, 2009). Según el Plan de Ordenamiento Territorial POT (2012), con la construcción de la Bocana Estabilizada el flujo de agua del mar hacia la

ciénaga es permanente, también resalta que algunas de las conexiones naturales (bocas naturales) se han perdido, debido al relleno con materiales sólidos con los cuales se ha venido compactando las áreas que permitían un constante intercambio de aguas con el mar.

La profundidad característica de la Ciénaga de La Virgen es de 1.5 m, mientras que la de Juan Polo es de 1 m. Los caños que las conectan tienen entre 60 y 90 cm de profundidad en la parte más profunda La Bocana de Marea Estabilizada es una conexión artificial permanente entre el Mar y la Ciénaga de La Virgen de la ciudad de Cartagena, que garantiza el flujo y reflujo de las corrientes de marea; permitiendo el intercambio continuo de las agua (Beltrán, 2003).

Laguna de Chambacú, tiene una longitud aproximada de 0.49 Km., un espejo de agua de unas 7 hectáreas y con una profundidad promedio de 2.2 m. En esta área se ubica el parque Espíritu del Manglar donde abunda el Mangle Zaragoza (*Conocarpus erecta*) debido a una resiembra que se llevó a cabo en este sitio. Al fondo se observa mangle rojo (*Rhizophora mangle*) que fue trasplantado en un programa de recuperación y protección de talud en años anteriores.

Laguna El Cabrero, Tiene una longitud aproximada de 1.38 Km., un espejo de agua de unas 26 hectáreas y una profundidad promedio de 2.3 m.

Caño Juan Angola, Tiene una longitud aproximada de 4.12 Km., un espejo de agua de unas 10 hectáreas y con una profundidad promedio de 2.76 m. La especie más predominante es el mangle prieto (*Avicenia germinans*), seguido del mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

La Ciénaga de La Virgen ha sido considerada como un “humedal” prioritario para la ordenación y el manejo sostenible, debido principalmente a ser un ecosistema estratégico sometido a diferentes presiones de tipo antrópico, las cuales vienen desde los años 40 cuando se convirtió en el cuerpo receptor de las aguas servidas del 60% de las descargas totales que generaba la ciudad, generando condiciones de insalubridad en los asentamientos humanos alrededor de la Ciénaga y niveles de contaminación tales que superaban la capacidad de auto regeneración del cuerpo de agua (EPA 2015b).

2.7.1.1 HIDROLOGÍA

El área total de la cuenca de la Ciénaga de La Virgen es de 520 km² y está formada por los arroyos tributarios que drenan hacia la ciénaga, la red de drenaje principal está constituida por ocho arroyos en la zona rural y por 20 canales en el perímetro urbano de la ciudad para encauzamiento y conducción controlada del drenaje pluvial. La ciénaga posee diferentes efluentes continentales en su margen oriental los caños: Caños Meza, Palenquillo, del Medio, Hormigas y Tabla.

La ciénaga ha sido por muchos años el principal cuerpo receptor de las aguas servidas y de los residuos sólidos de la ciudad de Cartagena, estos últimos utilizados para consolidar invasiones en sus márgenes, ocasionando la disminución de su espejo de agua. Los costados sur y occidente se encuentran intervenidos por el avance del casco urbano de la ciudad de Cartagena. Allí se localizan la mayoría de los barrios periféricos conformando cinturones tuguriales.

Estos planos inundables son cuerpos de agua poco profundos con conexión directa y/o indirecta a un río (de forma temporal o permanente) y que tienen una columna de agua que no supera los 10 m, presentan estratificación durante el día y mezcla e isotermita en la noche considerándose estos como sistemas polimícticos 1 cálidos y continuos. En la definición de la ventana de estudio para la Ciénaga de la Virgen no se encuentra, enmarcado las corrientes de agua superficial que drenan al cuerpo de agua. Sin embargo, mediante las cartografías Base 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en la planchas 23IIID, 23IIIB, y la plancha a 1:100.000 de Colombia; se encuentra que presenta una hidrodinámica superficial activa hacia la Ciénaga. Es decir, esta dinámica está dada por sub cuencas de drenaje permanente que aportan sus aguas a la Ciénaga, así mismo posee pequeños drenajes de corriente intermitentes que se activan en tiempo seco, algunos de estos drenajes provienen de municipios circunvecinos a la ciudad de Cartagena. Estos drenajes superficiales provienen de otros municipios cercanos a Cartagena, como son, Clemencia, Villanueva, Turbaco y Santa Rosa.

La cuenca de la Ciénaga La Virgen involucra en su sistema una serie de elementos que la caracterizan como un ambiente estuarino donde confluyen aguas salinas y dulces. El área total de la cuenca es de aproximadamente 49.367 Ha, y se extiende desde el costado oeste de la ciénaga hasta la serranía que la separa de las vertientes del embalse del Guájaro y del canal del Dique, donde se destacan las lomas de Mendocita o de Las Paridas, el cerro Peligro y Loma Grande. Al norte la cuenca incluye la región de La Cacunda, en cercanías del municipio de Clemencia, y parte de las regiones de El Saíno y Comesolo, en el municipio de Santa Rosa. Siguiendo hacia el sur, la división de aguas pasa por las regiones de El Congo y Bocagrande, por Loma Lata, el cerro de Coloncito, y sigue por las afueras de Turbaco hasta el sector de Albornoz, por donde penetra al casco urbano de la ciudad de Cartagena y, luego de pasar por el Cerro de La Popa, donde separa la vertiente de los caños y lagos internos de la ciudad, termina en la embocadura del caño Juan Angola.

En plenamar entran al sistema cenagoso por las bocanas agua del mar que induce una corriente dentro de la ciénaga que se mueve en sentido sur, para luego tomar dirección hacia este, mezclándose con las aguas provenientes de la escorrentía del drenaje urbano en el sur de la ciénaga, y luego toma dirección hacia el norte y luego hacia el oeste, para dirigirse hacia las compuertas de salida de la bocana.

En la Figura 2-22, se puede observar la red de drenaje, además de las direcciones probables de las corrientes inducidas por la escorrentía y la entrada de agua del mar por la bocana. El drenaje principal está constituido por 8 arroyos en la zona rural y por 20 canales en el perímetro urbano. En la zona rural los arroyos más importantes son el Hormigas y el Tabacal, por la extensión de sus áreas de drenaje, y el Ternera (Matute) y el Limón, cuyas cuencas son rurales pero su desembocadura está dentro del perímetro urbanizado de la ciudad.

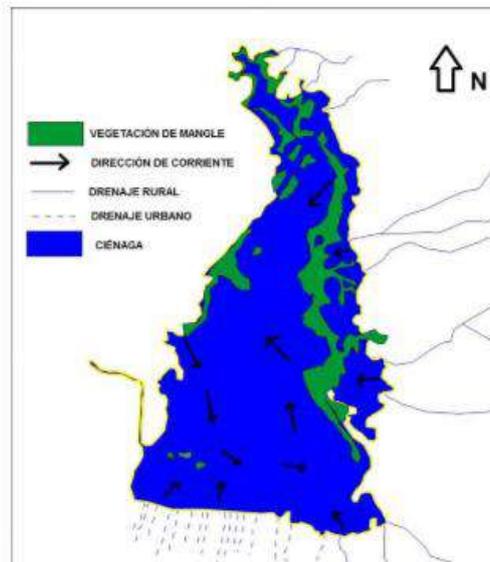


FIGURA 2-22. ESQUEMA DE LA DIRECCIÓN DE LAS CORRIENTES INTERNAS EN LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN.

La hidrodinámica de la ciénaga de La Virgen ha cambiado desde el año 2000 cuando entró en funcionamiento el sistema de La Bocana. Su mecanismo de introducir agua son el drenaje urbano y rural (escorrentía), la lluvia que cae directamente sobre el espejo de agua, los efluentes del alcantarillado sanitario y el agua que ingresa por la Bocana y los que extraen agua son la evaporación, el aporte de la ciénaga al sistema de caños y lagos a través del caño Juan Angola y el agua que sale por la Bocana y en algunas épocas las bocas y caños de la Boquilla (IAVH & PUJ, 2015 En: EPA, 2015b).

2.7.1.2 GEOMORFOLOGÍA

La zona presenta suelos residuales de las calizas, los cuales han sido identificados como gravas y bolos en una matriz de limos con raíces pequeñas de color amarillo blanquecino y regionalmente denominado como zahorras limosas de plasticidad baja a muy baja y desecadas, con escasa o nula cobertura vegetal. Las condiciones morfodinámicas de la ciénaga de La Virgen permiten identificar diferentes patrones en la distribución de los sedimentos, siendo fácilmente reconocibles por lo menos tres patrones en la circulación y depositación de los mismos. Dentro del área pueden separarse geográficamente zonas en la que las características texturales y litológicas cambian drásticamente a medida que nos acercamos a un ambiente netamente continental.

La zona norte y oeste de la ciénaga corresponde a depósitos de origen marinos tipo playas que constituyen las barras e islotes, el sustrato es predominantemente material granular, areniscas de coloración oscura y en algunos sectores más hacia el sur de la ciénaga contienen fragmentos de calizas arrecifales, y rastro de vegetación. Los sedimentos más recientes corresponden a lodos de coloración oscura a gris con buena selección y gran cantidad de materia orgánica. Hacia la parte este y sureste de la ciénaga los depósitos son de origen marino y aluvial el sustrato está constituido por areniscas de color pardo a amarillento con

contenido de arcillas, los sedimentos más recientes son de coloración marrón y su contenido de materia orgánica es escaso.

La zona sur de la ciénaga presenta sedimentos limoarcillosos producto de la erosión de la Formación Popa con un sustrato más consolidado, son rocas en la que predominan las areniscas arcillosas con intercalaciones delgadas de arcillas limosas de color pardo a amarillento. Las condiciones hidrodinámicas, climáticas y la salinidad, así como las diferentes litologías encontradas en la ventana de estudio han fijado el pobre desarrollo de los suelos, solo en la parte más oriental de la ciénaga lo que corresponde a la llanura de inundación los depósitos aluviales han sido tratados y condicionados para cultivos.

2.7.2 FLORA Y FAUNA

2.7.2.1 FLORA

La cuenca de la ciénaga de La Virgen presenta coberturas vegetales típicas del bosque seco y muy seco tropical caducifolio, sujeta a sequías prolongadas, con presencia de arbustos espinosos y achaparrados (CARDIQUE & CI, 2004 En: EPA, 2015b).

También se encuentran matorrales subxerófilos, que se caracterizan por presentar escasos árboles y achaparrados, muchos de ellos espinosos. Se encuentran especies vegetales como *Haematoxylum brasiletto*, *Cercidium praecox*, *Jatropha gossypifolia*, *Croton rhamnifolius*, *Parkinsonia aculeata*, *Jacquinia aristata*, cactáceas o cardones y algunas especies herbáceas (CARDIQUE- CI, 2004; IAVH & PUJ, 2015 En: EPA; 2015b).

En las áreas de la Ciénaga que colindan con el mar se encuentra vegetación de playa, con el elementos como “batata de playa” (*Ipomea sp.*), *Canavalia marítima*, *Croton punctatus*, *Tephrosia cinerea*, entre otros. La vegetación arbustiva presenta agrupaciones de *Guilandia sp.*, extensas agrupaciones de cocoteros (*Cocus nucifera*) o de pequeños bosques de manzanillos (*Hypomane sp.*), uveros (*Coccoloba uvifera*) y trupillos (*Prosopis juliflora*) (EPA, 2015b).

En el área de jurisdicción del EPA en la Ciénaga de La Virgen, se reportan un total de 26 especies de plantas, de las cuales vale la pena resaltar que cinco corresponden a especies de manglar (Tabla 2-8) (EPA, 2015b).

TABLA 2-8 ESPECIES DE FLORA REPORTADAS PARA LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN, JURISDICCIÓN DEL EPA.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	AMENAZA	
						UICN	CITES
Magnoliopsida	Rhizophorales	Rhizophoraceae	<i>Rizophora</i>	<i>R. mangle</i>	Mangle rojo	LC	
Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	<i>Laguncularia</i>	<i>L. racemosa</i>	Mangle bobo		
Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	<i>Conocarpus</i>	<i>C. erectus</i>	Mangle Zaragoza	LC	
Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>T. catappa</i>	Almendro malabar Almendro de los trópicos Almendrón		

					Falso kamani		
Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	<i>Avicennia</i>	<i>A. germinans</i>	Mangle Negro	LC	
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Macfadyena</i>	<i>M. uncata.</i>	Bejuco uñita		
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Pterocarpus</i>	<i>P. officinalis</i>	Corcho		
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Cassia</i>	<i>Cassia</i> sp.	Las Acacias		
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Haematoxylum</i>	<i>H. brasiletto</i>	Palo de Brasil		
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Parkinsonia</i>	<i>P. praecox</i>	Palo Verde	LC	
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>E. cyclocarpum</i>	El Orejero Corotú		
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Albizia</i>	<i>A. niopoides</i>	Guacamayo		
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>C. uvifera</i>	Uva de playa		
Magnoliopsida	Malpighiales	Bonnetiaceae	<i>Jatropha</i>	<i>J. gossypifolia</i>	Frailecillo		
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Hura</i>	<i>H. crepitans</i>	La Ceiba de leche Ceiba amarilla Solimán Salvadera		
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	<i>Jacquinia</i>	<i>J. aristata</i>			
Magnoliopsida	Ericales	Pellicieraceae	<i>Pelliciera</i>	<i>P. rhizophorae</i>	Mangle piñuelo Mangle té		
Magnoliopsida	Scrophulariales	Acanthaceae	<i>Barleria</i>	<i>B. micans</i>	Vainilla		
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Thespesia</i>	<i>T. populnea</i>	Clemón		
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Gossypium</i>	<i>Gossypium</i> sp.	Algodón		
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Cocos</i>	<i>C. nucifera</i>	Cocotero		
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Pistia</i>	<i>P. stratiotes</i>	Lechuga de agua	LC	
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Paspalum</i>	<i>Paspalum</i> sp.	Pasto		
Liliopsida	Poales	Typhaceae	<i>Typha</i>	<i>T. angustifolia</i>	Totora Espadaña Enea		
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>C. rotundus</i>	Juncia real Cípero Castañuela Cebollín Chufa púrpura Corocillo Coquito		

Fuente: EPA (2015b).

2.7.2.2 FAUNA

- MOLUSCOS

En el II Bioconteo que se realizó en la Ciénaga de La Virgen se reportaron 11 especies de moluscos, pertenecientes a las clases Bivalvia y Gastropoda (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016) (Tabla 2-9).

TABLA 2-9 ESPECIES DE MOLUSCOS REPORTADAS PARA LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN, JURISDICCIÓN DEL EPA.

CLASE	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Bivalvia	Mytilidae	<i>Mytella charruana</i>	Mejillón morado
Bivalvia	Veneridae	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	Chipi chipi
Bivalvia	Solecurtidae	<i>Tagelus plebicus</i>	Chucha larga
Bivalvia	Veneridae	<i>Protothaca pectorina</i>	
Bivalvia	Arcidae	<i>Anadara notabilis</i>	
Bivalvia	Tellinidae	<i>Eurytelina lineata</i>	
Gastropoda	Fissurellidae	<i>Lucapinella limatula</i>	Caracolito
Gastropoda	Rissoidea	<i>Albania sp.</i>	Caracolito
Gastropoda	Melongenidae	<i>Melongena melongena</i>	Caracol pata de burro
Gastropoda	Olivellidae	<i>Olivella minuta</i>	Caracolito
Gastropoda	Neritidae	<i>Nerita virginea</i>	Caracolito

Fuente: Corpambo & Fundación EcoProgreso (2016).

- PECES

Para el caso de las especies de peces presente en el área de jurisdicción del EPA en la Ciénaga de La Virgen, se reportan un total de 27 (Tabla 2-10, Figura 2-23).

TABLA 2-10 ESPECIES DE PECES REPORTADAS PARA LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN, JURISDICCIÓN DEL EPA.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Amenaza	
			UICN	Res. 0192 de 2014
Elopidae	<i>Elops saurus</i>	Macabí		
Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo, sábalo real	VU	EN
Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i>	Bocona, sardina bocona, sardina rascona		
Ariidae	<i>Ariopsis bonillai</i>	Barbudo, barbul de piedra, bagre estuarino, cazón, bagre cazón		
Pimelodidae	<i>Pimelodus clarias</i>	Nicuro		
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Lisa blanca, lisa criolla		

	<i>Mugil incilis</i>	Lisa, Lisa rayada, Liseta, Zoquito	LC	
	<i>Mugil liza</i>	Lebranche		EN
Lutjanidae	<i>Lutjanus griseus</i>	Pargo dientón		
	<i>Lutjanus sp.</i>	Pargo		
Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i>	Robalo de espolón		
	<i>Centropomus undecimalis</i>	Róbalo común, róbalo blanco		VU
Carangidae	<i>Caranx crysos</i>	Cojinoa negra		
	<i>Caranx hippos</i>	Jurél común		
Gerreidae	<i>Eucinostomus sp.</i>	Mojarra aguja, mojarra plateada		
	<i>Eugerres plumieri</i>	Mojarra rayada		VU
	<i>Diapterus rhombeus</i>	Mojarra de estero Mojarra caitipa Mojarra salina		
Sciaenidae	<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina rubia	EN	
	<i>Ophioscion punctatissimus</i>	Corvinilla punteada		
Serranidae	<i>Epinephelus itajara</i>	Mero guasa, mero gigante	CR	CR
Sparidae	<i>Diplodus sargus sargus</i>	Sargo común		
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Mojarra lora, tilapia		
Muraenidae	<i>Muraena helena</i>	Morena		
Scorpaenidae	<i>Pterois volitans</i>	Pez león		
Soleidae		Lenguado		
Tetraodontidae	<i>Colomesus psittacus</i>			
	<i>Sphoeroides sp.</i>	Sapo, pez sapo ajedrezado		

Fuentes: EPA (2015b); Corpambo & Fundación Ecoprogreso (2016).



Megalops atlanticus



Mugil incilis



Centropomus undecimalis



Caranx hippos

FIGURA 2-23 ALGUNAS DE LAS ESPECIES DE PECES REPORTADAS PARA LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN.

2.7.3 ESTADO

2.7.3.1 MORFOMETRÍA Y BATIMETRÍA DE LA CIÉNAGA

Los cuerpos de agua se constituyen en límite para la expansión; por ello la configuración de la ciudad se ha hecho a partir de la invasión y el desecamiento de estos cuerpos, en un escenario de largo plazo donde la falta de planeación y de conocimiento sobre la importancia de estos ecosistemas contribuye a su desaparición y deterioro actual. Como consecuencia de la invasión y relleno se estima que entre 1973 y el 2003, la Ciénaga de la Virgen perdió 350 hectáreas de su espejo de agua (Conservación Internacional, 2004), perdiéndose consecuentemente los manglares localizados en esa área (Figura 2-24).



Fuente: Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen.

FIGURA 2-24. RELLENO DEL SECTOR SUR DE LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN.

Lo anterior ejemplifica lo que ha sido el proceso de crecimiento urbano de la ciudad: poca planificación, invasión de zonas protegidas y de riesgo y degradación de ecosistemas estratégico. Una medida de esto la proporciona Roch (2006) quien señala que en el año 2000 en la ciudad de Cartagena existían barrios por el equivalente a 4.488 has. de las cuales el 69% correspondía a origen informal.

2.7.3.2 CALIDAD DEL AGUA

Los parámetros fisicoquímicos son todas aquellas variables ambientales que influyen en la productividad y estabilidad de los ecosistemas acuáticos (Pinilla & Duarte, 2006 En: Instituto Humboldt- Fundación Omacha, 2015).

- *CONDUCTIVIDAD*

Es la capacidad de transmitir iones a través de una corriente eléctrica que tiene el sistema acuático de acuerdo con variables como los sólidos disueltos, la luz solar y los gases disueltos (Roldan, 1992 En: Instituto Humboldt- Fundación Omacha, 2015).



Fuente: Instituto Humboldt - Fundación Omacha (2015).

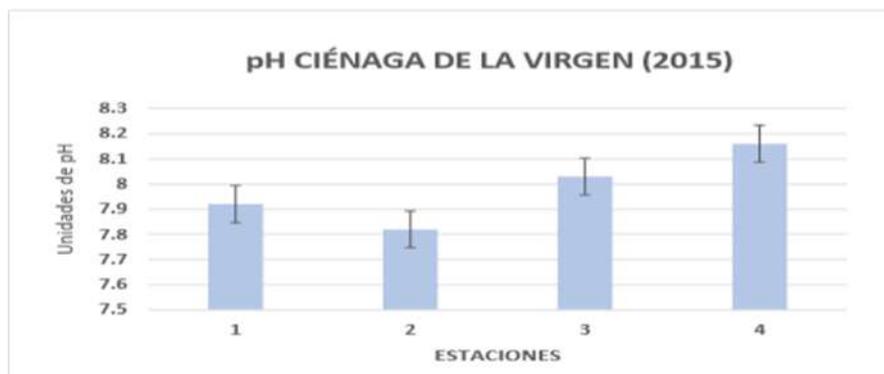
FIGURA 2-25. CONDUCTIVIDAD EN LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN.

La conductividad aumenta gradualmente en relación a la cercanía al Mar, en la estación ubicada al norte en la Ciénaga de La Virgen y que conecta a su vez con la Ciénaga de Juan Polo es la que presento el valor más alto de conductividad. Las (4) estaciones presentaron rangos de conductividad entre 53500 y 58800 µS/cm (Figura 2-25).

La estación CV1 presentó la conductividad más alta pese a su lejanía a la bocana natural por lo que se esperaría fuera la de menor salinidad, esto debido al aumento de aguas marinas a la hora del registro o muestreo (10:00 a.m.) hora que reconocen los habitantes como entrante o momento de entrada de las aguas a través de la Bocana Estabilizada.

- *POTENCIAL DE HIDROGENO*

Se entiende por pH Potencial de Hidrogeniones (H+) a la cantidad de iones o concentraciones iónicas, que permiten establecer la acidez o basicidad del agua y relacionarlo con los niveles de eutrofización debido al cambio en los compuestos carbonatados que se oxidan (Pinilla & Duarte, 2006 En: Instituto Humboldt- Fundación Omacha, 2015).



Fuente: Instituto Humboldt - Fundación Omacha (2015).

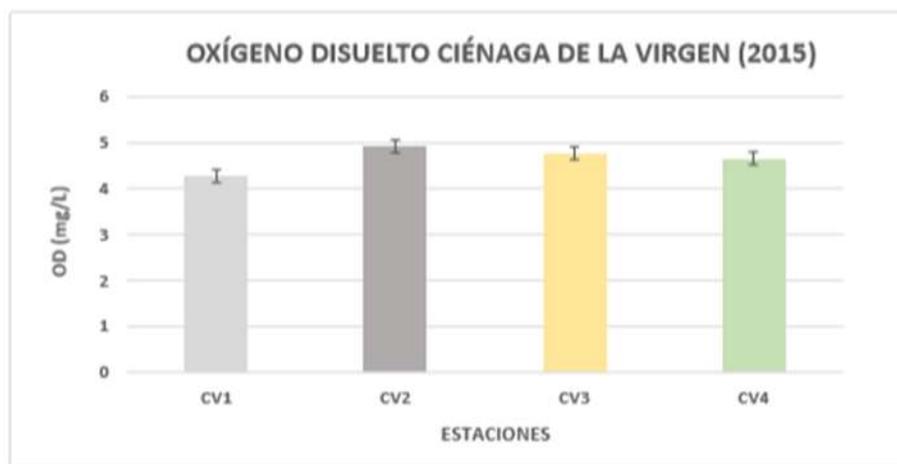
FIGURA 2-26. PH CIÉNAGA DE LA VIRGEN, 2015.

Los valores de pH hallados en las cuatro estaciones se encuentran entre 7,8 y 8,4 Unidades de pH, (Figura 2-26) indicando una tendencia hacia la basicidad del agua en sus estaciones.

Roldan, (1992 En: Instituto Humboldt- Fundación Omacha, 2015) indica que las ciénagas y lagos tropicales tienen rangos más amplios de pH. Para el año 2015 se observa una tendencia a incrementarse el pH, ya que en el año de 1985 Álvarez León & Blanco-Racedo (1985), indicaban que el rango se establecía entre 7.4 y 7.6.

- *OXÍGENO DISUELTO (OD)*

El oxígeno es uno de los gases esenciales para la vida en los sistemas acuáticos, el cual se incorpora ya sea por difusión de la atmósfera o por fotosíntesis. En la Ciénaga de La Virgen se identificaron rangos de Oxígeno Disuelto entre 7.1 y 16.8 mg/l (Álvarez-León & Blanco-Racedo, 1985).



Fuente: Instituto Humboldt - Fundación Omacha (2015).

FIGURA 2-27. OXÍGENO DISUELTO CIÉNAGA DE LA VIRGEN, 2015.

En el caso de la Ciénaga de La Virgen se entiende que los niveles de saturación del oxígeno están al límite inferior si se tiene en cuenta que lo ideal es que un sistema acuático tenga niveles cercanos al 100% de saturación. La ciénaga alcanza su punto más alto de oxigenación en la estación CV2 (occidente) donde se alcanza casi 5 mg/litro, posiblemente debido a la presencia de la Bocana (Figura 2-27) por el contrario la estación CV1 (sur) tiene los niveles más bajos de oxígeno disuelto (4,27 mg/l), el cual puede disminuir, según INVEMAR (2007) al ser consumido en la respiración de microorganismos, por la descomposición microbiana de los detritos orgánicos y por el fenómeno de absorción debido al fuerte impacto que genera el vertimiento de aguas sin tratamiento de los barrios localizados sobre la vía perimetral al límite sur de la ciénaga.

- *NITRITOS (NO₂)*

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes para la producción dentro de los ecosistemas acuáticos (Pinilla y Duarte, 1996). Existen formas solubles como los nitritos que se incorporan al medio y que permiten solventar varios procesos ecológicos mediante los aportes de materia orgánica producida por su transformación.



Fuente: Instituto Humboldt - Fundación Omacha (2015).

FIGURA 2-28. NITRITOS CIÉNAGA DE LA VIRGEN, 2015.

Los valores registrados en las estaciones en la Ciénaga de La Virgen, durante el año 2015 se encuentran entre el rango (0.02 y 0,11 mg/l a 011 mg/l) (Figura 2-28), reflejando que estos son compuestos que se encuentran en bajas concentraciones respecto a otros compuestos nitrogenados (Atencio *et al.*, 2005).

2.7.3.3 FAUNA ACUÁTICA

La fauna acuática de la Ciénaga de La Virgen ha estado presionada durante mucho tiempo por diversos factores como el vertimiento de las guas residuales que se realizaba en este humedal, la expansión urbana y la pesca con artes de pesca inadecuados, entre otros.

Los moluscos actúan como indicadores biológicos de la calidad de agua y con ellos de los ecosistemas al ser especies filtradoras y de gran plasticidad (Rumi *et al.*, 2003 En: Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016). En el II Bioconteo llevado a cabo en la Ciénaga de La Virgen en el año 2015, el sector Juan polo se caracterizó por la abundancia de valvas vacías para especies de bivalvos como *Protothaca pectorina* y *Anadara notabilis*, con ausencia total de especies de gasterópodos para la estación. Los resultados anteriormente mencionados, nos indican que la ciénaga probablemente se encuentra eutrofizada y se encuentra afectada por el flujo inestable de las corrientes de agua entre el mar Caribe y la ciénaga, puesto que no es normal la ausencia de especies de moluscos (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016).

Dentro de las especies de peces registradas para la ciénaga, las siguientes están catalogadas como especies amenazadas según la Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; *Megalops atlanticus* (EN), *Mugil liza* (EN), *Centropomus undecimalis* (VU) y *Eugerres plumieri* (VU) (MADS, 2014).

De acuerdo al Conocimiento Ecológico Local, los recursos ícticos han disminuido drásticamente en las últimas décadas, afectando notablemente la rentabilidad de la pesca artesanal y la disponibilidad de alimento para la población local (Pescadores y Bogadores de La Boquilla *com. pers.*, 2016). La pérdida de recursos pesqueros es una de las principales problemáticas que afrontan la mayoría de los humedales del Caribe colombiano, como es el caso de la Ciénaga

Grande de Santa Marta -CGSM- (Vilardy y González, 2011) y la Ciénaga de Ayapel (Negrete *et al.*, 2015).

A partir de la información colectada en el II Bioconteo llevado a cabo en las ciénagas de La Virgen y Juan Polo en el año 2015 y de acuerdo a la información de Tallas Medias de Madurez (TMM) reproductiva para peces del Caribe colombiano, se concluye que los ejemplares de peces colectados fueron casi en su totalidad individuos juveniles (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016).

En el II Bioconteo se observó además en todas las estaciones de muestreo, la ausencia total de individuos vivos para de chipi chipi blanco *A. brasiliensis*. Según los resultados, los autores sugieren que probablemente esto se deba a los cambios hidrológicos que ha experimentado la Ciénaga en los últimos años puesto que esta especie tiene preferencia por sustratos de tipo lodoso-arcillosos para su establecimiento, los cuales se observaron altamente sedimentados y mencionan que este hallazgo es de gran importancia, debido a que esta especie es explotada y utilizada como recurso alimentario por las comunidades pesqueras tradicionales artesanales que viven próximas a la Ciénaga (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016).

Considerando que los recursos pesqueros son un elemento sensible dentro del sistema socio ecológico del Humedal de la Ciénaga de la Virgen, ya que abastecen de alimento a la comunidad local (Figura 2-29), y teniendo en cuenta que no se ha realizado un seguimiento continuo a la abundancia y distribución de los mismos, se recomienda implementar un monitoreo, con miras a poder identificar cambios en la estructura de las poblaciones a nivel temporal y así tener insumos para proponer las medidas de manejo pertinentes para su conservación y aprovechamiento sostenible, bajo el principio de Co-manejo.



FIGURA 2-29 ACTIVIDAD DE PESCA CON ATARRAYA EN LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN. FOTOGRAFÍA: 2016.

2.7.4 PRESIÓN - IMPACTO

Desafortunadamente en los últimos años se han presentado cambios en este ecosistema principalmente asociados a actividades antrópicas. La sedimentación, el desarrollo de infraestructura costera, los cambios en la dinámica hídrica, la contaminación y el uso de artes

de pesca poco selectivos, son unas de las principales presiones. La sinergia entre estos factores ha conllevado al deterioro del ecosistema.

De acuerdo a lo plasmado en el estudio de Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental, elaborado en el año 2014, las rondas de estos cuerpos de agua han sido invadidas durante los últimos 60 años, desplazando algunos tramos de manglar y dando cabida a actividades residenciales, comerciales, institucionales y portuarias, en algunos casos formales y en otros clandestinos, que además de confinar y reducir sus espejos de agua, vierten aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento y disponen residuos sólidos de forma inadecuada (Figura 2-30).



FIGURA 2-30. CONSTRUCCIONES ILEGALES EN EL EXTREMO SUR DE LA CIÉNAGA DE LA VIRGEN. FOTOGRAFÍA: ANGELA MONCALEANO (EPA, 2015B)

Adicionalmente estos cuerpos de agua son receptores de las consecuencias que se derivan del fenómeno de invasión y deforestación del que ha sido testigo el Cerro de la Popa. La pérdida de cobertura vegetal que ha presentado este cerro, ha ocasionado que sus suelos se deterioren y sean más propensos a sufrir procesos de erosión. De esta forma se generan sedimentos que en épocas de lluvia son arrastrados por las escorrentías hasta depositarse, en su gran mayoría, en el sistema de Caños y Lagos internos. Todas estas presiones recibidas por los caños y canales se traducen en alteración de las condiciones fisicoquímicas del agua, disminución las áreas, niveles y volúmenes de los canales; que a su vez generan en época de lluvia desbordamientos e inundaciones.

El uso de artes de pesca inadecuados es otra de las presiones sobre el ecosistema, debido a que los individuos se están capturando a una talla en la cual no se han reproducido, lo puede conllevar a que se presente un desequilibrio en la estructura poblacional y a nivel de comunidad.

En algunos sectores de la Ciénaga los pobladores han establecido encierros para el engorde de sábalo (*Magalops atlanticus*), lo cual genera alimento e ingreso a la comunidad, sin embargo estos peces son alimentados en parte con peces juveniles capturados en la ciénaga y o el mar, aumentando la demanda de estos recursos de pequeño tamaño y poco valor comercial.

Adicional a las presiones mencionadas, en la Ciénaga se han establecido especies invasoras que podrían estar alterando la abundancia y distribución de algunas poblaciones nativas. Un

ejemplo es la especie *Mytella charruana*, la cual se encuentra completamente establecida y es el molusco dominante en el ecosistema, puesto que se asocia a las raíces de *Rhizophora mangle* y a fondos blandos (Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016). El crustáceo *Penaeus monodon*, reportado para este ecosistema en el II Bioconteo de las ciénagas La Virgen y Juan Polo (2015), también es una especie invasora Corpambo & Fundación EcoProgreso, 2016).

3 BIBLIOGRAFIA

- Aguilar O. Camilo & Zúñiga, E. (2015). Análisis Comparativo de Estabilidad de Taludes Mediante los Métodos de Equilibrio Límite Aplicado a Taludes o Laderas Aledañas al Cerro de La Popa, Casco Urbano De Cartagena. Universidad de Cartagena, Tesis de Grado. Cartagena.
- Corpambo & Fundación Ecoprogreso. (2016). II Bioconteo Ciénagas de la Virgen y Juan Polo. Informe técnico final. Cartagena de Indias. 112 p.
- Díaz Mendoza, C. (2010). Caracterización Geológica y Geotécnica de Cartagena y Áreas de Influencia. Fundación Tecnológico Comfenalco Cartagena. Macroproyecto urbano para la recuperación integral del cerro de la popa en la ciudad de Cartagena de indias. Grupo de Estudios Urbano. Bogotá- Cartagena de Indias.
- EPA- Eninco SA. (2015). Definición de las líneas base de la Estructura Ecológica EEP para el perímetro urbano del Distrito de Cartagena, Informe final.
- EPA. (2010). Lineamientos para la Conservación, Recuperación y Aprovechamiento de Los Manglares en la Jurisdicción del EPA. Cartagena de Indias.
- EPA. (2015a). Línea Base de Vegetación Arbórea, Perímetro Urbano Ciudad de Cartagena de Indias-Colombia.
- EPA. (2015b). Proyecto Parque Distrital Ciénaga de La Virgen. Ciénaga de La Virgen, un ecosistema potencial Ramsar: avances y retos. Cartagena de Indias.
- EPA. (2017). Plan de silvicultura urbana del distrito de Cartagena de Indias. Cartagena de Indias.
- Instituto Humboldt - Fundación Omacha. (2015). Caracterización Biológica y Ecológica de las Comunidades de Plantas Acuáticas, Plantas Terrestres y Macroinvertebrados, y Caracterización Físico-Química de Aguas de la Ventana de Estudio de la Ciénaga de La Virgen. Bogotá.
- MADS- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-. 2014. Resolución 0192 de 2014; Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones. 45 p.

Negrete, V., Agudelo, C. y E. Cordero. 2015. Ciénaga de Ayapel - Así empezó la escasez y el deterioro. Montería, 25 p.

Planeación Distrital de Cartagena. 2010. Plan Parcial de Reordenamiento de las Lomas del Marion y Zaragocilla. Cartagena.

Torregroza, E.; Hernández, M.; Barraza, D.; Gómez, A.; Borja, F. (2014). “Unidades Ecológicas para una Gestión Ecosistémica en el Distrito Cartagena De Indias (Colombia)”.

Universidad de Cartagena. (2010). Documento de Seguimiento y Evaluación de los Resultados Obtenidos Respecto de los Objetivos Planteados en el Plan de Ordenamiento Territorial Vigente del Distrito De Cartagena.

Vilardy, S., y J.A. González, J.A. (Eds.). 2011. Repensando la Ciénaga: Nuevas miradas y estrategias para la sostenibilidad en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Universidad del Magdalena y Universidad Autónoma de Madrid. Santa Marta, Colombia. 228 p.